

Б.Г. Кузнецов

ЭЙНШТЕЙН

Жизнь, смерть, бессмертие

Б.Г. Кузнецов

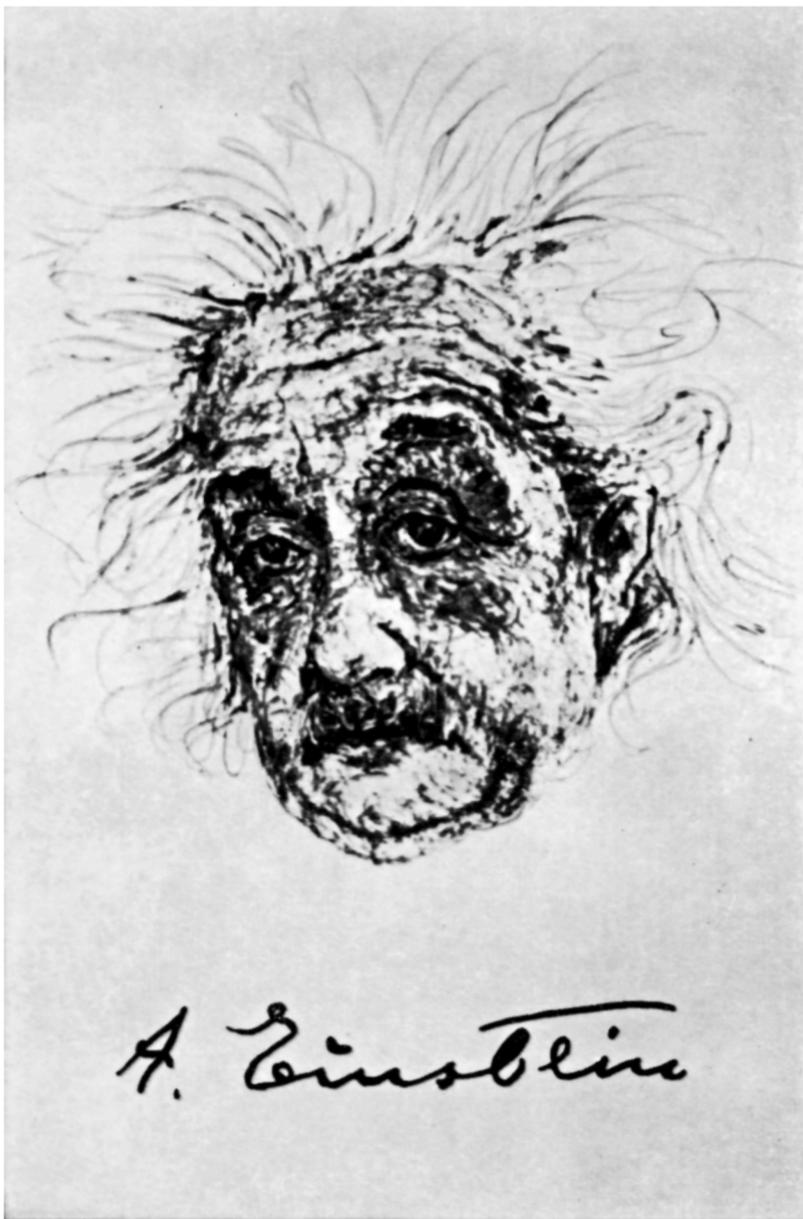
ЭЙНШТЕЙН

ЖИЗНЬ,

СМЕРТЬ,

БЕССМЕРТИЕ

Академия наук СССР



ХУДОЖНИК В. САППО

Б. Г. Кузнецов

ЭЙНШТЕЙН

Жизнь,
смерть,
бессмертие

*Издание пятое,
переработанное
и дополненное*



Издательство «Наука»

Москва 1979

К89 Кузнецов Б. Г. Эйнштейн. Жизнь. Смерть. Бессмертие. 5-е изд., перераб. и доп. — М.: Наука, 35 л. 50 000 экз.

Книга рассказывает о жизни, мировоззрении и творчестве Альберта Эйнштейна (1879—1955), о возникновении и развитии его идей, об их значении в истории науки, философии и культуры. Заключительный раздел книги «Параллели» представляет собой ряд очерков, в которых мировоззрение Эйнштейна сопоставляется с мировоззрением ряда мыслителей (Аристотель, Ньютон, Декарт, Спиноза, Бор, Достоевский, Моцарт и др.).

16.2

Ответственный редактор
доктор физико-математических наук

М. Г. ИДЛИС

К $\frac{20100-028}{054(02)-79}$ БЗ 15-18-78 1601000000 © Издательство «Наука», 1979

Содержание

Предисловие	5
ЖИЗНЬ	
Ессе homo	10
Отрочество	23
Студенческие годы	30
Берн	40
«Надличное»	51
Математика и реальность	58
Критерии выбора научной теории и основы классической физики	77
Броуновское движение	96
Фотоны	106
Постоянство скорости света	112
Пространство, время, энергия и масса	131
Прага и Цюрих	141
Берлин	162
Общая теория относительности	173
Подтверждение теории относительности	180
Слава	186
Нацистский режим в Германии	231
Принстон	238
Трагедия атомной бомбы	267

СМЕРТЬ

Последние годы	284
Неклассическая наука и проблема смерти и страха смерти	294
Смерть Гулливера	299

БЕССМЕРТИЕ

Бессмертие разума	306
Бесконечность и бессмертие	320
Бессмертие человека	327
Принцип бытия	336
Единая теория поля	344
Необратимость времени	384

ПАРАЛЛЕЛИ

Эйнштейн и Аристотель	396
Эйнштейн и Декарт	413
Эйнштейн и Ньютон	439
Эйнштейн и Фарадей	477
Эйнштейн и Мах	487
Эйнштейн и Бор	516
Эйнштейн и Достоевский	553
Эйнштейн и Моцарт	626
Литература	655
Указатель имен	675

Предисловие

Чем крупнее мыслитель, тем явственней выступают в его биографии черты эпохи, тем естественней биография переходит в историю.

Биография Эйнштейна — это биография пионера неклассической науки, неклассической не только по своим исходным утверждениям, отличающим ее от классической науки XVII—XIX вв., неклассической по своему стилю, по явному, происходящему на глазах одного поколения изменению фундаментальных принципов, по решительному отказу от неподвижных устоев. Эволюция теории относительности в трудах Эйнштейна (а в ней стержневая линия биографии мыслителя) демонстрирует динамизм этой теории. Ее смысл и содержание все время меняются, причем дело не сводится к новым применениям и иллюстрациям. Так было и в классической науке, которая, конечно, изменялась в своих основах, но зачастую неявно и с большими антрактами, создававшими иллюзию неподвижности и априорности этих основ. Развитие неклассической науки сопровождается практически непрерывным обсуждением и относительно быстрой модификацией ее основных принципов. Смысл теории относительности, смысл неклассической науки, а значит, и основной смысл жизни Эйнштейна раскрываются не только и даже не столько при систематическом изложении теории, сколько в прогнозе и в ретроспекции, когда видно, как изменился смысл фундаментальных философских и физических идей прошлого в свете современной науки и какие новые горизонты она открывает будущему.

Теперь о чертах эпохи в биографии Эйнштейна. Современная эпоха в значительной мере обязана своим беспрецедентным динамизмом динамизму неклассической науки.

Характеристика современной эпохи невозможна без динамических констатаций, без констатаций направления, скорости и ускорения происходящих сейчас процессов. Такие констатации требуют прогноза. Озеро можно охарактеризовать, указав очертания и уровень его зеркала; характеристика потока включает не только уровень, но и градиент и дислокацию водоема, в который впадает поток.

Соответственно, исторические черты эпохи, выступающие в биографии Эйнштейна, — это тенденции, реализующиеся за пределами первой половины XX в., когда ученый жил и творил. А в каких же хронологических пределах они реализуются?

Все дело в том, что таких пределов нет. Чем дальше мы заглядываем вперед, тем неопределенней становится эффект того, что сделал Эйнштейн, и дальнейшая реализация того, что воплотилось в его идеях, дальнейшее развитие этих идей. Но при все возрастающей неопределенности прогноза можно быть уверенным, что эффект творчества Эйнштейна и его исходных идей не будет затухать. Напротив, он будет разгораться, воплощаться во все более точных и общих, все более близких к действительности концепциях мира.

Таким образом, чтобы ответить на вопрос, что такое жизнь Эйнштейна, в чем ее смысл, значение, содержание, нужно перейти от жизни в собственном, хронологическом смысле, т. е. от 1879—1955 гг., к последующим годам, уходящим в будущее, т. е. к теме бессмертия Эйнштейна.

Первым вариантом этой книги была биография Эйнштейна, вышедшая впервые в Москве почти двадцать лет назад и не раз издававшаяся во многих странах. Она содержала небольшую заключительную главу с беглыми замечками о будущем, о посмертном воздействии Эйнштейна на эволюцию науки. Теперь изменился самый жанр книги: она посвящена не только жизни и смерти Эйнштейна, но и его бессмертию как основной теме. Сейчас книга — уже не только и даже не столько биография Эйнштейна, сколько попытка ответить на вопрос, что означают для современного человечества жизнь и идеи Эйнштейна и в чем состоит развитие этих идей, что придает им жизнь, динамику, бессмертие.

Первая часть книги — «Жизнь», естественно, в наибольшей степени сохранила биографический характер.

Новая структура книги позволила даже сделать биографические главы более биографическими, освободив их от некоторых, сравнительно сложных теоретических вкраплений, которые теперь перешли во вторую и особенно в третью части.

Вторая часть — «Смерть» — посвящена отношению Эйнштейна к смерти и, далее, более общему вопросу о связи между современной, неклассической наукой и проблемой смерти и страха смерти. Эта вторая часть книги — естественный переход от биографии к истории, от периода, когда развитие теории в значительной мере носит отпечаток индивидуального стиля мышления, условий жизни, индивидуальных симпатий и интересов, к другому периоду, когда эволюция теории теряет биографический колорит.

Это переход не только к истории, но и к философии науки — к тому, что можно было бы назвать философией истории науки, что прорывает рамки локального, преходящего, ограниченного и охватывает дальнейшее развитие данной идеи, концепции, теории. Иначе говоря, к бессмертию, к бесконечной эволюции разума, науки, человека, что и является темой третьей части книги.

Четвертая часть — «Параллели» — содержит несколько очерков, опубликованных ранее в «Этюдах об Эйнштейне» и теперь радикально переработанных, а также новые очерки. Современная наука способна сделать то, в чем все религии отказывают богам, — она меняет не только будущее, но и прошлое. В современной ретроспекции идеи античной науки, идеи XVII—XIX вв. и воздействия культурных ценностей, в частности художественных, на науку выглядят по-иному. В свете современной науки выступает на первый план то, что было в тени. Переоценка исторических ценностей — важнейшая компонента культурного эффекта современной науки. Но при сопоставлении современной науки с ценностями прошлого современные представления сами выступают в новом освещении. Они оказываются исторической модификацией сквозных идей, проходящих через всю духовную историю человечества. Сравнение концепций Эйнштейна с взглядами Аристотеля, Декарта и других позволяет по-новому увидеть Эйнштейна.

Вероятно, следует предупредить читателя, что четвертая часть книги предъявляет ему несколько повышенные требования. Вообще книга стала теперь (отчасти была и

раньше) неоднородной в смысле доступности. Она довольно отчетливо распадается на два концентри. Первый — это вся первая часть, вся вторая и почти вся третья часть — до глав: «Принцип бытия» и «Единая теория поля». Второй, более трудный концентр, требующий некоторой привычки к абстрактным физическим понятиям, — это две указанные главы и четвертая часть книги, кроме, пожалуй, последних двух глав («Эйнштейн и Достоевский», «Эйнштейн и Моцарт»).

Мне остается сердечно поблагодарить тех, кто помог выпустить эту книгу: рецензентов и редакторов, а также многочисленных друзей, в беседах с которыми выкристаллизовались изложенные здесь мысли. Сейчас я вспоминаю людей, которые за годы, прошедшие после первого издания, помогли мне узнать много нового об Эйнштейне и многое по-новому осмыслить. Из них некоторых уже нет. Это Макс Борн, Роберт Оппенгеймер, Леопольд Инфельд. Об их помощи я сохраню на всю жизнь благодарную память. Особенно хочется отметить незабвенного Игоря Евгеньевича Тамма. Многолетнее общение с этим замечательным ученым и человеком позволило живее почувствовать глубокую человечность современной науки, ее эйнштейновских традиций.

Хочется также обратиться с приветом, благодарностью и надеждой на дальнейшую дружескую помощь к секретарю Эйнштейна — Элли Дюкас и еще ко многим, не названным здесь людям.

ЖИЗНЬ

ОТРОЧЕСТВО

СТУДЕНЧЕСКИЕ ГОДЫ

БЕРН

«НАДЛИЧНОЕ»

МАТЕМАТИКА И РЕАЛЬНОСТЬ

КРИТЕРИИ ВЫБОРА НАУЧНОЙ ТЕОРИИ
И ОСНОВЫ КЛАССИЧЕСКОЙ ФИЗИКИ

БРОУНОВСКОЕ ДВИЖЕНИЕ

ФОТОНЫ

ПОСТОЯНСТВО СКОРОСТИ СВЕТА

ПРОСТРАНСТВО, ВРЕМЯ, ЭНЕРГИЯ
И МАССА

ПРАГА И ЦЮРИХ

БЕРЛИН

ОБЩАЯ ТЕОРИЯ ОТНОСИТЕЛЬНОСТИ

ПОДТВЕРЖДЕНИЕ ТЕОРИИ ОТНОСИТЕЛЬНОСТИ

СЛАВА

НАЦИСТСКИЙ РЕЖИМ В ГЕРМАНИИ

ПРИНСТОН

ТРАГЕДИЯ АТОМНОЙ БОМБЫ

Ecce Homo

Он человек был
в полном смысле слова.

Шекспир. «Гамлет»

Реплика Гамлета выражает идеал человека, свойственный эпохе Возрождения и новому времени. Покойный король был в глазах Гамлета гармоничным олицетворением мысли, воплотившейся в действие. Сам Гамлет остался олицетворением мысли, которая тянется к такому воплощению. XVII столетие усвоило и конкретизировало новый идеал. Для нового времени человек достоин имени человека, если его мысль уже не находит удовлетворения в стройности и тонкости собственных конструкций, как это было в средние века, если она стремится найти гармонию в реальном мире и утвердить ее в жизни. Реплика Гамлета, как и вся трагедия о датском принце, как и все творчество Шекспира, — это программа, которую выполнило или стремилось выполнить новое время. Рационализм XVII в. порвал со схоластической традицией мысли, замкнутой в самой себе, обратился к природе, приобрел естественнонаучный и практический характер. Соответствие между конструкциями разума и действительностью стало основой претензий разума на независимость.

Первем на минуту только что начатую характеристику свойственного эпохе Возрождения и началу нового времени понятия человека. Реплика Гамлета выражает и более общую концепцию. Именно поэтому приведенной репликой можно начать очерк жизни Эйнштейна.

Жизнь гения не только реализует, но и обобщает и расширяет понятие человека, человеческого бытия, человеческой жизни. Жизнь гения воплощает идеал человека в

наиболее общей форме. Нужно только заметить, что обобщение здесь отнюдь не означает перехода от богатства определений и нюансов к бедной абстракции. Напротив, чем в более общей форме выражен идеал человека, тем он ярче и многокрасочней.

Отличие человеческой жизни, человеческого бытия от существования, т. е. от некомплектного, иллюзорного бытия, состоит в автономии личности, в ее индивидуальной, неповторимой ценности и, с другой стороны, в ее многообразной и сложной связи с целым. Это две исключаящие одна другую и в то же время неотделимые одна от другой компоненты подлинного бытия. В конце третьей части этой книги будут показаны физические аналогии, позволяющие изложить эту концепцию бытия в сравнительно отчетливой форме.

Теперь вернемся к эволюции представления о человеке и о подлинном человеческом бытии. Выше было сказано об этом представлении в рамках рационализма XVII в. XVIII столетие было временем прямого революционного вмешательства рационалистической мысли в жизнь общества. В XIX в. наука, убедившись в бесконечной сложности мироздания, стала еще более человеческой, она уже не была написана на вечных скрижалях, ее непрерывно расширяли и уточняли. В XX в. наука оказалась еще ближе людям. Незыблемые и поэтому питавшие представление об априорности классические законы оказались неточными, на их место встали иные, более точные законы. При всей сложности и непонятности новых представлений человечество почувствовало, что они низводят науку с Олимпа априорного знания на землю и таким образом вновь повторяют подвиг Прометея. На земле в это время готовились великие события, и людям была близка наука, не останавливающаяся ни перед чем в поисках истины и гармонии. Парадоксальность новой картины мира делала ее близкой людям, ведь это были дети века, которому было суждено войти в историю как веку революций.

Уже в XVII в. в развитии научной мысли наблюдается на первый взгляд противоречивая особенность. Чем меньше наука ограничивается непосредственными субъективными наблюдениями, чем глубже она проникает в объективные закономерности природы, тем ближе она людям, тем она человечнее. Как ни странно, геоцентрическая объективация непосредственного наблюдения —

движения Солнца вокруг Земли — была в начале XVII в. позицией замкнутых групп, а противоречащие непосредственному наблюдению, весьма парадоксальные гелиоцентрические идеи Галилея оживленно и сочувственно обсуждались на площадях итальянских городов.

В XX столетии ученый мог получить высшее признание («человек в полном смысле слова»), если он был творцом теории, столь же радикально, а может быть еще радикальнее, рвавшей с догматом и догматической «очевидностью». Антидогматическая парадоксальность науки стала еще более важным, чем раньше, условием ее близости людям. В XX в. все воздействия времени и людей на мышление ученого толкали его к разрыву с «очевидностью». Речь теперь шла — в этом характерная черта столетия — о самых общих представлениях. Наука уже не отдавала практике лишь свои частные выводы. Непосредственным источником производственно-технических сдвигов и больших сдвигов в стиле мышления и во взглядах людей стали основные идеи науки, представления о пространстве и времени, о Вселенной и ее эволюции, о мельчайших элементах мироздания — общая картина мира.

Чем выше и дальше уходит ученый от частных вопросов к этой общей картине Вселенной, тем ближе его творчество к самым острым проблемам, интересующим все человечество.

Оказалось при этом, что наиболее прямой дорогой к этим проблемам шли наиболее парадоксальные и радикально отказывающиеся от старого общие концепции мира. Теоретической основой самых глубоких сдвигов в жизни людей стали концепции, ушедшие очень далеко от сферы непосредственного наблюдения, относящиеся к скоростям, близким к скорости света, охватившие области в миллиарды световых лет и области порядка триллионных долей сантиметра, нашедшие здесь самые парадоксальные, с точки зрения классической науки, соотношения.

Сейчас разрыв с «очевидностью» должен быть еще более радикальным, чем в первой половине века. Нильс Бор при обсуждении выдвинутой Гейзенбергом единой теории элементарных частиц сказал: «Нет никакого сомнения, что перед нами безумная теория. Вопрос состоит в том, достаточно ли она безумна, чтобы быть правильной».

Этот парадокс точно характеризует современную ситуацию в науке.

Наука — не только физика, наука в целом — должна сейчас выдвигать «безумные», т. е. радикально отказывающиеся от традиционных взглядов и потому весьма парадоксальные идеи. На очереди отказ от классических основ естествознания, еще более радикальный, чем тот, который в первой четверти столетия положил начало современному учению о пространстве, времени, веществе, его структуре и движении.

Наука черпает в своем прошлом образцы радикальных поворотов к парадоксальным, «безумным» концепциям. Эти концепции обычно довольно быстро проходят путь от «безумия» к репутации Колумбова яйца, они становятся привычными, естественными, «единственно возможными», чуть ли не априорно присущими познанию и во всяком случае «очевидными». Когда дорога к вершинам найдена, она выглядит естественной, ее направление кажется само собой разумеющимся, и трудно представить, каким парадоксальным был выбор этого направления, какое «безумство храбрых» понадобилось, чтобы свернуть на эту дорогу со старой, тогда казавшейся единственно возможной.

Когда теория совершает свое нисхождение от парадоксальности к «очевидности», нимб «безумия» переходит к ее творцу. В биографии ученого запечатлен не результат его научного подвига, а, если можно так выразиться, градиент научного прогресса, связанного с этим подвигом, скорость возрастания уровня знаний, производная от уровня знаний по времени, взлет кривой познания вверх. История науки вообще отличается от самой науки тем, что в ней фигурируют не сами знания, не их уровень, а производные по времени, переходы от незнания к знанию, переходы от менее точных знаний к более точным. Моменты особенно быстрого возрастания достоверных сведений о природе — узловые точки исторического процесса развития науки. В историческом аспекте результаты научного открытия сопоставляются с предшествующим этому открытию состоянием знаний, и их различие не уменьшается, какими бы привычными ни становились указанные результаты. Если воспользоваться аналогией с понятиями, которые нам еще встретятся в этой книге, то можно сказать: оценка прироста знаний, т. е. разности между двумя последовательными уровнями науки, не зависит от того, с каких позиций мы оцениваем эти уровни, подобно тому как приращение координат не зависит от

выбора начальной точки отсчета. Прирост знаний в некоторый момент всегда остается таким же впечатляющим, как бы далеко мы ни ушли от уровня знаний, характерного для этого момента. Переход от плоской Земли к сферической не теряет своей значительности, градиент этого перехода не уменьшается, хотя мы ушли очень далеко от уровня греческой науки. Каждое быстрое и радикальное преобразование научной картины мира — узловой момент истории науки — никогда не теряет своей остроты, различие между двумя последовательными ступенями науки не сглаживается, впечатление резкости, парадоксальности, «безумия» перехода не исчезает.

В биографии ученого такой узловой момент виден через призму жизни, творческого пути и мировоззрения ученого, в связи с особенностями его научного темперамента, с его внутренним миром и внешними событиями. Именно темп научного прогресса, именно его градиент, производная по времени, соответствуют тому, что можно назвать масштабом гениальности.

Гений не тот, кто много знает, ибо это относительная характеристика. Гений много прибавляет к тому, что знали до него. Именно такое прибавление связано с особенностями интеллекта и не только с ними, но и с эмоциональным миром мыслителя.

Гейне говорил, что карлик, ставший на плечи великана, видит дальше великана, «но нет в нем биения гигантского сердца».

Эпигоны гения знают, как правило, больше него, но они не прибавили ничего или почти ничего к тому, что люди знали раньше, их деятельность характеризуется, может быть, большим объемом познанного (относительная оценка!), но нулевой или близкой к нулю производной по времени. Не только в мыслях, но и в чувствах и склонностях эпигонов отсутствует «дух Фауста»

Чтобы не только услышать в биографии Эйнштейна «биение гигантского сердца», но и понять его связь с научным подвигом мыслителя, нужно иметь в виду, что в науке не было такого «безумного», такого парадоксального и резкого перехода к новой картине мира, как переход от ньютоновых представлений к идеям Эйнштейна. Переход был чрезвычайно радикальным, несмотря на то что Эйнштейн продолжил, обобщил и завершил дело, начатое Ньютоном.

В течение двух столетий систему Ньютона считали окончательным ответом на коренные вопросы науки, окончательной, раз навсегда данной картиной мира. Такая оценка нашла выражение в известном стихотворении Попа:

*Природа и ее законы были покрыты тьмой,
Бог сказал: «Да будет Ньютон!», и все осветилось.*

После появления теории относительности Эйнштейна и отказа от исходных идей ньютоновой механики было написано продолжение этого двустишия:

*...Но не надолго. Дьявол сказал: «Да будет Эйнштейн!»,
И все вновь погрузилось во тьму.*

Эта шутка отражала довольно распространенную мысль. Многим казалось, что отказ от устоев ньютоновой механики — это отказ от научного познания объективного мира. Догматическая мысль отождествляет данную ступень в развитии науки с наукой в целом, и переход на новую ступень кажется ей крушением науки. Догматическая мысль может тянуть науку с новой ступени на старую или же отказать науке в объективной достоверности ее результатов. Чего догматическая мысль не может — это увидеть суть науки в последовательном, бесконечном переходе ко все более точному описанию реального мира.

Теория относительности преемственно связана с проходящим через всю историю науки последовательным отказом от антропоцентризма, от представления о человеке как о центре Вселенной, от абсолютизации картины мира, стоящей перед земным наблюдателем.

В глубокой древности антропоцентризм выражался в идее абсолютного верха и абсолютного низа, идее, противостоявшей учению о сферической Земле. Тогда полагали, будто антиподы, обитающие на противоположной стороне Земли, должны были бы упасть «вниз». В древней Греции вместе с образом шарообразной Земли появилась идея относительности «верха» и «низа», равноценности всех направлений в пространстве, изотропности пространства. Но при этом возникло представление о шарообразной Земле как о центре Вселенной. С этой точки зрения движение относительно Земли — это абсолют-

ное движение; фраза «тело движется относительно Земли» и фраза «Земля движется относительно тела» описывают различные процессы, первая фраза абсолютно правильная, вторая — абсолютно ложная...

Коперник разрушил геоцентрическую систему. Новый центр мироздания — Солнце — не долго занимал это место. Его упразднили, и во Вселенной Джордано Бруно уже не было никакого центра, никакого неподвижного ориентира.

Но понятие неотнесенного к другим телам абсолютного движения данного тела сохранилось. Вплоть до конца XIX в. полагали, будто оптические процессы в движущемся теле происходят по-иному, чем в неподвижном, и это различие придает смысл слову «движение» без ссылки на другое тело, относительно которого движется данное тело. Мировое пространство считали заполненным абсолютно неподвижным эфиром и думали, что в движущемся теле ощущается «эфирный ветер», подобный ветру, который овеивает бегущего человека.

Этот взгляд был отброшен Эйнштейном в 1905 г. в статье «К электродинамике движущихся тел», помещенной в семнадцатом томе журнала «Annalen der Physik». В указанной статье Эйнштейн исходит из постоянства скорости света во всех телах, движущихся одно по отношению к другому без ускорения.

Вскоре теория относительности была изложена в особенно отчетливой форме с помощью четырехмерной геометрии. В окружающем нас обычном трехмерном пространстве положение каждой точки определяется тремя числами. Если присоединить к ним четвертое число — время, то мы получим геометрическое представление *события* — пребывания материальной частицы в данной точке в данный момент. С помощью четырехмерной геометрии и представления о четырехмерном пространстве-времени были изложены законы, управляющие указанными событиями, т. е. пребыванием материальных частиц в различных точках в различные моменты (иными словами, законы движения частиц и состоящих из них тел).

Теория относительности, выдвинутая Эйнштейном в 1905 г., утверждает, что внутренние процессы протекают в телах единообразно, независимо от прямолинейного и равномерного движения этих тел. Внутренние эффекты движения отсутствуют *в случае движения по инерции*.

Поэтому теория Эйнштейна, о которой шла до сих пор речь, называется специальной теорией относительности. Впоследствии, в 1916 г., Эйнштейн распространил принцип относительности и на ускоренные движения. Еще позже Эйнштейн в течение многих лет разрабатывал единую теорию поля, т. е. теорию, которая в качестве частных случаев содержала бы законы тяготения и законы электромагнитного поля.

Почему эти весьма абстрактные проблемы вызвали напряженный интерес в самых широких кругах? Почему указанный интерес распространился на творца теории относительности в большей степени, чем при появлении любой другой научной теории? Почему человечество увидело в Эйнштейне живое олицетворение науки XX столетия с ее небывалыми созидательными возможностями и небывалыми опасностями?

Смысл и основное содержание жизни Эйнштейна в некоторой мере раскрыты им не только в научном, публицистическом и эпистолярном наследстве, но и в специальных автобиографических набросках. К ним принадлежит очерк, написанный в 1955 г., за месяц до смерти¹, а также более обширная статья «Автобиографическое» («Autobiographisches»)². Статья эта меньше всего похожа на обычную автобиографию. «Вот я здесь сижу и пишу на 68 году жизни что-то вроде собственного некролога», — начинает Эйнштейн и после этого рассказывает, как у него появилась всепоглощающая тяга к познанию рациональных законов мироздания. Потом он излагает свое гносеологическое кредо и вновь возвращается к «некрологу», к генезису математических интересов. Основная часть статьи посвящена оценке наиболее крупных физических идей XVII—XIX вв. — ньютоновой механики, термодинамики, электродинамики и затем физических идей, появившихся в нашем столетии. После итоговой оценки механики Ньютона Эйнштейн говорит:

¹ См.: Helle Zeit — Dunkle Zeit. In Memoriam Albert Einstein. Hrsg. Carl Seelig. Zürich, 1956, p. 9—17. Далее обозначается: Helle Zeit, с указанием страницы.

² Albert Einstein. *Philosopher-Scientist*. Ed. by Paul A. Schilpp. Evanston, 1949. См. перевод: *Эйнштейн А.* Собрание научных трудов, т. 4, М., 1967, с. 259—293. Далее обозначается: *Эйнштейн*, с указанием тома и страницы.

«„И это некролог?“ — может спросить удивленный читатель. По сути дела — да, хотелось бы мне ответить. Поэтому что главное в жизни человека моего склада заключается в том, что он думает и как он думает, а не в том, что он делает или испытывает. Значит, в некрологе можно в основном ограничиться сообщением тех мыслей, которые играли значительную роль в моих стремлениях».

Мы будем много раз возвращаться к автобиографии Эйнштейна, рассказывая о его мировоззрении и истоках великих открытий.

Эйнштейн не случайно назвал свою автобиографию некрологом. В данном случае «некролог» означает итоговую оценку творчества и мировоззрения. Эйнштейн выделил из биографии историю: выделил из жизни, калейдоскопически пестрой, полной мимолетных и мелких событий, то, что делает эту жизнь элементом духовной истории человечества. Никогда история науки не совпадала в такой степени с творческим путем ученого. В этом и состоит гениальность мыслителя. Как уже говорилось, гений — это человек, чья жизнь в наибольшей степени совпадает с жизнью человечества. Интересы гениального ученого — это имманентные потребности развивающейся науки, стремления гения — это имманентные пути науки, успехи гения — это переходы науки с одной ступени на другую, высшую. Такое совпадение было в колоссальной (среди физиков, быть может, беспрецедентной!) степени свойственно Эйнштейну.

Именно поэтому Эйнштейн никогда не думал о своей гениальности и отвечал характерным, необычайно искренним, совершенно детским смехом на каждую попытку присоединить к его имени этот эпитет. Размышления о собственной личности входят в тот комплекс «только личного», от которого гений освобождается, становясь выразителем «надличного» процесса.

Противопоставление «только личного» и «надличного» в автобиографии Эйнштейна (эти понятия появляются в ней с первых страниц) определяет структуру «некролога»; в частности, подчеркнут ретроспективный характер изложения интеллектуальной жизни Эйнштейна, преимущественное внимание к ее большому, подлинно историческим вехам. Мы будем иметь возможность остановиться подробнее на этой крайне важной черте автобиографии. Здесь отметим только, что и биография Эйнштейна долж-

на в некоторой мере следовать структуре автобиографии, она должна часто отступать от хронологической последовательности в изложении духовного развития Эйнштейна, давать итоговые характеристики, проследивать совпадение жизни ученого с исторической эволюцией науки. Тогда она будет биографией гения.

Биография не будет биографией Эйнштейна, если она не станет исходить из итоговых характеристик исторического процесса, воплотившегося в творческом пути создателя теории относительности. Но она не будет биографией Эйнштейна, если сведется к итоговым характеристикам и историческим проблемам. Трех поколениям современников Эйнштейна дороги самые мельчайшие подробности его жизни, его наружность, его привычки, его манера говорить. В памяти людей запечатлелось не только ощущение (чаще всего интуитивное) колоссальной мощи интеллекта, но и человечность, мягкость, обаяние.

При всем абстрактном характере своих идей, при всем напряженном, определившем смысл жизни стремлении отойти от повседневного Эйнштейн не остался в памяти человечества лишенным конкретных черт пророком, принесшим людям скрижали завета с вершин абстрактной мысли. В конечном счете это связано с мировоззрением и со смыслом научного подвига. Эйнштейн знал — это была одна из его исходных идей, — что абстрактная мысль, безупречная по своей логической строгости, не может сама по себе найти действительные закономерности Вселенной. В конце концов Эйнштейн нашел новые скрижали завета, новые мировые уравнения, исходя из эксперимента, разбившего старые скрижали.

Создатели догматических доктрин становятся небожителями уже в глазах своих непосредственных учеников. Эйнштейну эта судьба не грозит даже в самом отдаленном будущем. Неаприорный и недогматический характер теории относительности гармонирует с образом ее творца. Эйнштейн с отрочества стремился найти рациональную схему мироздания, но не допускал мысли об априорной рамке, будто бы вносящей *ratio* в хаотический поток бытия. Напротив, *ratio*, упорядоченность свойственны миру как «внеличному», независимому от сознания объекту.

Соответственно и большие идеи, охватывающие все мироздание, вырастают из непрерывного потока эмпирического знания, они ищут в этом потоке подтверждение,

изменяются, обобщаются, конкретизируются. При таком понимании генезиса научных идей они никогда не выглядят пророчествами, а их автор пророком — ни в своих собственных глазах, ни в глазах человечества.

Автобиография Эйнштейна заканчивается словами: «Этот рассказ достиг своей цели, если он показал читателю, как связаны между собой усилия целой жизни и почему они привели к ожиданиям определенного рода»³.

Автобиография последовательно рассказывает о наиболее крупных направлениях деятельности Эйнштейна, и приведенная фраза может означать констатацию связи между этими направлениями. Творческий путь Эйнштейна производит впечатление удивительной логической стройности и похож в этом отношении на упорядоченный, рациональный и единый мир, который Эйнштейн искал в беспорядочной смене отдельных наблюдений и экспериментов. Разумеется, это не только аналогия. Каждый великий мыслитель в конце концов подчинял свою жизнь единому интеллектуальному подвигу. Но Эйнштейн выделяется из ряда исследователей природы гармонией научных интересов и направлений мысли. Может быть, лучше сказать не «гармонией», а «мелодией»: направления мысли Эйнштейна, следующие друг за другом во времени, образуют настолько закономерный ряд, что составителю биографии Эйнштейна почти не приходится тратить усилия на поиски внутренней логики событий творческой жизни. И не только творческой. Личная жизнь Эйнштейна была в очень большой степени подчинена логике его научного подвига. Эйнштейн в своей автобиографии хотел отойти от всего случайного и личного, чтобы представить «надличную» эволюцию мысли. Но он это делал не только *post factum*, в автобиографии, но и в самой жизни. Когда читаешь автобиографию Эйнштейна, кажется, что это музыкальное произведение, в котором каждая нота однозначно определена общей темой.

В автобиографии Эйнштейна есть формулы, которые берут в одни скобки весь творческий путь Эйнштейна и вместе с тем исторический путь науки в целом. Мне хотелось воспользоваться этими формулами и назвать книгу об Эйнштейне «Бегство от чуда»; так Эйнштейн называл

³ *Эйнштейн*, 4, 293.

преодоление чувства удивления перед парадоксальным фактом, включение этого парадоксального факта в рациональную схему мироздания. Мне хотелось также назвать эту книгу «Бегство от очевидности». Эйнштейн рассматривал «очевидное» как нечто соответствующее привычным представлениям и видел суть науки в создании новых концепций, противоречащих «очевидным» логическим схемам и «очевидным» результатам наблюдений, но отвечающих более точному эксперименту и более точной, строгой и стройной логической схеме.

И, наконец, мне хотелось назвать книгу об Эйнштейне «Бегство от повседневности». Эйнштейн рассказывает в своей автобиографии, как в его сознании все обыденное, преходящее, личное уступало место всеохватывающему стремлению к познанию реального мира в его единстве.

Все эти формулы позволяют ощутить потрясающую монолитность фигуры Эйнштейна, гармонию мысли и чувства, пронизывающую его биографию. Образ Эйнштейна, погруженного в расчеты, которые должны ответить на вопрос, конечна или бесконечна Вселенная, и образ человека, переписывающего от руки свою первую статью о теории относительности, чтобы проданный автограф дал средства для некоего общественного начинания (в сороковые годы он был куплен библиотекой Конгресса за многомиллионную сумму), — эти образы кажутся слившимися; нам представляется, что в каждом случае только так и мог поступить Эйнштейн. Мы уверены, что только человек, никогда не думавший о себе, мог с такой отрешенной от всего личного последовательностью разрабатывать теорию, равную с очевидностью наблюдения, с очевидностью логики, с тысячелетней традицией, теорию, «безумную» в самом высоком и благородном смысле этого слова. В этом смысле душевная чистота Эйнштейна кажется нам неотделимой от титанической силы мышления.

В «Первых воспоминаниях» Льва Толстого помещен рассказ о «зеленой палочке», на которой написан секрет общечеловеческого счастья, и о других тайнах, которые могут быть открыты, если в течение часа не думать о неких безразличных вещах. Чтобы обрести «зеленую палочку» в науке, нужна такая сила не сворачивающей в сторону мысли, которая эквивалентна абсолютному отсутствию посторонних помыслов в сознании, очищенном от всего преходящего и личного.

Если построить биографию Эйнштейна как рассказ о едином процессе поисков, все более общих и точных закономерностей мироздания, то такой рассказ может быть разделен на следующие части.

Отрочество было периодом первых порывов к «надличному», поисков смысла жизни, приведших к естественно-научным интересам, к стремлению узнать закономерности объективного мира. Студенческие годы были годами выработки мировоззрения и приобретения математических и физических знаний, синтез которых привел к созданию специальной теории относительности. Создание этой теории завершило первую часть творческого пути Эйнштейна.

Вторая часть — попытки обобщения теории относительности на ускоренные движения. Они завершаются появлением общей теории относительности, новой космологии, основанной на общей теории относительности, и ее подтверждением при наблюдении солнечного затмения, подтверждением, которое принесло теории широкое признание.

Третий период проходит под знаком (большей частью неявным) приближения атомной эры. В двадцатые годы создается теория микромира — квантовая механика. Эйнштейн занимает критическую позицию по отношению к некоторым идеям этой теории. Сам он разрабатывает, вернее, стремится разработать, единую теорию поля.

В большинстве случаев оценки творчества Эйнштейна и, в частности, биографические очерки исходят из признания бесплодности этого круга идей Эйнштейна. Однако сейчас в физике наметились такие тенденции, которые позволяют пересмотреть старые оценки и по-иному предстать объективный смысл беспримерного по напряженности интеллектуального труда, заполнившего половину жизни великого мыслителя. Анализ указанных тенденций и некоторый прогноз в отношении дальнейшего развития учения об элементарных частицах служат поэтому необходимой предпосылкой итоговых оценок, а следовательно, и освещения творческого пути Эйнштейна.

Отрочество

Его называли пай-мальчиком за болезненную любовь к правде и справедливости. То, что тогда окружающим казалось болезненным, представляется сейчас выражением исконного, неистребимого инстинкта. Кто знает Эйнштейна как человека и ученого, тому ясно, что эта детская болезнь была лишь предвестницей его несокрушимого морального здоровья.

А. Мошковский

Среда, в которой Эйнштейн получил первые жизненные впечатления, позволила ему рано ощутить две диаметрально противоположные исторические традиции. Он их ощущал и позже — всю жизнь. Одна традиция — рационалистическая. В Швабии, где родился Эйнштейн, она имела прочные корни, которые отчасти шли из Эльзаса и далее из Франции. Другая традиция — слепая вера в непогрешимость полицейского государства, так рельефно показанная в «Верноподданном» Генриха Манна. Ее представителями были прусские офицеры и чиновники, насаждавшие в южной Германии вновь созданную имперскую государственность. Эйнштейн стал выразителем первой, рационалистической тенденции. Его жизненным идеалом было познание мира в его единстве и рациональной постижимости. Правда, парадоксальный мир Эйнштейна далек от застывшей картины мира, из которой исходили представители классического рационализма XVIII в. Но все, что сопутствовало унаследованному от XVIII в. рационалистическому мировоззрению, — идея суверенности разума, ирония Вольтера и его терпимость, провозглашенная Руссо защита естественных стремлений человека от тирании, — все это в известной мере сохранилось в нравах и взглядах окружавшей Эйнштейна среды и навеянное ранними впечатлениями оставалось живым в его душе. Сохранилась и враждебная традиция. Она при жизни Эйнштейна приняла размеры и формы, угрожавшие существованию цивилизации.

Альберт Эйнштейн родился 14 марта 1879 г. в Ульме — у подножия Швабских Альп, на левом берегу Дуная. Этот старинный город, история которого восходит к IX в., когда-то был наиболее передовым и процветающим в Швабском союзе городов. В XVI в. Ульм, ставший к тому времени большой крепостью, участвовал в борьбе протестантских князей против католической церкви и императорской власти. Во времена наполеоновских войн Ульм стяжал известность благодаря происшедшему здесь разгрому австрийской армии Макка.

В 1809 г. по Венскому мирному договору, закрепившему поражение Австрии, Ульм вошел в состав Вюртембергского королевства. В 1842 г. разрушенные крепостные сооружения были восстановлены и перестроены прусскими инженерами. Вокруг Ульма возведено двенадцать фортов и крепостных башен, охватывающих оба берега Дуная.

В семидесятые годы Ульм сохранил черты средневекового швабского города: узкие, кривые улочки, дома с островерхими фронтонами, огромный, господствующий над городом готический собор XV в. со шестидесятиметровой башней. С нее открывается панорама равнин и холмов до хребтов Тироля и Швейцарии, перспектива Швабских Альп, далеко видны долины Баварии и Вюртемберга, а в непосредственной близости — мощные очертания цитадели Вильгельмсбург и окружающих ее фортов, городская ратуша, рыночная площадь, литейные заводы и ткацкие фабрики. Тридцать тысяч жителей — торговцы сукном и кожами, поденщики, ремесленники, литейщики, ткачи, каменщики, столяры, мастера, изготавливающие знаменитые ульмские курительные трубки, мебельщики, пивовары. В большинстве коренные швабы — на две трети католики, на одну треть лютеране, несколько сот евреев, чей жизненный модус мало чем отличается от общего.

Всюду слышен мелодичный швабский диалект, следы которого надолго сохранились в речи Эйнштейна и который на всю жизнь сохранила Эльза, жена Эйнштейна. В ее устах Альберт всегда был «Alberti», страна (Land) — Ländl, город (Stadt) — Städtl¹. На фоне этого мягкого эмоционального диалекта звучала отрывистая и резкая речь прусских офицеров и чиновников, постепенно навод-

¹ Frank P. Einstein, his life and times. New York, 1947, p. 4. Далее обозначается: *Frank*, с указанием страницы.

нявших швабские земли. Этот диссонанс выражал и символизировал более глубокие различия указанных выше идейных и культурных традиций. Мелкобуржуазным кругам Вюртемберга была свойственна известная широта взглядов, религиозная и национальная терпимость — черты, противоположные национализму, ограниченности и чванливой нетерпимости, объединенных общим наименованием «пруссачество».

В среде, к которой принадлежала семья Эйнштейна, существовал культ Гейне, Лессинга и Шиллера. Их книги стояли на полках вместе с Библией в еврейских семьях и Евангелием в христианских. Особенно популярным был Шиллер, в произведениях которого звучала родная швабская лексика.

Семья Эйнштейна переселилась в Ульм из Бухау, другого вюртембергского городка. Отец его, Герман Эйнштейн, окончив штутгартскую гимназию, хотел поступить в университет: у него были математические способности и интересы. Но вместо университета пришлось заняться торговлей. В 1878 г. Герман Эйнштейн женился на дочери богатого штутгартского хлеботорговца Полине Кох. Они поселились в Бухау, а в 1877 г. переехали в Ульм, где десятью годами ранее обосновался дед Эйнштейна и было немало родных. Герман Эйнштейн открыл в Ульме электротехнический магазин. В Эхингене, в двадцати пяти километрах от Ульма, жил двоюродный брат Германа Эйнштейна Рудольф. У него была дочь Эльза — в будущем жена Альберта. По материнской линии они находились в еще более близком родстве: мать Эльзы была сестрой Полины Кох.

В 1880 г. родители Альберта переселились в Мюнхен. Герман и его брат Якоб открыли здесь электротехническую мастерскую. Когда Альберту было пять лет, они переселились в Зендлинг — предместье Мюнхена, построили дом и небольшую фабрику, где изготовлялись динамомашинные, дуговые фонари и измерительные приборы. На постройку ушли остатки приданого матери Эйнштейна.

В Мюнхене в 1881 г. родилась сестра Альберта Майя. Почти ровесники, они были потом очень дружны. Сад, окружавший дом, был местом их игр.

Герман Эйнштейн привил своей семье любовь к природе. Традицией стали регулярные прогулки по живописным окрестностям города. В них принимали участие мно-

гочисленные родственники, иногда Рудольф Эйнштейн, приезжавший из Эхингена с маленькой Эльзой.

Мать Альберта играла на пианино и пела. Ее любимым композитором был Бетховен, и с наибольшим увлечением она исполняла его сонаты. Вся семья любила музыку и классическую немецкую литературу.

Якоб Эйнштейн, очень образованный инженер, развивавший у Альберта склонности к математике, жил в семье своего брата Германа Эйнштейна. Братья вместе руководили электротехнической фабрикой. Герману принадлежало коммерческое, Якобу — техническое руководство. Герман Эйнштейн не был удачливым коммерсантом, и средства семьи были крайне ограничены.

Альберт рос тихим, молчаливым ребенком. Он чуждался товарищей и не участвовал в шумных играх. Ему претила любимая игра сверстников в солдаты. По всей стране гремела музыка военных оркестров. Дефилировали войска, сопровождаемые толпой восторженных мальчишек, а на тротуарах стояли обыватели, с гордостью наблюдая этот марш молодой империи, довольные новым поприщем, широко открывшимся для карьеры их отпрысков. А бедный маленький Альберт, державшийся за руку отца, плакал и просился домой. Его нервировал и пугал шум.

Альберт подрос, пора было отдавать его в школу. Начальное образование в Германии находилось в ведении церкви, и школы строились по принципу вероисповедания. Еврейская школа помещалась далеко от дома, да и обучение в ней было не по средствам. Мальчика отдали в расположенную поблизости католическую школу. Здесь товарищи по школе обратили внимание на характерную черту Альберта — болезненную любовь к справедливости. Мошковский, записывавший в двадцатые годы беседы с Эйнштейном, говорит об этой появившейся уже в детстве черте своего великого собеседника в строках, помещенных в эпиграфе². По-видимому, здесь же, в начальной школе, Эйнштейн впервые столкнулся с антисемитизмом. «Еврейские дети, — пишет Мошковский со слов Эйнштейна, — были в школе в меньшинстве, и маленький Альберт почувствовал здесь на себе первые брызги антисемитской

² Мошковский А. Альберт Эйнштейн. Беседы с Эйнштейном о теории относительности и общей системе мира. М., 1922, с. 191—192. Далее обозначается: *Мошковский*, с указанием страницы.

волны, которая из внешнего мира грозила перекинуться в школу. Впервые почувствовал он, как что-то враждебное ворвалось диссонансом в простой и гармоничный мир его души»³.

Быть может, этот диссонанс не был первым. Он, скорее всего неосознанно, ассоциировался со звуками прусских военных труб на фоне классической музыки, с командными окриками на фоне мягкого и эмоционального диалекта южной Германии. Разумеется, только через много лет Эйнштейн смог увидеть общность различных проявлений темной, иррациональной силы, направленной против разума и гармонии, к которым с детства тянулась его душа. Но уже теперь брызги антисемитизма ранили Эйнштейна не потому, что он был их жертвой, а потому, что они противоречили уже поселившимся в его сознании идеалам разума и справедливости. Во всяком случае, они не вызвали у Эйнштейна (ни в то время, ни позже) чувства национальной обособленности; напротив, они вкладывали в его душу зародыши интернациональной солидарности людей, преданных этим идеалам.

Десять лет Эйнштейн поступил в гимназию. Здесь обстановка плохо вязалась со склонностями и характером подростка. Классическое образование выродилось в зубрежку латинской и греческой грамматик, а история — в скучную хронологию. Преподаватели подражали офицерам, а учащиеся выглядели нижними чинами. Вспоминая об этом времени, Эйнштейн говорил: «Учителя в начальной школе казались мне сержантами, а в гимназии — лейтенантами». Этот общий фон не исключал светлых пятен. Был в гимназии учитель по фамилии Руэс, пытавшийся открыть ученикам сущность античной цивилизации, ее влияние на классическую и современную немецкую культуру, преемственность культурной жизни эпох и поколений. Навсегда запомнилось Эйнштейну наслаждение, которое он испытывал на уроках Руэса во время чтения «Германа и Доротеи», этого шедевра романтического сентиментализма. Эйнштейн был увлечен своим учителем, искал его бесед, с радостью подвергался наказанию — оставался без обеда в дни дежурства Руэса. Впоследствии, став уже профессором в Цюрихе, Эйнштейн, проезжая

³ Мошковский, 192.

через Мюнхен, решил навестить Руэса. Старому учителю ничего не сказала фамилия бедно одетого молодого человека. Он вообразил, что тот будет просить помощи, и принял его очень холодно. Эйнштейн поспешил ретироваться.

Мальчик переходил из класса в класс. Сосредоточенный и тихий, он без блеска справлялся со школьной программой. Точность и глубина его ответов ускользали от педагогов, с трудом терпевших медлительность речи Эйнштейна.

Между тем в мозгу этого тихого мальчика возникали интеллектуальные порывы, он стремился увидеть вокруг себя, в мире и обществе, гармонию, которая была бы созвучна его внутреннему миру. Первоначальная религиозность была быстро разрушена знакомством с устройством Вселенной. Школьные учебники не могли раскрыть гармонию мироздания. Это сделали популярные книги. Их рекомендовал Альберту студент-медик из Польши Макс Талмей, посещавший семью Эйнштейна. В этой семье соблюдалась традиция каждую пятницу приглашать к ужину бедного студента из эмигрантов. По совету Талмея Альберт прочел составленные Бернштейном «Популярные книги по естествознанию». Здесь были собраны сведения из зоологии, ботаники, астрономии, географии и, что особенно существенно, все излагалось под знаком универсальной причинной зависимости явлений природы. Затем Альберт с увлечением принялся за книгу Бюхнера «Сила и материя». В конце столетия эта книга еще имела хождение среди немецкой молодежи, хотя и не такое, как среди русской молодежи шестидесятых годов. При всей своей ограниченности, при всем игнорировании бесконечной сложности мира книга Бюхнера была для многих импульсом для отказа от религии. На Эйнштейна она повлияла в очень большой степени. Школьное и гимназическое образование придерживалось библейского толкования происхождения мира и жизни. В книге Бюхнера все современные знания объединялись отрицанием какого бы то ни было религиозного начала и утверждением материальности мира.

В начальной школе Эйнштейн получил представление о католической религии. В гимназии он изучал иудейский религиозный закон, преподавание которого предусматривалось для еврейской группы учащихся. Эйнштейна увлекала историческая и художественная ценность Ветхо-

го завета, но естественнонаучные знания уже сделали свое дело: разброд верований и представлений сменялся постепенно антипатией к религии. У Эйнштейна сложилось намерение выйти из еврейской религиозной общины и отказаться от какого бы то ни было вероисповедания.

Интерес к математике появился у Эйнштейна рано. Его дядя Якоб говорил мальчику: «Алгебра — это веселая наука. Когда мы не можем обнаружить животное, за которым охотимся, мы временно называем его икс и продолжаем охоту, пока не засунем его в сумку». И Альберт принялся за охоту. Он уходил от общепринятых методов и искал новые способы решения простых задач.

Ему было около двенадцати лет. В предстоящем учебном году начинались новые предметы — алгебра и геометрия. С алгеброй он уже был знаком, с геометрией еще не сталкивался. Эйнштейн приобрел учебник геометрии и, как делают все школьники, принялся его листать. Первая же страница захватила его, и он не мог оторваться от книги.

Шести лет его начали учить играть на скрипке. Здесь ему тоже не повезло. Преподаватели музыки не смогли воодушевить ребенка. В течение семи лет Альберт добросовестно тянул скучную лямку. Но вот он принялся за сонаты Моцарта и ощутил их грацию и эмоциональность. Ему хотелось, чтобы все это вылилось из-под его смычка, но не хватало умения. Он принялся оттачивать свою технику, и наконец Моцарт зазвучал. Музыка стала наслаждением. С четырнадцати лет он уже участвовал в домашних концертах. Моцарт в музыке сыграл для него ту же роль, что геометрия Евклида в науке.

Студенческие годы

Только достойно пройдя искуc больших испытаний,
Греческий юноша мог в храм элевзинский вступить.
...Хватит ли сил у тебя вести тяжелейшую битву,
Разум и сердце твои, чувства и мысль примирить?
Хватит ли мужества биться с бессмертною гидрой
сомнения,
Выйти бестрепетно в бой против себя самого?
Хватит ли зоркости глаза, невинности чистого сердца,
Чтобы с обмана сорвать истины светлый венец?

Шиллер

Радость видеть и понимать есть самый пре-
красный дар природы.

Эйнштейн

Когда Эйнштейну исполнилось пятнадцать лет, его родители переселились в Италию. В Мюнхене Германа Эйнштейна преследовали неудачи: фабрика не приносила доходов, ему грозило разорение. Нужно было искать успеха в другом месте. Его привлекла Италия и деловыми перспективами, и красочностью жизни. Кроме того, обещали поддержку богатые родственники Полины Эйнштейн — хлеботорговцы в Генуе.

В 1894 г. Герман и Якоб основали электротехническую фабрику в Милане. Она не давала доходов. Тогда братья переехали в Павию. Но и здесь их преследовали неудачи, и вскоре в Милане снова была открыта фабрика «Per la costruzione di dinamo e motori elettrici a correnti continue e atlernate» (для производства динамо и моторов постоянного и переменного тока). Фабрика существовала благодаря поддержке родственников — итальянских и немецких представителей семьи Кох.

Альберт оставался в Мюнхене: нужно было закончить гимназию. Но это не удалось. Хотя он опередил своих соучеников по математике и физике, однако пребывание в гимназии становилось для него все более тяжелым. Под влиянием чтения возрастало критическое отношение к гимназической науке. Невыносимыми стали зубрежка латинского и греческого языков, рутинa и обилие бесполез-

ных сведений в остальных предметах, казарменный дух гимназии и апломб невежественных гимназических властей.

Сосредоточенный, равнодушный к школьным забавам, Эйнштейн не приобрел в школе близких друзей, а семья была далеко. У него все сильнее зрело желание оставить гимназию и уехать к родным. Он уже запасся справкой врача о необходимости полугодичного отдыха в связи с состоянием нервной системы. Однако гимназическое начальство опередило его намерения. Оно давно уже косилось на скептицизм и свободомыслие Эйнштейна. Ему предложили покинуть гимназию, так как его присутствие разрушает у учащихся чувство уважения к школе. За год до окончания Эйнштейн оставил гимназию и уехал к родным. По приезде в Милан он вышел из германского подданства.

Италия очаровала Эйнштейна. Античные храмы, музеи и картинные галереи, дворцы и живописные хижинки... Люди веселые, приветливые, с непринужденными манерами, они трудятся и бездельничают, веселятся и ссорятся с одинаковой экспансивностью и выразительной жестикуляцией. И всюду музыка и пение и оживленная, мелодичная речь. Какой контраст со строгой чопорностью, окружавшей его в Германии, со стихией предписаний, норм, ранжира и табеля! Он совершил путешествие в Геную, и всюду его не покидало ощущение духовной свободы.

Однако надо было устраивать свою судьбу. Дела отца шли все хуже. Организация электротехнической мастерской в Милане и Павии отняла все сбережения и не принесла доходов. Отец предупредил Альберта, что выделять ему средства становится все труднее и что следует как можно скорее приобрести профессию. Склонности Эйнштейна уже определились: его привлекали математика и теоретическая физика. Но как связать это с практической деятельностью? Отец и дядя настаивали на инженерном поприще. Их совету приходилось следовать, в университет было трудно поступить без гимназического аттестата. На семейном совете было решено, что Альберт поступит в техническое учебное заведение; причем нужно было выбрать такое, где преподавание велось на немецком языке. Германия исключалась, а вне ее наибольшей известностью пользовался Цюрихский политехнический институт (или Политехникум). Эйнштейн отправился в Цюрих. Он

блестяще сдал математику, но проявил недостаточные знания по иностранным языкам, ботанике и зоологии. Отсутствие гимназического аттестата сыграло свою роль: его не приняли. Добрый совет Эйнштейну дал директор Политехникума, плененный его математической эрудицией. Следовало закончить одну из швейцарских средних школ и через год поступать вновь. Директор рекомендовал кантональную школу в маленьком городке Аарау как наиболее передовую и по методам обучения, и по составу преподавателей.

Эйнштейну не хотелось возвращаться в среднюю школу, от которой он бежал в Мюнхене, но делать было нечего, и скрепя сердце он поступил в последний класс. Вскоре от его предубеждений не осталось и следа. Преподаватели были друзьями учеников, уроки были интересными, они сопровождались самостоятельной работой учащихся в физической и химической лабораториях; в школьном зоологическом музее работали с микроскопом и ланцетом. Мысль учащихся старших классов обращалась и к общественным проблемам, которыми был насыщен воздух Швейцарии благодаря эмигрантской революционной молодежи. Поселился Эйнштейн у преподавателя школы Винтелера, с детьми которого — своими сверстниками — делил досуг, совершая прогулки в горы. Появились друзья и среди соучеников.

Время, проведенное в Аарау (с осени 1895 г. до весны 1896 г.), показало Эйнштейну, что в школе, не скованной рутиной, руководимой передовыми людьми, преподавание становится интересной, увлекательной профессией, которую легко сочетать с научной деятельностью. В 1896 г. он закончил школу и был принят без экзаменов на педагогический факультет Цюрихского политехникума, подготавливавший преподавателей физики и математики. Здесь Эйнштейн учился с октября 1896 г. по август 1900 г.

По существу, это был физико-математический факультет. Эйнштейн записался на курсы математики и физики и на некоторые специальные курсы по философии, истории, экономике и литературе¹. Но на основные лекции по

¹ Вот перечень этих курсов: дифференциальные и интегральные уравнения (Адольф Гурвиц), начертательная геометрия (Вильгельм Фидлер), аналитическая геометрия, теория инвариантов, теория определителей (Карл Фридрих Гейзер), теория опреде-

физике и математике он ходил редко. Генрих Фридрих Вебер, читавший курс физики, был выдающимся электротехником, но в области теоретической физики он ограничивал преподавание сведениями, уже известными Эйнштейну. Последний предпочитал непосредственно погружаться в труды Максвелла, Кирхгофа, Больцмана и Герца. В эти годы Эйнштейн переходит от первоначальных интересов, в равной степени направленных к физике и к чистой математике, к преимущественному интересу, сосредоточенному на некоторых коренных проблемах теоретической физики. Математику преподавали, в частности, такие выдающиеся исследователи, как Адольф Гурвиц и Герман Минковский. Но их лекции не заинтересовали Эйнштейна. Причина этого будет освещена позже, в связи с характеристикой отношения Эйнштейна к математике. Минковский — в будущем создатель математического аппарата теории относительности — не видел на своих лекциях ее будущего творца. Когда появилась теория относительности, Минковский заметил, что не ожидал ничего подобного от своего цюрихского студента.

На лекции Минковского и других профессоров, читавших различные разделы высшей математики, аккуратно ходил Марсель Гроссман, с которым Эйнштейн подружился и которого впоследствии привлек к разработке математического аппарата общей теории относительности. Гроссман давал Эйнштейну свои тетрадки с записями лекций. В автобиографии 1949 г. Эйнштейн вспоминает об этом и попутно посвящает несколько слов той свободе в посещении лекций, которой он пользовался в Цюрихе. Принудительное изучение предмета ради экзамена угнетало его.

ленных интегралов, теория линейных уравнений (Артур Гирш), геометрическая теория чисел, теория функций, эллиптические функции, дифференциальные уравнения в частных производных, вариационное исчисление, аналитическая механика (Герман Минковский), общая механика (Альбин Герцог), применения аналитической механики (Фердинанд Рудио), физика, электротехника (Генрих Фридрих Вебер), физическая практика (Йоганн Пернет), астрофизика, астрономия (Альфред Вольфер), теория научного мышления, философия Канта (Август Штадлер) и из необязательных предметов: проектирование (Эрнст Фидлер), внешняя баллистика (Гейзер), древняя история, геология (Альберт Гейм), история Швейцарии (Вильгельм Эхсли), экономика (Юлис Платтер), статистика, страхование (Якоб Ребштейн); произведения и мировоззрение Гете (Роберт Зайчик).

«Такое принуждение настолько меня запугивало, что целый год после сдачи окончательного экзамена всякое размышление о научных проблемах было для меня отравлено. При этом я должен сказать, что мы в Швейцарии страдали от такого принуждения, удушающего настоящую научную работу, значительно меньше, чем страдают студенты во многих других местах. Было всего два экзамена, в остальном можно было делать более или менее то, что хочешь. Особенно хорошо было тому, у кого, как у меня, был друг, аккуратно посещавший все лекции и добросовестно обрабатывавший их содержание. Это давало свободу в выборе занятия вплоть до нескольких месяцев перед экзаменом — свободу, которой я широко пользовался; связанную же с ней нечистую совесть я принимал как неизбежное, притом значительно меньшее зло. В сущности, почти чудо, что современные методы обучения еще не совсем удушили святую любознательность, ибо это нежное растение требует, наряду с поощрением, прежде всего свободы — без нее оно неизбежно погибает»².

В Цюрих, как и в другие университетские города Швейцарии, стекалась разноплеменная толпа студентов, революционных эмигрантов либо юношей и девушек, покинувших родину из-за национальных и сословных ограничений. Многие из студентов не были революционерами, но почти все были приверженцами демократических идей. Это была среда с большим политическим и научным темпераментом. Даже те представители цюрихской молодежи, чьи интересы были ограничены чистой наукой, не могли не поддаться влиянию среды.

Эйнштейн сблизился со многими из студентов-эмигрантов. Среди его знакомых была Милева Марич, сербская девушка, эмигрантка из Австро-Венгрии. Это была очень серьезная, молчаливая студентка, не блиставшая в студенческой среде ни живостью ума, ни внешностью. Она изучала физику, и с Эйнштейном ее сблизил интерес к трудам великих ученых. Эйнштейн испытывал потребность в товарище, с которым он мог бы делиться мыслями о прочитанном. Милева была пассивным слушателем, но Эйнштейн вполне удовлетворялся этим. В тот период судьба не столкнула его ни с товарищем, равным ему по силе ума (в полной мере этого не произошло и позже), ни

² *Эйнштейн*, 4, 264—265.

с девушкой, чье обаяние не нуждалось бы в общей научной платформе.

Ближайшими друзьями Эйнштейна были упомянутый уже Гроссман, Луи Коллрос и Якоб Эрат. Все они, как и Милева Марич, поступили в Политехникум в 1896 г. Гроссман жил со своими родителями в деревне Тальвиль, на берегу Цюрихского озера, и Эйнштейн часто бывал в этой семье. Якоб Эрат, рядом с которым Эйнштейн сидел обычно на лекциях, жил тоже в семье; у него была мать, очень любившая Эйнштейна. Она много лет вспоминала, как Эйнштейн пришел к ним простуженный и завязанный каким-то странным шарфом, оказавшимся дорожкой с коммод — скромным украшением комнаты, которую он снимал у гладильщицы. Кстати, эта гладильщица любила работать под музыку, — и Эйнштейн, услаждая слух доброй женщины своей скрипкой, пропускал лекции и (это ему иногда казалось большой потерей) свидания с друзьями в кафе «Метрополь».

Эйнштейн общался также с семьей Густава Майера, который жил когда-то в Ульме и был другом его отца. Майер и его жена очень любили Эйнштейна. Много позже, в день их золотой свадьбы, Эйнштейн писал супругам Майер:

«Вы были любимыми друзьями моих родителей в Ульме еще в те времена, когда аист только собирался доставить меня из своей неисчерпаемой кладовой. Вы оказали мне сердечную поддержку, когда осенью 1895 г. я приехал в Цюрих и срезался на экзаменах. Ваш гостеприимный дом был всегда открыт для меня в мои студенческие годы, даже тогда, когда я в грязных башмаках спускался с Ут-либерга»³.

Иногда Эйнштейн заходил к своему дальнему родственнику Альберту Карру — цюрихскому представителю фирмы Кох (генуэзских родственников Эйнштейна). Там устраивались домашние концерты: Эйнштейн аккомпанировал жене Карра, обладавшей прекрасным голосом.

Каникулы Эйнштейн проводил у родителей, в Павии или в Милане.

Средства у Эйнштейна были скудные. Дела отца не улучшались. Эйнштейн получал ежемесячно сто франков

³ Цит. по кн.: *Seelig C. Albert Einstein. Leben und Werk eines Genies unserer Zeit.* Zürich, 1960, p. 7. Далее обозначается: *Seelig*, с указанием страницы.

от своих богатых родственников в Генуе, из них двадцать откладывал: он решил принять швейцарское подданство, а на это нужны были деньги.

Осенью 1900 г. Эйнштейн сдал выпускные экзамены и получил диплом. Друзья его также окончили Политехникум (кроме Милевы, окончившей в следующем году, но не получившей диплома — их женщинам не выдавали, заменяя простыми справками об окончании). Отметки Эйнштейна были следующими (по шестибальной системе): теоретическая физика — 5; физический практикум — 5; теория функций — 5,5; астрономия — 5; дипломная работа — 4,5; общий балл — 4,91.

Несмотря на хорошие отметки и репутацию талантливого исследователя, Эйнштейн не был оставлен при Политехникуме. Друзья же его были оставлены: Гроссман — у Фидлера, Эрат — у Рудио и Коллрос — у Гурвица. Эйнштейн не мог рассчитывать на работу по теоретической или экспериментальной физике. Он не посещал лекций Вебера: из них нельзя было почерпнуть что-либо новое, а в лаборатории Пернета он отбрасывал инструкции для проведения экспериментов и выполнял их по-своему. Он допустил еще более тяжелое нарушение кодекса, назвав однажды Вебера «господином Вебером», а не «господином профессором».

Пришлось искать работу вне Политехникума. Немного Эйнштейн зарабатывал — сущие гроши — вычислительной работой для Цюрихской федеральной обсерватории и ходил по городу в поисках постоянной службы. Он надеялся найти ее в качестве гражданина Швейцарии. В феврале 1901 г., отдав свои сбережения, ответив на вопросы о здоровье и нравах дедушки и заверив надлежащие власти об отсутствии склонностей к алкоголю, Эйнштейн получил швейцарское подданство. В швейцарскую армию нового гражданина не взяли — у него нашли плоскостопие и расширение вен. Эйнштейн продолжал поиски работы, но не находил ее.

В мае Эйнштейну удалось на несколько месяцев устроиться преподавателем профессиональной технической школы в городе Винтертуре. Эйнштейн писал об этом из Милана (куда уехал, ожидая результатов предпринятых им шагов для подыскания работы) одному из цюрихских профессоров:

«Я получил предложение работать в технической шко-

ле в Винтертуре с 15 мая до 15 июля — взять на себя преподавание математики, пока постоянный преподаватель будет проходить военную службу. Я вне себя от радости, получив сегодня извещение, что вопрос разрешен окончательно. Понятия не имею, какой гуманный человек меня туда рекомендовал: ведь я ни у одного из моих бывших профессоров не был на хорошем счету и в то же время мне предложили это место без моей просьбы. Есть еще надежда, что я потом получу постоянную службу в швейцарском патентном бюро... Должен добавить, что я веселый зяблик и не способен предаваться меланхолическим настроениям, если только у меня не расстроен желудок или что-нибудь подобное... На днях я пешком пойду по Шплюгену, чтобы связать приятную обязанность с удовольствием»⁴.

Живо представляешь себе «веселого зяблика», без средств к существованию, без перспектив постоянной службы, находящегося «вне себя от радости» от перспективы получения работы на два месяца и пешей прогулки по горам Шплюгена к месту этой работы. Эйнштейн принадлежал к счастливым натурам, которые легко переносят огорчения, но очень живо и радостно ощущают самую незначительную удачу. Это не мешало глубокому внутреннему драматизму; напротив, в душе, освобожденной от повседневных тревог и огорчений, свободно разыгрывались неличные трагедии.

Осенью 1901 г. Эйнштейн снова оказался без работы. Следующим кратковременным пристанищем был Шафгаузен — маленький городок на берегу Рейна, известный своими водопадами, привлекавшими множество туристов. Здесь жила семья Конрада Габихта, с которым Эйнштейн познакомился в Политехникуме. По рекомендации Габихта Эйнштейн поступил репетитором в частный пансион для учащихся. Ему была поручена подготовка учеников для экзамена на аттестат зрелости. Он принялся за преподавание и старался сделать его живым и интересным, избегая рутины, которая ему самому причинила столько неприятностей в детстве. Но у Эйнштейна и его патрона Якоба Ньюша не совпали взгляды на методы и цели преподавания. Независимость суждений и самостоятельность,

⁴ *Seelig*, 80.

проявленные репетитором, не устраивали Ньюэша, и Эйнштейн был уволен.

В Шафгаузене Эйнштейн часто встречался с Габихтом. Они вели беседы, играли дуэтом на скрипке. Здесь зародилась их дружба, укрепившаяся затем в Берне.

Эйнштейн вновь остался без работы, и вновь ему не удалось найти место учителя. Стена, воздвигнутая перед ним в Политехникуме, охватывала и среднюю школу. Он недоумевал: может быть, сказываются общие условия безработицы, может, дело в том, что он не коренной швейцарец, или в его происхождении, или в нем самом?

В письме Эйнштейна из Милана говорилось о надежде получить место в патентном бюро. Об этом хлопотал Марсель Гроссман. Весной 1902 г. Эйнштейн снова был в Милане и направлял оттуда просьбы о работе в различные университеты. Между тем Гроссману удалось через своего отца добиться для Эйнштейна места в Бернском патентном бюро. Директор этого бюро, инженер Фридрих Галлер, был другом отца Марселя.

В апреле 1902 г. Эйнштейн писал Гроссману:

«Милый Марсель! Когда я вчера нашел твое письмо, оно меня тронуло верностью и человеколюбием, заставившими тебя не забыть старого неудачливого друга. Нелегко было бы найти лучших друзей, чем ты и Эрат. Не стоит даже говорить, как был бы я счастлив, если бы мне удалось приобрести такой круг деятельности; я приложил бы все старания, чтобы с честью оправдать данные мне рекомендации. Уже три недели нахожусь у родителей, чтобы отсюда добиться места ассистента при каком-нибудь университете. Давно я бы добился места, если бы Вебер не интриговал против меня. Но, невзирая на это, не пропускаю ни одной возможности и не теряю юмора... Бог сотворил осла и дал ему толстую кожу.

Сейчас у нас прелестнейшая весна и весь мир глядит на тебя с такой счастливой улыбкой, что поневоле отбрасываешь всякую хандру. Кроме того, музыкальные встречи оберегают меня от скисания. В отношении науки — задумано несколько прекрасных идей, но их еще следует высиживать...»⁵

«Прекрасные идеи» относились к молекулярному притяжению, а эпитет не имел никакого личного оттенка.

⁵ Seelig, 85—86.

Эйнштейн любовался не своими достижениями — это ему было чуждо всегда, — он любовался гармонией природы. Упомянув о работах по молекулярному притяжению, Эйнштейн продолжает: «Как прекрасно почувствовать единство целого комплекса явлений, которые при непосредственном восприятии казались разрозненными!»⁶

Сейчас мы знаем, что в этой фразе заключена программа, охватывающая всю жизнь Эйнштейна.

Когда Эйнштейн приехал в Берн, Галлер долго беседовал с Эйнштейном и проникся убеждением, что этот скромный молодой человек подойдет для работы в патентном бюро, несмотря на отсутствие практического опыта. Он принял Эйнштейна на должность технического эксперта третьего класса с жалованьем в 3500 франков в год. В 1902 г. Эйнштейн переселился в Берн и начал работать в патентном бюро. Вскоре он вызвал в Берн Милеву Марич. Свадьба с Милевой задерживалась из-за болезни отца Эйнштейна. Он, как и мать Эйнштейна, были против этого брака, и во время болезни отца Эйнштейн не решался нарушить его запрет. Однако на смертном одре отец Эйнштейна согласился на брак сына. Свадьбу отпраздновали 6 января 1903 г.; поужинали с появившимися у Эйнштейна бернскими друзьями и отправились из ресторана домой, где выяснилось, что Эйнштейн где-то оставил ключ от квартиры⁷. Они снимали небольшую квартиру (Kramgasse, 49), которую позже сменили на другую (Archivstgasse, 8) — мансарду, откуда открывался великолепный вид на Бернские Альпы и долину Аара.

⁶ Ibid., 86—87.

⁷ Ibid., 95.

Берн

Составление патентных формул было для меня благословением. Оно заставляло много думать о физике и давало для этого повод. Кроме того, практическая профессия — вообще спасение для таких людей, как я: академическое поприще принуждает молодого человека непрерывно давать научную продукцию и лишь сильные натуры могут при этом противостоять соблазну поверхностного анализа.

Эйнштейн

Создавала ли служба в патентном бюро такие благоприятные возможности для творчества Эйнштейна, как это ему казалось? Приведенная выдержка из написанного за месяц до смерти автобиографического наброска — веское свидетельство в пользу такой оценки. Все ретроспективные обзоры своего творческого пути были для Эйнштейна формой определенных концепций, относящихся к природе физических идей и к логическим, психологическим и культурным предпосылкам их генезиса и развития. Дело не в том радостном ощущении, которое характерно для бернского периода жизни Эйнштейна. Подводя итоги своего творческого пути, Эйнштейн подчеркивал то, что действительно было канвой научного подвига.

Жизнь Эйнштейна в Берне можно сравнить с годами, которые Ньютон провел в Вулсторпе (1665—1667) во время чумы, заставившей его уехать из Кембриджа. Ньютон там пришел к идеям дифференциального исчисления, к закону всемирного тяготения и к разложению света на монохроматические лучи. В Берне Эйнштейн создал теорию броуновского движения, теорию фотонов и специальную теорию относительности. Это косвенное, но, может быть, еще более убедительное подтверждение приведенной оценки бернских условий для научного творчества.

Вместе с тем история науки в целом противостоит такой оценке. Подавляющее большинство открытий в физике нового времени было сделано профессиональными исследователями, по большей части прошедшими нормаль-

ный путь: студенческая скамья, научная школа, самостоятельная, но примыкающая к направлению школы задача. Быть может, оценка бернских условий для генезиса теории относительности — вне истории науки, она ограничена биографией Эйнштейна? На этот вопрос можно было бы ответить утвердительно, если бы биография Эйнштейна не оказалась таким большим и значительным отрезком истории науки. Но она была особым отрезком, при изложении которого аналогии мало что дают.

Отметим, что Эйнштейн в течение всей своей жизни в сущности продолжал бернскую традицию: он разрабатывал очередные проблемы, никогда, по-видимому, не думая об оценке результатов. Но это можно было делать в качестве профессионального исследователя — профессора в Праге, Цюрихе, Берлине, Принстоне, — *после* создания теории относительности. В начале творческого пути посторонняя, не связанная с наукой работа облегчала полное поглощение интеллекта содержанием проблем.

Теория относительности с ее прозрачной и законченной первоначальной формулировкой, с открытыми и очищенными путями дальнейшего обобщения и воздействия на все области науки и культуры требовала беспрецедентной способности исключить из сознания все «человеческое, слишком человеческое», включая «соблазны поверхностного анализа».

Соотношения теории относительности Эйнштейна были выведены из пересмотра основных представлений о пространстве и времени, пересмотра, который не был подчинен каким-либо внешним требованиям. Вероятно, Эйнштейн пришел бы к теории относительности и в иных условиях. Но нам свобода от академических рамок кажется наиболее естественным условием открытия. Картина свободной бернской жизни Эйнштейна, без каких-либо элементов академического авторитета и авторитарности, иллюстрирует оценку службы в патентном бюро, записанную в автобиографическом наброске 1955 г.

Нет оснований сомневаться и в серьезном значении физических интересов, навеванных этой службой. Трудно было прийти к новым физическим идеям и резко изменить не только содержание, но и стиль теоретической физики, не черпая ассоциаций и аналогий из достаточно далеких источников. Нам неизвестны первоначальные наброски, отрывки, предварительные записи Эйнштейна. Если они суще-

ствуют, вероятно, там встретятся конструктивные и технологические образы. Во всяком случае, сам Эйнштейн говорил — не только в приведенном отрывке, — что ему во многом помогло изучение техники, именно такое изучение, какое имело место в патентном бюро; знакомство с непрерывным потоком новых, подчас остроумных, кинематических принципов, технологических рецептов, усовершенствований старых предложений, переносов конструкций и схем из одной области в другую, неожиданных мобилизаций старых приемов для решения новых задач.

Для оценки технологических интересов Эйнштейна, быть может, характерно следующее. У Габихта, о котором мы уже знаем, был младший брат Пауль, живший тогда в Берне и учившийся в гимназии. Он интересовался электротехникой и после гимназии уехал в Шафгаузен, где построил фабрику электроизмерительной аппаратуры. Пауль Габиخت и Эйнштейн сконструировали в 1908 г. прибор, измеряющий напряжения до 0,0005 вольт, а в 1910 г. — «потенциал-мультипликатор Эйнштейна — Габихта». Эйнштейн конструировал различные приборы и позже.

В первые месяцы пребывания в Берне Эйнштейн хотел давать частные уроки. В газете появилось объявление, гласившее, что Альберт Эйнштейн, окончивший цюрихский Политехникум, дает уроки физики по три франка за час. Объявление привлекло мало учеников, но привело к знакомству с Морисом Соловином, уроженцем Румынии, приехавшим в Цюрих, поступившим в университет и желавшим углубить свои знания по физике. Первая беседа привела к последующим встречам и затем к тесной дружбе. Мы располагаем воспоминаниями Соловина и изданными им письмами Эйнштейна к нему¹.

Морис Соловин изучал в университете философию, литературу, греческую филологию, математику, физику, геологию и слушал лекции на медицинском факультете. Его интересовала теоретическая физика как средство для формирования общего представления о природе. Когда Соловин пришел по объявлению, Эйнштейн встретил его в полутемном коридоре, и Соловин был поражен необычайным блеском больших глаз Эйнштейна. Первая беседа устано-

¹ *Einstein A. Lettres à Maurice Solovine. Paris, 1956.* Далее обозначается: *Lettres à Solovine*, с указанием страницы.

вила общность взглядов и интересов. Встречи продолжались. Вместо уроков они вели длительные беседы. Вскоре к ним присоединился Конрад Габиخت, приехавший в Берн, чтобы завершить свое математическое образование.

Обычно они встречались после работы и занятий, совершали прогулки или собирались на квартире у кого-нибудь, вели беседы и вместе много читали. Они прочитали некоторые философские сочинения Спинозы и Юма, новые книги Маха, Авенариуса и Пирсона, работу Ампера «Опыт философии науки», статьи Гельмгольца, знаменитую лекцию Римана «О гипотезах, лежащих в основании геометрии», математические трактаты Дедекинда и Клиффорда, «Науку и гипотезу» Пуанкаре и многое другое.

Вместе они прочитали также «Антигону» Софокла, «Андромаху» Расина, «Рождественские рассказы» Диккенса, «Дон-Кихот» Сервантеса и другие шедевры мировой литературы.

Многое из перечисленного было уже знакомо Эйнштейну и его друзьям, но их пленял обмен мыслями. Часто одна страница, одна фраза вызвала дискуссию, продолжавшуюся до глубокой ночи и в следующие дни. До приезда Милевы друзья обедали вместе. Обычно обед состоял из колбасы, сыра, фруктов и чая с медом. Уроки оплачивались плохо, их было мало, и Эйнштейн шутя говорил, что, может быть, было бы лучше ходить по дворам и играть на скрипке. Тем не менее они чувствовали себя счастливыми. Рассказывая об этих годах, Соловин вспоминает слова Эпикура: «Что может быть прекрасней веселой бедности».

Содружество существовало в течение трех лет. Они дали ему название «академия Олимпия».

Эйнштейн до конца жизни вспоминал об этом времени. В 1953 г. он написал Соловину:

«Бессмертной академии Олимпия.

В своей недолгой деятельности ты с детской радостью наслаждалась всем, что ясно и разумно. Мы создали тебя, чтобы потешиться над твоими громоздкими, старыми и чванными сестрами. До какой степени мы были правы, убедили меня годы внимательного наблюдения.

Все три твоих члена остались стойкими. Они немного одряхлели, и все же частица твоего чистого и животворного света еще освещает их одинокий жизненный путь,

потому что ты не состарилась вместе с ними, подобно салату, переросшему в ботву.

Тебе наша преданность и привязанность до последнего высокоученого вздоха.

Ныне только член-корреспондент А. Э.
Принстон. 3. IV. 53 г.»²

В этом сопоставлении академии Олимпия с ее «громоздкими, старыми и чванными сестрами» содержится не слишком веселый итог. После долгих лет общения с гелертерскими кругами мысль тянулась к веселой независимости бернских лет, к юношеским насмешкам над угрюмо чопорной респектабельностью этих кругов и, главное, к атмосфере «наслаждения всем, что ясно и разумно».

Оптимистический рационализм бернской среды имел, как мы увидим, непосредственную связь с научными идеалами, приведшими Эйнштейна к его открытиям.

Тремя членами Олимпии были Эйнштейн, Соловин и Габихт. Вскоре к ним присоединился сослуживец Эйнштейна, итальянец, инженер Микеланжело Бессо — муж Анны Винтелер, дочери преподавателя в Аарау. Заметим, кстати, что здесь же, в Берне, жил Пауль Винтелер, товарищ Эйнштейна по Аарау и будущий муж его сестры Майи. Бессо в 1904 г. с помощью Эйнштейна поступил в Бернское патентное бюро. Они работали вместе и вместе возвращались со службы. Энциклопедические знания Бессо в философии, социологии, медицине, технике, математике и физике позволяли Эйнштейну делиться со своим другом самыми разнообразными идеями. Эйнштейн говорил потом, что во всей Европе он бы не мог найти «лучшего резонатора новых идей». По-видимому, Бессо отличался удивительной способностью воспринимать новые идеи и прибавлять к ним некоторые существенные, недостающие штрихи. Сам Бессо говорил о беседах с Эйнштейном: «Этот орел на своих крыльях поднял меня — воробья — на большую высоту. А там воробушек вспорхнул еще немного вверх»³.

Это сказано по поводу первого устного изложения идеи относительности. Выслушав Эйнштейна, Бессо понял, что речь идет о начале новой эпохи в науке и вместе

² *Lettres à Solovine*, 125.

³ *Seelig*, 120.

с тем обратил внимание Эйнштейна на ряд новых моментов. Беседы эти продолжались, и свою знаменитую статью «К электродинамике движущихся тел» Эйнштейн закончил словами:

«В заключение отмечу, что мой друг и коллега М. Бесо явился верным помощником при разработке изложенных здесь проблем и что я обязан ему рядом ценных указаний».

Другом Эйнштейна был также Люсьен Шаван, появившийся в квартире Эйнштейна, как и Соловин, после объявления о частных уроках. Он был уроженцем западной Швейцарии, служил в почтово-телеграфном управлении Берна, расположенном этажом ниже патентного бюро (при посредстве Шавана Эйнштейн попытался получить место в этом управлении), и хотел пополнить свои физические знания, слушая лекции в университете и занимаясь с Эйнштейном. В блокноте Шавана сохранились тщательные записи уроков. Кроме того, он подробно обрисовал наружность Эйнштейна в надписи на его фотографии:

«Рост Эйнштейна 176 сантиметров. Он широкоплеч, с некоторым наклоном вперед. Его короткий череп кажется невероятным широким. Цвет лица матовый, смуглый. Над большим чувственным ртом узкие черные усы. Нос с легким орлиным изгибом. Глаза карие, светятся глубоко и мягко. Голос пленительный, как вибрирующий звук виолончели. Эйнштейн говорит довольно хорошо по-французски, с легким иностранным акцентом»⁴.

С приездом Милевы жизнь Эйнштейна вошла в семейную колею, но встречи и беседы друзей не прекратились. Милева была их внимательным, но молчаливым слушателем.

Соловин рассказывает, как, наговорившись и накурившись, друзья слушали игру Эйнштейна на скрипке, а иногда отправлялись на прогулку, где продолжались беседы. После полуночи они поднимались на Гуртен — гору, расположенную к югу от Берна. Вид ночного звездного неба привлекал их мысли к астрономическим вопросам, и разговор возобновлялся с новой силой. Здесь они оставались до рассвета и наблюдали восход солнца. Они видели, как солнце поднимается из-за горизонта, как темные, еле раз-

⁴ Ibid, 95.

личимые очертания Альп окрашиваются розовым цветом. Взору открывалась огромная горная страна. Наступало утро. Юноши входили в маленький ресторан, пили кофе и часам к девяти спускались вниз, уставшие и счастливые. Иногда они пешком уходили за тридцать километров в город Тун. Прогулка длилась с шести утра до полудня, и снова их окружали Альпы. Друзья говорили об истории Земли, о формировании гор, о геологических проблемах. В городе они завтракали, затем располагались на берегу озера и оставались там весь день. Вечером они поездом возвращались в Берн⁵.

Соловин вспоминает о беседах с Эйнштейном в этот период. Эйнштейн говорил медленно и монотонно, подчас смолкал в глубокой задумчивости. Он весь погружался в процесс мышления, не замечая ничего вокруг. Некоторые простые эпизоды, запечатлевшиеся в воспоминаниях Соловина, кажутся характерными.

В день рождения Эйнштейна Соловин и Габихт, собираясь к нему на ужин, принесли с собой икру, которую тот никогда еще не пробовал. Завязался разговор о принципе инерции. Когда сели за стол, Эйнштейн был так поглощен этой темой, что незаметно для себя съел икру, даже не разобрав, что он ест, и с удивлением воззрился своими огромными глазами на смеющихся друзей. Помолчав, он заметил: «Стоит ли угощать неотесанного парня деликатесами, он все равно их не оценит»⁶.

Вот другой эпизод из воспоминаний Соловина. В Берне часто гастролировали крупные музыканты, и друзья бывали на их концертах. Однажды предстоял концерт чешского симфонического оркестра. Накануне Соловин предложил друзьям посетить его, но как раз в эти дни они с увлечением читали Юма. По предложению Эйнштейна решили отказаться от концерта, а вместо этого собраться у Соловина, чтобы продолжать чтение. Однако на другой день Соловину попался билет и он отправился на концерт, приготовив на ужин крутые яйца, которые любил его товарищи, и оставив записку: «*Amicis carissimis ova duraet salutem*» («Дорогим друзьям крутые яйца и привет»). Прочитав записку, Эйнштейн и Габихт поужинали, накурили в комнате и ушли, оставив записку: «*Ami-*

⁵ Lettres à Solovine (Introduction de Solovine), XII—XIII.

⁶ Ibid., IX—X.

ca carissimo fumum spissum et salutem» («Дорогому другу густой дым и привет»). Назавтра при встрече Эйнштейн, грозно нахмурив брови, разразился тирадой: «Несчастный! Вы посмели пренебречь заседанием академии ради каких-то скрипок? Варвар, тупица! Еще одна такая выходка и вы будете исключены». Затем они уселись за Юма и разошлись после полуночи⁷.

В 1905 г. Габиخت, а затем и Соловин покинули Берн. В мае 1906 г. Эйнштейн писал Соловину: «С тех пор как вы уехали, я больше ни с кем не общаюсь. Даже обычные по возвращении домой беседы с Бессо прекратились»⁸. В том же письме Эйнштейн сообщает, как была встречена опубликованная в 1905 г. статья о теории относительности. И тут же двадцатилетний ученый пишет о себе: «...Я приближаюсь к неподвижному и бесплодному возрасту, когда жалуется на революционный дух молодых».

В письмах к Габихту и Соловину в 1905 г. упоминаются статьи о броуновском движении, квантах света и теории относительности. В марте 1905 г. Эйнштейн приглашает Габихта вновь посетить Берн. «Сим Вас призывают присутствовать на нескольких заседаниях нашей distinguished академии, дабы тем самым увеличить ее состав на пятьдесят процентов»⁹. Вскоре после этого Эйнштейн направляет Габихту следующее письмо:

«Милый Габиخت! Между нами сейчас — священное молчание, и то, что я его прерываю малозначительной болтовней, покажется профанацией. Но разве в этом мире не всегда так происходит с возвышенным? Что Вы вообще делаете, Вы, замороженный кит, высохший и законсервированный обломок души, и... что бы еще, начиненное на семьдесят процентов гневом и на тридцать жалостью мог бы я бросить Вам в голову? Вы можете поблагодарить последние тридцать процентов за то, что я Вам, исчезнувшему на пасху, не отправил жестяную банку с нарезанным луком и чесноком. Почему Вы все еще не присылаете мне свою диссертацию? Разве Вы, жалкая личность, не знаете, что я буду одним из полутора парней, которые прочтут ее с удовольствием и интересом? Я Вам за это обещаю четыре работы, причем первую пришло

⁷ Ibid., XI—XII.

⁸ Ibid., 4—6.

⁹ Seelig, 124.

скоро, так как я жду авторские экземпляры. Она посвящена излучению и энергии света и очень революционна, как Вы сами увидите, если сначала пришлете мне свою работу. Вторая работа содержит определение истинной величины атомов с помощью изучения диффузии и внутреннего трения в жидких растворах. Третья доказывает, что согласно молекулярной теории тепла взвешенные в жидкости тела величиной порядка $\frac{1}{1000}$ мм испытывают видимое беспорядочное движение, обязанное тепловому движению молекул. Такое движение взвешенных тел уже действительно наблюдали биологи — они назвали его броуновским молекулярным движением. Четвертая работа исходит из понятий электродинамики движущихся тел и видоизменяет учение о пространстве и времени; чисто кинематическая часть этой работы представит для Вас интерес... Вас приветствует Ваш Альберт Эйнштейн. Дружеский привет от моей жены и годовалого пискунка!»

Через несколько месяцев Эйнштейн снова написал Габихту. Он советовал ему попытаться поступить в патентное бюро. Далее идут чрезвычайно интересные замечания о выводах из теории относительности и некоторых других проблемах физики.

«Вы стали страшно серьезным, — пишет Эйнштейн. — Вот что делает одиночество в Вашем проклятом хлеве! Быть может, я предложу Галлеру Вашу кандидатуру и удастся контрабандой включить Вас в число батраков патентного бюро. Вы приедете тогда? Подумайте, ведь кроме восьми часов работы остается восемь часов еженощного безделья и сверх того воскресенье. Как я радовался бы Вашему присутствию, а Вы в дружеском общении вновь обрели бы свой задор».

Уже были опубликованы статьи, возвещавшие революцию в физике; они получили признание таких ученых, как Планк и Вин, но Эйнштейну и в голову не приходят какие-либо мысли о личной судьбе. Его больше интересует судьба Габихта. Далее, несмотря на начавшуюся прелюдию славы, Эйнштейну по-прежнему нравится его положение: восемь часов в патентном бюро и затем еще восемь часов «безделья», т. е. независимых занятий наукой.

В последующих строках письма Эйнштейн говорит о научных проблемах, которые могли бы заинтересовать Габихта. Среди них упоминается проблема спектров. «Но я думаю, — пишет Эйнштейн, — что не существует простой

связи между этими явлениями и другими, уже изученными, поэтому проблема спектров пока еще остается мало-обещающей»¹⁰. Через десять лет выяснилось, что проблема спектров, т. е. излучения атомами вещества различных по длине электромагнитных волн, действительно не может быть простым и непосредственным образом связана с уже известными закономерностями.

Наконец, Эйнштейн рассказывает о неожиданном выводе из специальной теории относительности: масса тела должна быть пропорциональна его энергии. Письмо Габихту не имеет даты, но, по-видимому, оно отправлено в сентябре 1905 г.; в это время Эйнштейн послал в «*Annalen der Physik*» статью о пропорциональности между энергией и массой тела — отправном пункте наиболее значительных для практики выводов из теории относительности.

Два года спустя после отъезда Соловина и Габихта изерна у Эйнштейна появился друг, с которым он мог обсуждать проблемы теоретической физики. Но это был уже новый период: приехавший в Берн Якоб Иоганн Лауб был направлен известным ученым Вильгельмом Вином, чтобы познакомиться со знаменитым автором теории относительности, после своего реферата об этой теории в семинаре Вина. Беседы Лауба с Эйнштейном привели к появлению совместно написанных статей. Что не изменилось — это простая и сердечная манера Эйнштейна, которого Лауб застал в холодной квартире за попытками растопить печь, а потом в течение нескольких недель ежедневно ожидал его возле патентного бюро, чтобы провожать домой и по дороге беседовать. Лауб запомнил также совместное посещение оперы «Гибель богов» в бернском театре и восторженный шепот Эйнштейна: «Вагнер, да простит меня бог, не в моем вкусе, но как утонченно выражен в этой сцене смерти Зигфрида не сломленный судьбой дух героя!..»¹¹

В это время Эйнштейн встречался с несколькими любителями музыки, даже не догадывавшимися о его научной деятельности. В 1907—1908 гг. он довольно регулярно музицировал в составе квинтета, куда входили, кроме него, юрист, математик, переплетчик и тюремный надзиратель. Они играли Гайдна, Моцарта и Бетховена.

¹⁰ *Seelig*, 125.

¹¹ *Ibid.*, 121.

В заключение — несколько слов о семейной жизни Эйнштейна в Берне. В 1904 г. у них родился сын Ганс-Альберт (он впоследствии учился в Цюрихе, в 1937 г. переехал в США и стал крупным гидравликом, профессором Калифорнийского университета). Расходы росли. Эйнштейн не замечал нужды, он даже сказал, когда ему повысили жалованье до 4500 франков: «Что делать с такими большими деньгами?» Милева, напротив, не знала, как свести концы с концами. Но не это нарушало ее покой. Главное заключалось в различии склонностей. Она всегда была рада приходу Соловина или Габихта, но прогулки, обеды вне дома, домашние концерты, большие компании — все это было не по ней. Научные интересы Эйнштейна также становились все более далекими для Милевы. Ее раздражительность усугублялась болезнями — суставным туберкулезом, сильной неврастенией и возраставшей с течением времени патологической ревматической подозрительностью. Постепенно ровный характер и рассеянная доброта Эйнштейна начали раздражать Милеву. Росло отчуждение. Впрочем, оно приняло явные и резкие формы позже, когда Эйнштейн уже давно покинул Берн.

«Надличное»

Чтобы идти в этом мире верным путем, надо жертвовать собой до конца. Назначение человека состоит не в том только, чтобы быть счастливым. Он должен открыть для человечества нечто великое.

Э. Ренан

Подлинная оценка человека состоит в том, в какой степени и в каком смысле он смог добиться освобождения от своего «я».

Эйнштейн

Еще в отрочестве Эйнштейн хотел уйти от чисто личных повседневных интересов. Но он долго не знал, какой именно высокой, выходящей за рамки чисто личных интересов идее нужно посвятить интеллектуальные силы, и погрузился в религиозность. От религии Эйнштейн перешел к активному свободомыслию, к активному служению «надличной», но рациональной, реальной идее. Непосредственным толчком было, как мы видели, чтение научно-популярных книг. Оно вызвало не только враждебное отношение к религиозной догме, не выдержавшей сопоставления с научной картиной мира. Эйнштейн пришел к социальному протесту и навсегда удалился из круга традиционных взглядов своей среды. Он писал в своей автобиографии, что библейские легенды, падая под ударами науки, опрокинули в его сознании и авторитет государства. Государство, воспитывая молодежь в религиозном духе, обманывает ее. «Это был потрясающий вывод», — говорит Эйнштейн.

«Такие переживания породили недоверие ко всякого рода авторитетам и скептическое отношение к верованиям и убеждениям, жившим в окружавшей меня тогда социальной среде. Этот скептицизм никогда меня уже не оставлял...»¹

Эйнштейн не перешел к религиозному и социальному индифферентизму, ведь индифферентизм тоже был одной

¹ *Эйнштейн*, 4, 260.

из традиций среды, с которой он порвал в ранней юности. Отбросив религию, Эйнштейн пришел к идее, которая оказалась стержневой для всей его жизни и всего творчества. Основным, всеподчиняющим стремлением стало стремление к познанию объективного, «внеличного» и «надличного» мира.

«Там, вовне, был этот большой мир, существующий независимо от нас, людей, и стоящий перед нами как огромная вечная загадка, доступная, однако, по крайней мере отчасти, нашему восприятию и нашему разуму. Изучение этого мира манило как освобождение, и я скоро убедился, что многие из тех, кого я научился ценить и уважать, нашли свою внутреннюю свободу и уверенность, отдавшись целиком этому занятию. Мысленный охват в рамках доступных нам возможностей этого внеличного мира представлялся мне, наполовину сознательно, наполовину бессознательно, как высшая цель. Те, кто так думал, будь то мои современники или люди прошлого, вместе с выработанными ими взглядами были моими единственными и неизменными друзьями. Дорога к этому раю была не так удобна и завлекательна, как дорога к религиозному раю, но она оказалась надежной, и я никогда не жалел, что по ней пошел»².

Идея объективности мира — глубокая и фундаментальная основа мировоззрения Эйнштейна — была связана с юношескими поисками «надличного» и имела некоторый эмоциональный и моральный аспект. Когда впоследствии Эйнштейн столкнулся с представлением о мире как комплексе ощущений — элементов субъективного опыта, он отнесся резко отрицательно к такому представлению. Здесь сказалось не только стихийное убеждение каждого естествоиспытателя в реальности мира, — такого убеждения, как показывает история науки, недостаточно для рационального сознательного выбора философских позиций. У Эйнштейна уже в юности «большой мир, существующий независимо от нас, людей», был объектом изучения, выводящего человека за пределы его ощущений и мыслей. Концепция мира как упорядоченной системы ощущений не могла не быть чуждой Эйнштейну. Соответственно ему было чуждо представление о возможности априорно-логического познания мира. В конце концов из такой пози-

² Эйнштейн, 4, 240.

ции выростала позитивная физическая идея: нужно найти величины, которые остаются неизменными при любых системах описания, применяемых при изучении законов природы.

В приведенном отрывке из автобиографии Эйнштейна указаны истоки еще одной фундаментальной идеи. Мир как «огромная вечная загадка» не совпадает ни с нашими ощущениями, ни с логическими конструкциями. Он противостоит им как независимая реальность. Поэтому познание мира — процесс приближения к истине. Антидогматическая тенденция науки связана с признанием независимости ее объекта.

Гносеологические идеи Эйнштейна были четко изложены им *после* основных физических открытий. Но они не были выводом из уже сделанных шагов. Теория относительности вышла за пределы того, что можно было сделать в физике на основе чисто стихийного убеждения в единстве и познаваемости мира. Это убеждение приобрело у Эйнштейна все более последовательный и осознанный характер уже в юности. Меньше всего здесь можно говорить о «влиянии» в смысле заимствования исходных идей из философской и естественнонаучной литературы, прочитанной Эйнштейном в Мюнхене, Цюрихе и Берне. Он уже в юности не был учеником, и его взгляды не укладывались в рамки какой-либо школьной философии.

Пожалуй, только со Спинозой Эйнштейна связывало ощущение какой-то конгенитальности. Вообще же в арсенал идей, действительно работавших при создании теории относительности, понятия и термины, почерпнутые из книг, входили преобразованными, часто изменившими основной смысл. Они еще более оттачивались в процессе применения к физическим проблемам, при разработке новых физических теорий.

При этом, разумеется, исчезали сравнительно кратковременные увлечения, исчезали противоречия, характерные для первоначального развития философских взглядов.

В своей автобиографии 1949 г. Эйнштейн говорит, что сделанный в ней схематический рисунок не передает сложности и даже хаотичности хода духовного развития. Ретроспективно это развитие выглядит органическим, но в действительности оно напоминало беспорядочную смену изображений в калейдоскопе. Эйнштейна интересовала единая схема, охватывающая законы бытия в целом,

Вспоминая свою юность, он, естественно, упорядочивал ее в свете зрелых, развитых идей, выкристаллизовавшихся позже. Если учесть эту неизбежную аберрацию, то реконструкция идейного развития, данная в автобиографии и игнорирующая «атомистическую структуру» сознательной деятельности человека, правильно передает главное содержание юношеских идей Эйнштейна.

«В развитии человека моего склада поворотная точка достигается тогда, когда главный интерес жизни понемногу отрывается от мгновенного и личного и все больше и больше концентрируется в стремлении мысленно охватить природу вещей. С этой точки зрения приведенные выше схематические заметки содержат верного столько, сколько вообще может быть сказано в таких немногих словах»³.

Ретроспективная оценка ранних этапов духовного развития в свете позднейших взглядов необходима в научной биографии почти каждого мыслителя, но для Эйнштейна она имеет особый смысл. Это следует из приведенных только что строк: отрыв главных жизненных интересов от кратковременного и личного заставляет мыслителя впоследствии искать единый и цельный рисунок его действительной, очень сложной и противоречивой духовной жизни. Это относится не только к калейдоскопическому потоку непосредственных впечатлений, но и к потоку философских и научных идей, почерпнутых юношей в книгах. Когда Эйнштейн на склоне лет вспоминал об идеях Юма, Канта и т. д. и уточнял свои позиции по отношению к этим идеям, он вовсе не исправлял прошлое, он только указывал, что в прошлом произвело на него не мимолетное, а сохранившееся впечатление, какие философские влияния оказались не только эпизодами его личной жизни, но и основой научного подвига, т. е. эпизодами истории науки.

Эйнштейн относился к своему собственному идейному развитию так же, как и ко всему остальному: он и здесь стремился выйти в сферу «надличного». В данном случае «надличное» — это те философские понятия и идеи, которые отстоялись в сознании ученого и стали в некоторой мере основой новых научных представлений. Разграничение личной биографии и «надличной» истории науки

³ Эйнштейн, 4, 260.

очень характерно для воспоминаний Эйнштейна. Он перебирает факты и мысли и откладывает в сторону все, что осталось личным, чисто биографическим, оставляя то, что вошло в творческую жизнь. Такое разграничение позволяет правильнее понять некоторые воспоминания и оценки Эйнштейна. Например, мы увидим позже, что сочувствие философским взглядам Маха осталось в воспоминаниях Эйнштейна чисто биографическим эпизодом, а стихийное вначале, потом все более сознательное недоверие и даже антипатия к философии Маха выросли в существенную предпосылку «надличного» мировоззрения, из которого вытекал пересмотр классической физики.

Остановимся на гносеологических экскурсах в автобиографии 1949 г. (может быть, правильнее их назвать «эпистемологическими»; слово «эпистемология», иногда применяемое как синоним слова «гносеология», все же несколько уже по содержанию: оно относится чаще всего к собственно научному познанию и обозначает теорию науки). Исходная идея гносеологических экскурсов в автобиографии Эйнштейна — независимость мира от познания. Впрочем, это исходная идея не только собственно гносеологических замечаний, но и всей автобиографии в целом. В ней удивительно рельефно показана непрерывная линия от отроческих и юношеских порывов в «надличное» до теории относительности, установившей строгим и универсальным образом, какие физические соотношения выражают структуру мира, независимую от систем отсчета.

Эйнштейн рассматривает, с одной стороны, ощущения и, с другой — понятия, которые могут быть чисто логически выведены одно из другого согласно твердым правилам, установленным логикой. Но исходные понятия могут быть произвольными. Логическое мышление гарантирует только одно: соотношения между понятиями выведены соответственно принятым логическим правилам. В этом смысле логически выведенное предложение будет верным.

Но логика не может обосновать истинность предложений в смысле их соответствия объективной реальности. Гарантией служит связь логически выведенных предложений с теми ощущениями, которые человек получает через органы чувств. Сами по себе ощущения еще не указывают природу вещей; наука пользуется логическим выводением понятий. Но эти понятия приобретают

«смысл» или содержание только в силу их связи с ощущениями. Чисто логически нельзя прийти к представлению о действительных связях в природе. Эйнштейн иллюстрирует это, напоминая об «актах удивления». Когда те или иные восприятия не соответствуют установившимся понятиям, мы считаем это «чудом» или «удивительным». Эйнштейн писал автобиографию по-немецки и передает оба поставленные в кавычки слова с помощью одного и того же корня «wunder». Он вспоминает свое удивление в возрасте четырех-пяти лет при виде компаса. Когда представляешь себе Эйнштейна, пораженного движущейся магнитной стрелкой, живо оцениваешь ту свежесть восприятия, ту детскую способность взглянуть на мир как бы в первый раз, без груза традиционных представлений и ассоциаций, которая сохраняется на всю жизнь у подлинных ученых и подлинных художников и превращается в творческую силу гения, по-новому объясняющего или изображающего мир.

Эйнштейн пишет, что магнитная стрелка произвела на него глубокое и длительное впечатление. Оно действительно было впечатлением, переходящим в сферу «надличного». Что, собственно, означает «акт удивления», например впечатление от магнитной стрелки? Из некоторой суммы восприятий было сделано заключение о толчке как причине движения. Далее вступила в игру логика, позволившая вывести отсюда ряд других предложений и понятий. Но логическая строгость их выведения не гарантирует универсальной истинности всего ряда логических конструкций. Она не гарантирует истинности исходных посылок. Такая истинность означает, что понятие толчка как причины движения соответствует большому числу непосредственных восприятий. Компас заставляет строить другую серию логических конструкций, поскольку он вступил в конфликт со старой.

«В тех случаях, когда такой конфликт переживается остро и интенсивно, он в свою очередь оказывает сильное влияние на наш умственный мир. Развитие этого умственного мира представляет в известном смысле преодоление чувства удивления — непрерывное бегство от „удивительного“, от „чуда“» *.

⁴ Эйнштейн, 4, 261.

Разумеется, такая концепция научного развития направлена против всякого априоризма. Но нас сейчас интересует позитивная сторона концепции. Эйнштейн видел в развивающейся науке «бегство от удивительного», т. е. переход к иным сериям понятий и логических конструкций, которые не противоречат «удивительному», а исходят из него, из новых экспериментальных данных. Речь идет не о каком-либо отказе от критерия истинности в отношении логических конструкций. Нет, логические конструкции лишь сами по себе не могут гарантировать и однозначно определить свое онтологическое содержание. Они становятся онтологически содержательными при сопоставлении с наблюдением, с ощущениями, полученными человеком в экспериментах и в практике. Такая онтологическая проверка происходит все время. Без нее логическая непротиворечивость не гарантирует истинности суждений.

«Предложение верно, — пишет Эйнштейн, — если оно выведено внутри некоторой логической системы по принятым правилам. Содержание истины в системе определяется надежностью и полнотой ее соответствия с совокупностью ощущений»⁵.

Если учесть бесконечную сложность мироздания, то отсюда следует, что никакая логическая непротиворечивая и согласованная с рядом наблюдений теория не может быть гарантирована от дальнейших «актов удивления» и перехода к иной теории.

⁵ Там же, 263.

Математика и реальность

Все, что мы знаем о реальности, исходит из опыта и завершается им.

Эйнштейн

Геометрия сохраняет характер математической науки, так как вывод ее теорем из аксиом останется по-прежнему чисто логической задачей; но в то же время она становится и физической наукой, так как ее аксиомы содержат утверждения, относящиеся к объектам природы, утверждения, справедливость которых может быть доказана только опытом.

Эйнштейн

Одной из самых важных эпистемологических предпосылок пути, приведшего Эйнштейна к теории относительности, было его представление о соотношении между математикой и реальностью. Это представление было сформулировано после появления теории относительности, но оно существовало и раньше и было условием появления специальной и особенно общей теории относительности.

В цюрихском Политехникуме Эйнштейн усердно посещал физическую лабораторию. Это увлечение экспериментом очень характерно для юности Эйнштейна и было одним из путей к кристаллизации идей относительности. Вопрос не сводится к ознакомлению с экспериментами, ставшими впоследствии исходным пунктом теории относительности. Экспериментальные увлечения Эйнштейна указывают и на другую сторону дела, тесно связанную с характером его физического и математического мышления.

Речь идет о физической интуиции, предваряющей логические и математические конструкции. Следует расшифровать здесь несколько неопределенное понятие интуиции, которое без расшифровки может ассоциироваться с совсем иным кругом идей. Мы можем судить о механизме научного мышления Эйнштейна, помимо прочего, по одному документу, очень важному для истории и психологии научного творчества в целом и для характеристики

психологии творчества Эйнштейна в особенности. В 1945 г. Жак Адамар обратился к ряду математиков с вопросом, какими образами и ассоциациями заполнено их сознание при поисках математических решений. Эйнштейн ответил на этот вопрос следующими замечаниями:

«Слова, так как они пишутся или произносятся, по видимому, не играют какой-либо роли в моем механизме мышления. В качестве элементов мышления выступают более или менее ясные образы и знаки физических реальностей. Эти образы и знаки как бы произвольно порождаются и комбинируются сознанием. Существует, естественно, некоторая связь между этими элементами мышления и соответствующими логическими понятиями. Стремление в конечном счете прийти к ряду логически связанных одно с другим понятий служит эмоциональным базисом достаточно неопределенной игры с упомянутыми выше элементами мышления. Психологически эта комбинационная игра является существенной стороной продуктивного мышления. Ее значение основано прежде всего на некоторой связи между комбинируемыми образами и логическими конструкциями, которые можно представить с помощью слов или символов и таким образом получить возможность сообщить их другим людям»¹.

Но логические конструкции, которые можно выразить словами и математическими символами, — это вторая ступень. Первоначально в сознании нет ничего, кроме возникающих и ассоциирующихся образов физических реальностей. Эти образы приближаются к зрительным и моторным представлениям.

«У меня упомянутые выше элементы мышления — зрительного и некоторого мышечного типа. Слова и другие символы я старательно ищу и нахожу на второй ступени, когда описанная игра ассоциаций уже установилась и может быть по желанию воспроизведена. Как уже сказано, игра с первоначальными элементами мышления нацелена на достижение соответствия с логической связью понятий»².

Зрительные и мышечные элементы, вступающие в ассоциативную игру, по-видимому, были ближе всего к кинетическим и динамическим представлениям. Неопреде-

¹ *Einstein A.* Ideas and opinions. London, 1956, p. 25—26.

² *Ibid.*, p. 26.

ленный зрительный образ движущегося или меняющего свою форму тела и неопределенное мышечное ощущение действующей силы — таков был, как можно думать, тип исходных элементов, которые мыслитель вызывал в своем сознании, чтобы начать ассоциативную игру. В последней комбинировались, сближались и противопоставлялись образы, иногда близкие физическим реальностям, а иногда игравшие роль условных символов, соответствующих более сложным, в том числе немеханическим, реальностям. Это были образы волнующегося моря, символизирующего, а отчасти описывающего недоступные непосредственному зрительному представлению электромагнитные колебания, образы движущихся градуированных стержней, изображающих системы отсчета, и т. д.

На второй ступени — уже не интуитивной, а логической — мыслитель как бы слышит слова, выражающие понятия, или видит написанными эти слова либо математические символы. У Эйнштейна зрительные и моторные образы первоначальной ассоциативной стадии сменялись слуховыми представлениями слов, передающих логические конструкции. На вопрос Адамара о господствующем типе «внутренних слов» Эйнштейн отвечал:

«Зрительные и моторные. На той ступени, когда полностью вступают слова, они в моем случае чисто слуховые. Но они, как уже сказано, включаются только на второй ступени»³.

Описанный механизм мышления был, по-видимому, в наибольшей степени приспособлен для конструирования логических цепей, допускающих экспериментальную проверку.

Для Эйнштейна понятия не связаны непосредственно с наблюдениями и могут не обладать непосредственным физическим смыслом. Физический смысл они подчас приобретают в результате сложного и многоступенчатого конструирования других понятий. Но в конце концов логические выводы становятся сопоставимыми с наблюдениями и это придает физический смысл всей цепи рассуждений. Как уже говорилось, логика сочетается при таком конструировании с интуицией. Последняя как бы предвосхищает на каждом этапе физические выводы конструируе-

³ *Einstein. Ideas and Opinions*, p. 25—26.

мой теории. Каждый раз, когда логический анализ оказывается на распутье, физическая интуиция толкает его к таким дальнейшим шагам, которые делают более близкой экспериментальную проверку. Подобно свету, отражающемуся в сложных системах зеркал так, что путь его требует наименьшего времени, мысль Эйнштейна движется от одного понятия к другому по линии кратчайшего подхода к экспериментальной проверке всей цепи рассуждений, к понятиям, которые допускают такую проверку. При этом Эйнштейн руководствуется физической интуицией. Ее можно было бы назвать «экспериментальной интуицией», имея в виду догадку о наиболее близком пути к эксперименту, позволяющему теории обрести физическую содержательность. Интуицию питало то обстоятельство, что Эйнштейн чувствовал себя в своей стихии в мире понятий и образов экспериментальной физики. Зеркала, отражающие свет, контуры, по которым пробегает ток, жесткие стержни, соединяющие движущиеся части приборов, — все эти образы и понятия обрастали у Эйнштейна множеством зрительных и моторных ассоциаций, были живыми, подвижными, готовыми к новым сочетаниям.

Гений Эйнштейна выражался в способности связывать, сочетать, иногда отождествлять понятия, далеко отстоящие одно от другого. В мозгу мыслителя каждое понятие (на предшествующей стадии — образ) окружено облаком виртуальных связей или полем сил, которые захватывают другие понятия, иногда реконструируют их, связывают с данным понятием, вызывают порождения новых понятий и аннигиляцию некоторых старых. Колоссальная мощь такого облака, напряженность такого поля, радиус действия таких сил — признаки гения.

В конце концов экспериментальная интуиция Эйнштейна стала математической интуицией. Мы встречаемся в его работах с поразительно изящными (т. е. приводящими к большому числу выводов без дополнительных допущений) и мощными приемами. В основе выбора этих математических приемов лежит, как мы увидим, выявление закономерностей, допускающих экспериментальную проверку. Но это появилось позже, когда физическая интуиция уже привела Эйнштейна к новому сравнению с классической физикой разделению понятий

на формальные и физически содержательные, допускающие в принципе сопоставление с наблюдениями. До этого, в Цюрихе, у Эйнштейна не было критериев для выбора той или иной математической дисциплины или проблемы.

«Я видел, — пишет Эйнштейн, — что математика делится на множество специальных областей, и каждая из них может занять всю отпущенную нам короткую жизнь. И я увидел себя в положении Буриданова осла, который не может решить, какую же ему взять охапку сена. Дело было, очевидно, в том, что моя интуиция в области математики была недостаточно сильна, чтобы уверенно отличить основное и важное от остальной учености, без которой еще можно обойтись. Кроме того, и интерес к исследованию природы, несомненно, был сильнее; мне, как студенту, не было еще ясно, что доступ к более глубоким принципиальным проблемам в физике требует тончайших математических методов. Это стало выясняться лишь постепенно, после многих лет самостоятельной научной работы. Конечно, и физика была разделена на специальные области, и каждая из них могла поглотить короткую трудовую жизнь, так и не удовлетворив жажды более глубокого познания. Огромное количество недостаточно увязанных эмпирических фактов действовало и здесь подавляюще. Но здесь я скоро научился выискивать то, что может повести в глубину, и отбрасывать все остальное, все то, что перегружает ум и отвлекает от существенного»⁴.

Существенным, с точки зрения Эйнштейна, было то, что может послужить материалом или орудием для построения адекватной картины реального мира. В математике подобного критерия у него еще не было. Но уже было неясное, но глубокое представление о том, что в стройной системе геометрических теорем выражается упорядоченность мироздания. Первоначально это представление было элементарным: Эйнштейн думал, что геометрические объекты — псевдонимы реальных тел, что они по своей природе не отличаются от последних. Эйнштейну показалась удивительной («чудом») возможность чисто логического получения достоверных сведений о

⁴ Эйнштейн, 4, 264.

наблюдаемых предметах. Позже он понял, что такая возможность исключена.

«Хотя это выглядело так, будто путем чистого размышления можно получить достоверные сведения о наблюдаемых предметах, но такое «чудо» было основано на ошибках. Все же тому, кто испытывает это «чудо» в первый раз, кажется удивительным самый факт, что человек способен достигнуть такой степени надежности и чистоты в отвлеченном мышлении, какую нам впервые показали греки в геометрии»⁵.

Ошибка состояла в следующем. Эйнштейну показалось, что ряд геометрических теорем не требует доказательства, поскольку эти теоремы сводятся к очевидным положениям. Из этих очевидных положений можно вывести другие, уже не очевидные и таким образом получить достоверные сведения о реальных телах без каких-либо наблюдений, чисто логически. Но «очевидность» теорем была основана на том, что фигурирующим в них понятиям приписываются те же связи, которые наблюдаются в природе между реальными телами. Если длина отрезка — это твердый стержень, то все геометрические утверждения, относящиеся к длине отрезка, будут очевидными — пока им соответствуют физические свойства стержня. Мы считаем длину отрезка неизменной при его переносе и склонны рассматривать это утверждение как очевидное, потому что бессознательно сопоставляем геометрические понятия с их физическими прообразами. Но у геометрического понятия может появиться новый физический прообраз. Так и получилось, когда Эйнштейн пришел к теории относительности.

Мы уже знаем, что, согласно Эйнштейну, развитие науки — это не только бегство от «чуда», но и бегство от «очевидности». Наука лишает геометрические построения «очевидности», когда эксперимент обнаруживает неточность наблюдений, придававших геометрическим построениям, казалось, непоколебимую физическую содержательность. Это бегство от очевидности. Но наука каждый раз устанавливает соответствие между новыми наблюдениями и цепями логических конструкций. Первые при этом перестают быть чудом, а вторые обретаю

⁵ Эйнштейн, 4, 262.

физический смысл, который нельзя обрести чисто логическим путем.

Соотношение между геометрией и реальностью представляет собой одну из сторон соотношения между логическими и эмпирическими элементами науки. Такому соотношению посвящены многочисленные эпистемологические выступления Эйнштейна. Они очень тесно связаны с собственно физическими работами. Иногда построения, относящиеся к науке в целом, кажутся лишь несколько обобщенным изложением теории относительности. Иногда физические работы кажутся примерами эпистемологических схем. Представление о стихийном творчестве без сознательных и продуманных гносеологических позиций падает так же быстро, как и представление об априорном характере общих концепций Эйнштейна, при первом же столкновении с действительной структурой его научного наследства.

Остановимся на лекции Эйнштейна «О методе теоретической физики»⁶.

Она начинается, несколько неожиданным предупреждением: о методе, которым пользуются физики, следует судить не по их заявлениям, а по плодам их работы. «Тому, кто в этой области что-то открывает, плоды его воображения кажутся столь необходимыми и естественными, что он считает их не мысленными образами, а заданной реальностью. И ему хотелось бы, чтобы и другие считали их таковыми».

Тем не менее Эйнштейн хочет изложить не результаты исследований, а метод, которым с большей или меньшей осознанностью пользуются творцы физических теорий. Задача состоит в сопоставлении теоретических основ науки и данных опыта. «Дело идет о вечной противоположности двух неразделимых элементов нашей области знания: эмпирии и рассуждения».

Классическим образцом чисто рациональной науки, уловившей реальные соотношения, остается античная философия. Это великое торжество разума, которое никогда не теряет своего ореола.

«Мы почитаем древнюю Грецию как колыбель западной науки. Там впервые было создано чудо мысли — логическая система, теоремы которой вытекали друг из дру-

⁶ Эйнштейн, 4, 181—186.

га с такой точностью, что каждое из доказанных ею предложений было абсолютно несомненным: я говорю о геометрии Евклида. Этот замечательный триумф мышления придал человеческому интеллекту уверенность в себе, необходимую для последующей деятельности. Если труд Евклида не смог зажечь ваш юношеский энтузиазм, то вы не рождены быть теоретиком».

Вслед за апофеозом логики у Эйнштейна идет апофеоз эмпирии: «Все, что мы знаем о реальности, исходит из опыта и завершается им». Эта формула — эпиграф настоящей главы — ни в малейшей степени не ограничена замечаниями Эйнштейна о мысли, свободно создающей логические конструкции. Как же сочетается царство эмпирии с царством созидающего разума? «Если опыт — альфа и омега нашего знания, какова тогда роль разума в науке?» — спрашивает Эйнштейн.

Физика, по словам Эйнштейна, должна включать исходные понятия, далее — законы, в которых фигурируют понятия, и, наконец, вытекающие из указанных законов утверждения. Такие утверждения должны соответствовать опыту.

Здесь справедливо точно то же, что и в геометрии Евклида, но там фундаментальные законы называются аксиомами и не возникает требования, чтобы выводы соответствовали какому-либо опыту. Если, однако, евклидову геометрию рассматривают как науку о возможности взаимного расположения реальных твердых тел, т. е. если ее трактуют как физическую науку, не абстрагируясь от ее первоначального эмпирического содержания, то логическое сходство геометрии и теоретической физики становится полным.

С подобной точки зрения — она последовательно и систематически проводилась в физике и в геометрии, начиная с теории относительности Эйнштейна, — геометрия свободно, без оглядки на эксперимент конструирует сложную систему логически безупречных выводов. Но эмпирия — и только она одна — придает этим конструкциям физический смысл. Именно так следует понимать слова Эйнштейна о творческой, конструктивной функции математических понятий и методов в физике и об их способности приблизиться к реальности.

«Опыт остается, конечно, единственным критерием возможности применения математических конструкций в фи-

зике, но именно в математике содержится действительно творческий принцип. С подобной точки зрения я считаю правильным убеждение древних: чистая мысль способна постичь реальное».

Те же мысли, но в несколько ином аспекте Эйнштейн изложил в статье «Проблема пространства, эфира и поля в физике»⁷.

Указанная статья позволяет еще точнее представить взгляды Эйнштейна на соотношение математических и экспериментальных корней физической теории. Эйнштейн сопоставляет, с одной стороны, логический анализ с его высокой достоверностью и полной неспособностью сообщить своим конструкциям физический смысл и, с другой стороны, эмпирические источники знания.

Эйнштейн иллюстрирует соотношение этих составляющих науки следующим примером:

«Некий археолог, принадлежащий цивилизации будущих веков, находит курс евклидовой геометрии без чертежей. Он сможет разобраться в том, как применяются слова: точка, прямая, плоскость в различных теоремах; он поймет, как из одной теоремы выводится другая, и даже сможет сам найти по усвоенным правилам новую теорему. Но теоремы останутся для него игрой слов, ему недоступна операция, которую можно выразить словами «представить себе нечто», применительно к терминам: точка, прямая, плоскость и т. д...»

Что значит «представить себе нечто», когда речь идет о точке, прямой, плоскости? Эйнштейн разъясняет, что подобное представление означает возможность опыта и наблюдения. Археолог, нашедший курс евклидовой геометрии, должен произвести опыты в надежде, что некоторые наблюдения будут соответствовать прочитанным в книге и пока еще бессодержательным словам.

В 1926 г. Эйнштейн изложил общую концепцию связи между геометрией и физикой в статье «Неевклидова геометрия и физика»⁸. Здесь схема генезиса новой геометрии и теории относительности обобщена в историческом

⁷ *Einstein A.* Comment je vois le monde. Paris, 1934, p. 214—233. Далее обозначается: Comment je vois le monde, с указанием страницы.

⁸ См.: *Эйнштейн*, 2, 178—182.

плане. Наука в своем филогенетическом развитии прошла тот же цикл, что и Эйнштейн в своем индивидуальном развитии. Эйнштейн, разумеется, лишь ретроспективно, после создания теории относительности, мог четко сформулировать общую концепцию логических конструкций и наблюдаемых в природе соотношений. Ретроспективно он мог сформулировать и историческую концепцию перехода от первоначального отождествления геометрических и физических понятий к последующему их разграничению и, наконец, к синтезу. Но нельзя думать, что Эйнштейн просто проецировал в прошлое путь, приведший его к теории относительности. Схема, которую Эйнштейн видел в процессе познания в целом, не была ретроспективно навязана истории науки, она действительно вытекает из исторической картины математики и физики. Знакомство с математическими и физическими идеями в их историческом развитии подготавливало в сознании Эйнштейна генезис той схемы «бегства от чуда» и «бегства от очевидности», которая получила свое отчетливое выражение в связи с теорией относительности.

Эйнштейн говорит, что в древности геометрия была полуэмпирической наукой, рассматривавшей, например, точку как реальное тело, размеры которого можно игнорировать. «Прямая определялась или с помощью точек, которые можно оптически совместить в направлении взгляда, или же с помощью натянутой нити. Мы имеем, таким образом, дело с понятиями, которые, как это и вообще имеет место с понятиями, не взяты непосредственно из опыта или, другими словами, не обусловлены логически опытом, но все же находятся в прямом соотношении с объектами наших переживаний. Предложения относительно точек, прямых, равенства отрезков и углов были при таком состоянии знания в то же время и предложениями относительно известных переживаний, связанных с предметами природы».

В этой характеристике античного представления о геометрии и реальности Эйнштейн повторяет свою общую эпистемологическую концепцию: понятия не выводятся логически из опыта, но тем не менее всегда сохраняют связь с опытом. Вскоре он снова вернется к этой концепции, применительно к общей характеристике пути, ведущего к геометрическим понятиям от их физических образов.

Античная геометрия — физическая или полуфизическая наука — эволюционировала, освобождаясь от эмпирических корней. Постепенно выяснилось, что большое число геометрических положений можно вывести из аксиом. Тем самым геометрия стала собственно математической наукой. «Стремление извлечь всю геометрию из смутной сферы эмпирического привело незаметным образом к ошибочному заключению, которое можно уподобить превращению чтимых героев древности в богов», — говорит Эйнштейн. Теперь под «очевидным» стали понимать то, что присуще человеческому разуму и не может быть отринуто без появления логических противоречий. Как же могут быть применены эти логически непротиворечивые, присущие человеческому духу и поэтому «очевидные» аксиомы, в частности геометрические аксиомы, к познанию действительности? И тут, продолжает Эйнштейн, на сцену выходит кантовское учение о пространстве как априорной форме познания.

Эйнштейн не только отвергал кантовский априоризм, но вместе с тем указывал реальные проблемы науки и действительные противоречия, из которых при неправомерном абсолютизировании отдельных сторон, отрезков, витков познания вырастали метафизические заблуждения, в данном случае — мысль об априорной природе пространства. Иллюзия априорности создавалась аксиоматизацией геометрии. Второй источник отрыва геометрических понятий от их прообразов находился в самой физике.

«Согласно ставшему гораздо более тонким взгляду физики на природу твердых тел и света, в природе не существует таких объектов, которые бы по своим свойствам точно соответствовали основным понятиям евклидовой геометрии. Твердое тело не может считаться абсолютно неизменяемым, а луч света точно не воспроизводит ни прямую линию, ни даже вообще какой-либо образ одного измерения. По воззрению современной науки, геометрия, отдельно взятая, не соответствует, строго говоря, вообще никаким опытам, она должна быть приложена к объяснению их совместно с механикой, оптикой и т. п. Сверх того, геометрия должна предшествовать физике, поскольку законы последней не могут быть выражены без помощи геометрии. Поэтому геометрия и должна казаться наукой, логически предшествующей всякому опыту и всякой опытной науке».

Объясняя такую aberrацию научной мысли, Эйнштейн снова ссылается на свой исходный тезис: понятия сами по себе, логически не следуют из опыта. Этот тезис был обычным выводом из историко-научных экскурсов Эйнштейна.

В одном из писем Соловину Эйнштейн высказал этот тезис чрезвычайно прозрачным образом и при этом пошел далеко вперед по сравнению со всеми предыдущими формулировками⁹.

«Строго говоря, — пишет Эйнштейн, — нельзя сводить геометрию к «твердым» телам, которые ведь не существуют. Твердые тела нельзя считать бесконечно делимыми. Это нужно учитывать».

Здесь Эйнштейн констатирует, что тела, состоящие из атомов, не могут быть точным прообразом геометрических фигур: вершины их углов не совпадают с точками, грани — с плоскостями и т. д., а с позиций волновой теории света луч не может быть прообразом прямой. Отсюда уже вытекает соблазн считать геометрические понятия условными или априорными, независимыми от результатов физического эксперимента и поэтому незыблемыми. Но Эйнштейн прибавляет еще одно соображение. Оно относится к измерению пространственных расстояний и, в частности, к определению положений тел. Мы пользуемся для этого линейками и совмещаем материальные точки, расстояние между которыми требуется определить, с другими точками, расстояние между которыми уже определено. Но если это материальные точки, то нельзя абсолютно игнорировать воздействие линейки на измеряемое тело. Подобное обстоятельство, как можно думать, имел в виду Эйнштейн в строках, которые следуют за приведенными:

«Аналогичным образом нельзя утверждать, что тела, с помощью которых мы измеряем предметы, не воздействуют на эти предметы. Подобное утверждение не является строгим и само по себе не оправданно».

Это замечание придется потом вспомнить в связи с эйнштейновской позицией в отношении квантовой механики. За ним следует вывод:

«Поистине никогда и ни при каких условиях понятия не могут быть логическими производными ощущений. Но

⁹ См.: Lettres à Solovine, 129.

дидактические и эвристические цели делают такое представление неизбежным. Мораль: если вовсе не грешить против разума, нельзя вообще ни к чему прийти. Иначе говоря, нельзя построить дом или мост, если не пользоваться строительными лесами, которые, конечно, не являются частью сооружения».

Вывод, несколько неожиданный для последователя великих рационалистов XVII—XVIII вв. Они были твердо убеждены: грешить против разума — значит грешить против истины. Все дело в том, что Эйнштейн был не столько последователем, сколько преемником Декарта и Спинозы. Он знал этих мыслителей, но он также знал Гёте с его «теория, друг мой, сера, но зелено вечное дерево жизни». Эйнштейн знал, что непосредственные впечатления бытия преобразуются в абстрактные понятия теории сложным путем, включающим игнорирование некоторых сторон реальности. Высшее выражение «безгрешного» рационализма — всеведущее существо Лапласа, знающее положения и скорости всех частиц Вселенной, для рационалистов XVII в. было будущим их концепции, а для рационалистов XIX—XX в. — прошлым.

Как бы то ни было, в XIX в. с его установившимися атомистическими представлениями о веществе и волновыми представлениями о свете природа уже не была прикладной геометрией. Отсюда сделали вывод, что геометрия — это не абстрактно выраженная природа, и дошли до априорности геометрии либо до ее условности.

Болезни роста излечиваются дальнейшим ростом. Иллюзии априорности и условности геометрии исчезли с дальнейшим развитием аксиоматизации и с дальнейшим развитием представлений о физических прообразах геометрии.

Прежде всего в геометрии выросли большие, разветвленные системы, которые отличались некоторыми исходными допущениями. Появление различных по исходным постулатам геометрических систем подрывало корни представления об априорной геометрии и априорном понятии пространства. Был поставлен вопрос: какова геометрия действительного мира? Имеет ли этот вопрос смысл? Эйнштейн рассматривает, во-первых, ответ Гельмгольца: понятиям геометрии соответствуют реальные объекты, и геометрические утверждения представляют собой в последнем счете утверждения о реальных телах.

Другая точка зрения высказана Пуанкаре: содержание геометрии условно. Эйнштейн присоединяется к ответу Гельмгольца и говорит, что без такой точки зрения практически было бы невозможно подойти к теории относительности.

Как мы увидим позже, теория относительности представляет собой попытку ответить на вопрос, какая геометрия соответствует объективной действительности, описывает действительность наиболее точным образом. Тем самым геометрия теряет характерное для логики и математики в целом безразличие к физической природе своих объектов и к физической истинности своих суждений. «Чистая математика, — писал Бертран Рассел, — целиком состоит из утверждений типа: если некоторое предложение справедливо в отношении данного объекта, то в отношении его справедливо некоторое другое предложение. Существенно здесь, во-первых, игнорирование вопроса, справедливо ли первое предложение, и, во-вторых, игнорирование природы объекта... Математика может быть определена как наука, в которой мы никогда не знаем, о чем говорим, и никогда не знаем, верно ли то, что мы говорим». Это игнорирование онтологической стороны дела теперь становится уже условным. Существуют различные пути для вывода второго предложения из первого, выбор пути зависит от содержания первого предложения и от природы объекта, к которому оно относится. Математика — в данном случае геометрия — обретает онтологическую, физическую содержательность. Для Эйнштейна это значит, что содержание математических суждений должно в принципе допускать экспериментальную проверку.

Мы видим, что концепция Эйнштейна направлена как против априоризма и против представления о чисто условных математических истинах, так и против примитивной идеи тождества геометрических соотношений с «очевидными» и непреложными физическими соотношениями. Логические конструкции не дают априорных результатов при познании природы, они нуждаются в сопоставлении с экспериментом и в соответствии с ним обретают физическую содержательность. Априорной очевидности не существует. Но и эмпирическая очевидность — иллюзия. Геометрические понятия получают все новое и новое физическое содержание и при этом сами меняются. Все это характеризует путь, которым шел

Эйнштейн при создании и развитии теории относительности. Но вместе с тем сказанное характеризует эффект математической и физической подготовки Эйнштейна в юности. Все стало на свое место позже, после построения теории относительности, но строительные материалы заготавливались раньше.

Чтобы охарактеризовать эти материалы, нужно указать, в каком виде они вошли в постройку, какие математические сведения оказались необходимыми Эйнштейну впоследствии. Повторим несколько систематичнее пояснения математических понятий, уже мелькавших раньше.

Вся совокупность теорем наиболее простой и элементарной геометрии, которую изучают в средней школе, основана на неизменной длине отрезка, переносимого с места на место и измеряемого в различных положениях. На этом следует остановиться, так как понятие неизменной длины отрезка подводит к понятиям, которые впоследствии понадобятся для изложения основ теории относительности.

Длина отрезка прямой — это расстояние между его концами. Мы определяем положение каждой точки через расстояния между нею и другими точками, а расстояния — через положения точек. Положение точки — относительное понятие, оно может быть определенным, если указано, по отношению к каким другим точкам, линиям и поверхностям оно определено. Даже такие, не связанные с количественным измерением определения положения, как «сверху», «снизу», «справа», «вперед», тоже требуют указания на другие точки, линии и поверхности, по отношению к которым данная точка находится «снизу», «вперед» и т. д. Декарт нашел способ, с помощью которого можно количественно определить положение точки в пространстве. Если это пространство — плоскость, то нужно провести через некоторую точку на плоскости — начало отсчета — две взаимно перпендикулярные прямые, затем опустить на эти прямые (они называются осями координат) перпендикуляры из данной точки. Длины этих перпендикуляров — координаты данной точки — определяют ее положение на плоскости. Пространство, в котором положение точки определяется двумя координатами, называется *двумерным*. Оно не обязательно должно быть плоским и может быть кривой поверхностью, например поверхностью сферы. Такова поверхность Земли, положе-

ние на этой поверхности определяется расстоянием от полюса (или от экватора) и от меридиана, принятого за начальный. Здесь в такой координатной системе (системе отсчета) осями служат уже не прямые, а кривые линии.

Чтобы определить положение точки с помощью декартовых координат в трехмерном пространстве, понадобится система, состоящая из трех взаимно перпендикулярных плоскостей. Положение точки определяется тремя координатами — длинами опущенных на эти плоскости перпендикуляров.

Мы можем заменить данную декартову систему координат иной декартовой системой, выбрав новое начало координат или проведя в ином направлении взаимно перпендикулярные оси. Такая замена называется преобразованием координат. Она меняет значения координат, но не меняет длины отрезка. Если нам известны координаты одного конца отрезка и координаты другого конца отрезка, мы можем вычислить его длину. Перейдя к иной системе отсчета, получив новые значения координат концов отрезка и вычислив вновь его длину, мы получим ту же самую величину, что и при измерении положения концов отрезка в старой координатной системе. Длина отрезка принадлежит к числу величин, которые не меняются при преобразовании координат и называются *инвариантами* таких преобразований.

Когда познакомишься с этими геометрическими понятиями, воображение рисует их физические прообразы. Отрезок представляется нам, например, штангой — двумя металлическими шарами, которые сохраняют между собой одно и то же расстояние — они образуют жесткую *механическую систему*. Координатные оси на плоскости представляются двумя перпендикулярными прямыми, начерченными на столе, на полу или на земле. Под понятие трехмерной системы отсчета мы подставляем конкретный образ трех бесконечно простирающихся плоскостей — что-то вроде бесконечного пола и двух бесконечных перпендикулярных стенок, прикрепленных к кораблю, на котором мы путешествуем, или к Земле, Солнцу, Сириусу и т. д. Нам кажется, что длина штанги (или размеры и форма другой, более сложной материальной системы) не меняется при измерении координат ее точек в системе корабля, в системе Земли и т. д., т. е. что мы можем взять любую начальную точку отсчета, чтобы описать геометри-

ческие свойства реальных тел. Такую равноправность всех точек при выборе начала координат мы называем *однородностью* окружающего нас пространства. Мы можем теперь сказать, что Коперник, лишивший систему координат, связанную с Землей, ее привилегированного характера, показал однородность мирового пространства. Но при этом мы уже, по существу, утверждаем, что при переходе к иной системе координат (Коперник прикрепил ее к Солнцу) не меняются не только форма и размеры тел, но и их поведение.

Соответственно мы приходим к представлению о равноправности направлений в окружающем нас пространстве — такая равноправность называется *изотропностью*. Когда древнегреческие мыслители отказались от мысли о падении антиподов с Земли «вниз», т. е. о привилегированном направлении, они, по существу, открыли, что в системе отсчета, где одна из осей направлена «вверх», и в системе отсчета, где эта ось направлена «вниз», не меняются величины, характеризующие не только форму и размеры, но и поведение тел.

Вернемся к геометрическим инвариантам. Как было уже сказано, геометрия, которую проходят в средней школе, основана на допущении: длина отрезка не меняется при его переносе. Эта длина вычисляется с помощью некоторой формулы по заданным координатам концов отрезка. Координаты, как уже говорилось, меняются в зависимости от выбора системы отсчета, но длина отрезка остается неизменной. Она служит инвариантом координатных преобразований. Мы можем представить себе иную формулу, связывающую длину отрезка с координатами его концов. Мы можем изменить и другие основные допущения геометрии и при этом не приходим к противоречиям. Такая возможность избирать различные исходные допущения и не приходиться при этом к противоречиям нанесла сильный удар идее априорного пространства.

Кант считал априорными, присущими сознанию, независимыми от опыта соотношения геометрии Евклида. В III в. до н. э. Евклид вывел всю совокупность теорем геометрии из нескольких независимых одна от другой аксиом. Среди последних находился так называемый постулат параллельных, эквивалентный утверждению, что из точки, взятой вне прямой, можно провести только одну прямую, не пересекающуюся с данной. Из этого постула-

та выводится равенство суммы углов треугольника двум прямым углам, параллельность перпендикуляров к одной и той же прямой и ряд других теорем. Из него выводится, в частности, формула, позволяющая найти длину отрезка, если заданы координаты его концов.

В 1826 г. Н. И. Лобачевский доказал, что может существовать иная, неевклидова геометрия, отказывающаяся от постулата параллельных. В геометрии Лобачевского через точку, взятую вне прямой, можно провести бесчисленное множество прямых, не пересекающихся с данной. Сумма углов треугольника в геометрии Лобачевского меньше двух прямых углов, перпендикуляры к прямой расходятся. Длина отрезка определяется в ней по координатам концов иначе, чем в геометрии Евклида.

Тридцать лет спустя Бернгард Риман заменил евклидов постулат параллельных утверждением, что через точку, взятую вне прямой, нельзя провести ни одной прямой, не пересекающей данную прямую. Иначе говоря, в геометрии Римана параллельных прямых нет. В геометрии Римана сумма углов треугольника не равна двум прямым углам, как в геометрии Евклида, и не меньше их, как в геометрии Лобачевского, а больше двух прямых углов. Перпендикуляры к прямой не параллельны и не расходятся; в геометрии Римана они сходятся. Длина отрезка определяется по координатам его концов иначе, чем в геометрии Евклида, и иначе, чем в геометрии Лобачевского.

Эти парадоксальные утверждения геометрии Лобачевского и геометрии Римана приобретают простой и наглядный смысл, если мы нарисуем геометрические фигуры не на плоскости, а на кривой поверхности. Возьмем поверхность сферы. Роль прямых на плоскости здесь будут играть кратчайшие дуги, примером которых могут служить дуги меридианов на поверхности Земли или дуги экватора. Но каждые два меридиана обязательно пересекутся, следовательно, на поверхности сферы нельзя найти параллельные кратчайшие линии. Перпендикуляры к экватору — ими как раз и являются меридианы — сходятся в полюсе. Нарисовав на поверхности сферы треугольник, образованный дугой экватора и двумя меридианами, т. е. с вершиной в полюсе, мы убедимся, что сумма углов этого треугольника больше двух прямых углов. Длина кратчайшего отрезка на поверхности сферы определяется ина-

че, иной формулой, чем длина кратчайшего отрезка на плоскости.

Можно найти кривую поверхность, на которой, при замене прямых кратчайшими на этой поверхности кривыми, так называемыми *геодезическими* линиями, все соотношения подчиняются геометрии Лобачевского: через точку, взятую вне такой линии, можно провести множество геодезических линий, не пересекающихся с данной, сумма углов образованного такими линиями треугольника меньше двух прямых углов, перпендикуляры расходятся и т. д.

Можно заменить переход от евклидовой геометрии к неевклидовой геометрии на плоскости — искривлением этой плоскости.

Но как представить себе неевклидову геометрию в *пространстве*, переход от *трехмерной* евклидовой геометрии к *трехмерной* неевклидовой геометрии? Зрительного образа искривления трехмерного пространства мы не находим. Но мы можем считать искривлением трехмерного пространства всякий переход от евклидовых геометрических соотношений в этом пространстве к неевклидовым.

Когда Эйнштейн знакомился с евклидовой и неевклидовой геометрией на лекциях по математике в Цюрихе, он не представлял себе, какие именно геометрические понятия позволят найти и описать новую физическую теорию. Только через много лет он увидел, что интересовавшая его с отрочества проблема относительности движения имеет непосредственное отношение к координатным преобразованиям и кривизне пространства.

Для этого необходимо было придать понятию пространства более широкий смысл.

Эйнштейн подошел к трехмерному пространству и к описывающей его свойства трехмерной евклидовой геометрии с критерием физической содержательности. Существуют ли физические процессы, укладывающиеся в соотношения трехмерной евклидовой геометрии? Классическая физика допускала существование таких процессов. Созданная Эйнштейном теория относительности отрицает их возможность. Она приписывает физической содержательность четырехмерной геометрии.

Критерии выбора научной теории и основы классической физики

Природа в ее простой истине является более великой и прекрасной, чем любое создание человеческого разума, чем все иллюзии сотворенного духа.

Роберт Майер

В автобиографии 1949 г. Эйнштейн пишет о двух критериях выбора научной теории. Первый критерий — «внешнего оправдания»: теория должна согласоваться с опытом. Это требование очевидно. Но применение его затрудняется тем обстоятельством, что теория часто может быть сохранена с помощью добавочных предположений. Второй критерий Эйнштейн указывает несколько неопределенным образом. Это «внутреннее совершенство» теории, ее «естественность», отсутствие произвола при выборе данной теории из числа примерно равноценных теорий.

Эйнштейн считает высказанное им положение о критериях лишь намеком на определение и говорит, что не способен сразу, а быть может, вообще не в состоянии заменить намеки более точными формулировками. Впрочем, говорит Эйнштейн, авгуры почти всегда единодушно судят как о «внешнем оправдании» теории, так и о ее «внутреннем совершенстве».

Прежде всего отметим, что указанные критерии в известном смысле едины, что, по существу, оба они выражают одно и то же. Они служат критериями для определения онтологической ценности теории, ее соответствия действительности. Это не значит, что не может быть чисто формального, эстетического критерия изящества, простоты, общности и т. д. Но у Эйнштейна эти характеристики не обладают самостоятельным значением. Они помогают точнее определить истинность теории.

Проведем одну параллель, чтобы пояснить высказанную только что мысль. Некоторая гидростанция своими

архитектурными формами и компоновкой создает впечатление стройности, легкости, естественности, изящества. Это впечатление имеет самостоятельную эстетическую ценность. Но вместе с тем оно является признаком максимального соответствия между сооружениями и рельефом местности.

Эйнштейн с его удивительно тонким ощущением гармонии, естественности и, как он говорил, «музыкальности» научной мысли придавал особое значение эстетическому впечатлению, зависящему от «внутреннего совершенства» теории. Для Эйнштейна критерий «внутреннего совершенства» становится критерием выбора однозначной теории, отображающей действительность. Теория, в наибольшей степени обладающая «внутренним совершенством», в наименьшей степени исходит из произвольных предположений, не вытекающих однозначным образом из других. Она в большей степени, чем другие теории, объясняет устройство и развитие мира исходя из единых универсальных закономерностей бытия. Но для Эйнштейна это значит, что теория ближе подходит к объективному *ratio* Вселенной.

Формально критерий внутреннего совершенства очень близок к критерию математического изящества в том виде, в каком его определял Пуанкаре. Последний называл изящным математическое построение, позволяющее вывести наибольшее число положений из наименьшего числа посылок. Он сравнивал такое построение с античной колоннадой, легко и естественно несущей на себе фронтон. Действительно, в архитектуре (прежде всего в античной) наиболее отчетливо выражается однозначность решения: из большого числа возможных архитектурных форм лишь одна соответствует минимальному числу дополнительных опор, лишь одна решает статическую задачу, минимально дополняя основной замысел сооружения. Она и является самой изящной.

У Эйнштейна критерий внутреннего совершенства шире указанного требования минимального числа дополнительных опор. Такое требование — только одна из компонент внутреннего совершенства. Но суть дела не в этом. У Эйнштейна математическое изящество приобретает *гносеологический* смысл: изящество теории отражает ее близость к действительному миру.

Теория относительности оказалась, как мы увидим,

наиболее изящной концепцией из числа концепций, выдвинутых для объяснения электродинамических и оптических фактов. Теоретические построения Эйнштейна отличаются большим изяществом. При изложении теоретической физики Эйнштейн, вслед за Больцманом, советовал «оставить изящество портным и сапожникам». Но этот совет относился к изложению, и «изящество» здесь понималось по-иному. При выборе научной теории из числа многих теорий, соответствующих наблюдениям (наблюдения, согласно Эйнштейну, не определяют теории однозначным образом), сознание действует активно и исходит из критериев внутреннего совершенства, в частности из максимального изящества теории, из минимального числа ее независимых посылок.

Как только Эйнштейн подходит к ответу на вопрос, в чем же ценность изящества, минимального числа независимых посылок и т. д., сразу становится ясной грань между эпистемологическими позициями Эйнштейна и Пуанкаре. Для Пуанкаре критерий изящества последний, изящество отнюдь не рассматривается как некий результат или симптом более глубоких свойств теории. Для Эйнштейна изящество — симптом достоверности, объективной достоверности теории, т. е. свойства, которое вообще не может фигурировать в концепциях априорного или конвенционального происхождения науки.

Теории, исходящие из наименьшего числа посылок, ближе к действительности, потому что мир представляет собой *единую* систему тел, поведение которых взаимно обусловлено, потому что в мире нет оборванных концов причинной цепи, с которых нужно начинать анализ, нет звеньев, относительно которых нельзя спросить «почему», и приходится их брать как исходные, самостоятельные, независимые. Отсутствие таких звеньев, единство мира, универсальный, всеобъемлющий характер единой цепи причин и следствий — в этом причина онтологической ценности изящных теорий. Они исходят из наименьшего числа независимых постулатов и поэтому ближе других к реальному единству мира, отражают его наиболее адекватным образом. Упорядоченность, регулярность, рациональность, детерминированность мира — его объективные свойства. Они — не априорная рамка познания, в которую укладываются восприятия, а являются объективными закономерностями, что бы об этом ни думали сторонники

априорного происхождения научных понятий и законов. Когда теория выводит свои понятия из наименьшего числа исходных закономерностей, она приближается к реальному единству Вселенной.

Это реальное единство проявляется в сохранении некоторых соотношений при переходе из одной точки пространства в другую и от одного момента времени к другому. Именно эта неизменность законов бытия, независимость их действия от смещений в пространстве и времени была исходной идеей на пути, приведшем к теории относительности. «Внутреннее совершенство» теории означает ее близость к реальному единству мира. Когда Эйнштейн стремился написать уравнения, выражающие законы бытия и ковариантные (т. е. сохраняющие свою справедливость) при различных смещениях в пространстве и времени, он искал максимальное «внутреннее совершенство» теории, но по существу оно означало максимальное соответствие между теорией и объективным единством, детерминированностью мира, сохранением физических соотношений, закономерной связью, охватывающей всю бесконечную Вселенную.

Критерии «внешнего оправдания» и «внутреннего совершенства» были применены (задолго до того, как они получили эти названия и даже были осознаны в сколько-нибудь четкой форме) к классической механике как основе физики.

Характеризуя состояние физики в те годы, когда он учился, Эйнштейн пишет:

«Несмотря на то, что в отдельных областях она процветала, в принципиальных вещах господствовал догматический застой. В начале (если такое было) бог создал ньютоновы законы движения вместе с необходимыми массами и силами. Этим все и исчерпывается; остальное должно получиться дедуктивным путем, в результате разработки надлежащих математических методов»¹.

Речь идет отнюдь не о догматической концепции сводимости всех закономерностей мира к законам ньютоновой механики. XIX столетие разрушило эту концепцию. В теории тепла, в теории электричества и света были найдены специфические закономерности, и никто уже

¹ Эйнштейн, 4, 265.

всерьез не думал о лапласовском всеведущем существе, знающем положения и скорости всех частиц во Вселенной, как об идеале познания природы. Догматической была другая мысль. Большинство естествоиспытателей было абсолютно уверено в возможности вывести всю сумму физических знаний из ньютоновых законов и не прийти при этом к каким-либо серьезным противоречиям. Эта мысль о ньютоновой механике как о раз навсегда данной основе физики не была поколеблена теориями XIX в. В конце столетия уже знали, что в сложных проблемах физики простая схема перемещения частиц не дает подлинного истолкования фактов. Поведение большого ансамбля движущихся молекул требует для своего объяснения таких чуждых механике понятий, как вероятность состояний, необратимый переход от менее вероятных состояний к более вероятным и т. д. Но это несколько не колеблет убеждения, что все сложные формы движения в последнем счете связаны с перемещением тех или иных тел, целиком и с абсолютной точностью подчиняющихся законам Ньютона.

Таким образом, когда Эйнштейн говорит о механике как основе физики, он имеет в виду отнюдь не тот механицизм, который появился в XVII в., достиг наибольшего преобладания в науке в следующем столетии и был разбит великими открытиями XIX столетия. Схема сведения всех закономерностей мира к механике была уже достаточно старомодной в конце столетия, и Эйнштейн имел в виду более широкое и общее понятие «механики как основы физики», имел в виду, что за кулисами сложных закономерностей бытия, не заслоняя их и не вытесняя из картины мира, стоят ньютоновы законы перемещения и взаимодействия частиц.

Электродинамика нанесла этой точке зрения удар, заставивший в конце концов усомниться не только в применимости механического объяснения явлений к электромагнитным процессам, но и в точности самих законов механики, установленных Ньютоном и подтвержденных развитием всей практики и всей науки в течение двух столетий. На этом мы остановимся немного позже. Сейчас коснемся двух идей Ньютона, критика которых была предпосылкой пересмотра ньютоновых законов как основы физики. Первая идея — абсолютное время. Ньютон говорил о едином потоке времени, охватывающем все ми-

рождение. Мы можем говорить о событиях, происходящих одновременно в одно и то же мгновение во всем бесконечном пространстве. Это представление об одном и том же мгновении, наступающем во всем мире, о последовательности таких общих для всего мира мгновений — абсолютном времени, протекающем во всем мире, об одновременности отдаленных событий — одно из самых фундаментальных представлений классической физики. Нам кажется, что данное мгновение охватывает всю Вселенную, мы убеждены в этом, и это убеждение кажется, вернее казалось, непреложным и незыблемым, может быть даже априорным.

Эйнштейн подошел к понятию абсолютного времени прежде всего с критерием «внешнего оправдания». Соответствуют ли этой концепции наблюдения?

Понятие времени не априорное и не условное понятие, поэтому оно может встретиться с наблюдениями, которые потребуют пересмотра логически стройной концепции. С другой стороны, понятие времени — не простая запись наблюдений; это понятие проникает в сферу объективных причин явлений; поэтому к нему нужно подойти с нефеноменологическим критерием «внутреннего совершенства». Посмотрим, что могли дать для пересмотра идеи абсолютного времени физические знания, приобретенные Эйнштейном в студенческие годы.

Если понятие абсолютного времени — не априорно-логическое понятие, то ему должны соответствовать некоторые наблюдения, позволяющие проверить его реальность. Процессом, придающим физический смысл понятию абсолютного времени, может быть действие одного тела на другое, если это действие распространяется мгновенно, т. е. с бесконечной скоростью. Воздействие тела на удаленное от него другое тело может быть самым различным: притяжением, толчком через посредство твердого длинного стержня, световым сигналом (одно тело светится, служит источником света, другое тело освещается, служит экраном). Достаточно, чтобы хоть одно воздействие на удаленное тело происходило с бесконечной скоростью, и тогда понятие абсолютной одновременности получит физический смысл. Возьмем любой вид мгновенного сигнала: мгновенно переданный через твердый стержень толчок; мгновенно распространяющееся тяготение; звук, донесшийся с бесконечной скоростью; радио-

волну, переносящуюся с бесконечной скоростью от радиостанции к приемнику; луч света, дошедший до экрана в то же мгновение, когда зажегся фонарь. В каждом из этих случаев одновременность является физическим понятием, она может быть проверена наблюдением, которое доказывает соответствие этого понятия объективной реальности. Если сигнал передается с бесконечной скоростью, если взаимодействие тел может быть мгновенным, то событие «тело A воздействует на отдаленное от него тело B » и событие «тело B испытывает воздействие со стороны тела A » представляют собой одновременные события.

Но в природе нет мгновенных сигналов, тела взаимодействуют с конечной скоростью. В природе нет абсолютно жестких стержней, мгновенно передающих толчок, нет мгновенно распространяющегося тяготения, мгновенных звуковых и электромагнитных волн. По мере того как выяснялась конечная скорость сигналов, по мере того как образ мгновенного действия на расстоянии вытеснялся из картины мира, концепция абсолютной одновременности теряла свое «внешнее оправдание». В конце концов она все же достигла соответствия с наблюдениями, но ценой радикальной потери «внутреннего совершенства». После этого концепция абсолютной одновременности и абсолютного времени перестала быть основой картины мира и стала рассматриваться как неточное, приближенное представление. Более подробный рассказ об этом связан с изложением оптических и электродинамических знаний конца XIX в. Мы вскоре коснемся их. До этого можно сказать несколько слов о связи идеи абсолютного времени с трактовкой трехмерной геометрии.

Уже в XVIII в. существовала мысль о мире как о четырехмерном многообразии. В самом деле, все, что мы наблюдаем в природе, происходит не только в пространстве, но и во времени. На моментальной фотографии запечатлено то, что имело место в некоторое мгновение; но в течение непротяженного мгновения ничего не происходит. Каждый знает, что нулевая по своим размерам точка не является реальным телом, как и нулевая по ширине линия и нулевая по толщине поверхность. Но существует ли реально куб с нулевой длительностью существования?

Подобные соображения о четырехмерном характере реального мира настолько просты и естественны, что по-

надобилось время для распространения иного взгляда. Этот иной взгляд опирается на понятие одновременности как физического понятия, т. е. на идею мгновенного дальнего действия. Если на моментальной фотографии изображены два тела, соединенные абсолютно твердым, мгновенно передающим толчок стержнем, или фонарь и экран, на который упал луч света в то же мгновение, когда фонарь зажегся, тогда моментальная фотография изображает нечто реально происходящее.

Мгновенное дальнее действие противоречило казавшемуся более естественным представлению о том, что каждое событие происходит через некоторое время после вызвавшего его другого события. Но множество наблюдений заставляло людей думать, будто они видят то, что происходит в то же мгновение, и даже слышат звук в то мгновение, когда он возник, слышат звук колокола в мгновение, когда он зазвонил.

Последняя из перечисленных здесь иллюзий рассеялась очень давно. Представление о мгновенном распространении света держалось до XVII в. О конечной скорости всех взаимодействий, т. е. любых сигналов, узнали только в XIX в. Вероятно, тот факт, что мы сейчас слышим звук колокола, в который ударили на несколько секунд раньше, казался когда-то «удивительным» не в меньшей степени, чем поразившее Эйнштейна движение стрелки компаса. Еще более «удивительным» казалось, что мы видим звезду, которой давно уже нет в просторах Галактики. «Бегство от удивительного» вплоть до XX в. состояло в разработке такого представления о мире, в котором конечная скорость сигналов уживалась бы с идеей абсолютной одновременности.

Такую возможность можно иллюстрировать схемой, которую впоследствии нарисовал Эйнштейн. Мы отождествляем два мгновения в двух пунктах, расположенных на большом расстоянии, когда в эти пункты приходят сигналы с одной и той же конечной скоростью из источника, находящегося на равных расстояниях от них. Примером может служить система из двух экранов и фонаря, находящегося посередине между ними. Свет достигает этих экранов в одно и то же мгновение. Если мгновение, когда осветился первый экран, и мгновение, когда осветился второй экран, отождествлены, то слова «в то же самое мгновение» уже не лишены физического смысла;

мы можем говорить об одновременности, об одном и том же мгновении в отдаленных пунктах пространства, о едином потоке времени.

Соответственно приобретает физический смысл «ментальная фотография» — пространство, взятое в один и тот же момент времени, — трехмерное, чисто пространственное многообразие. Мы увидим вскоре, что теория, в которой абсолютное время сохранялось и при конечной скорости сигналов, все же не смогла получить «внешнего оправдания». Она была ниспровергнута развитием оптики и электродинамики.

Отметим одну особенность понятия абсолютного времени в классической физике. Слово «относительное» противопоставляется «абсолютному» и означает, что некоторые определения (или, если свойство измерено, величины) имеют физический смысл лишь при указании другого определения. Например, свойство тела находиться слева или справа имеет смысл, если на некоторой поверхности определено направление оси, относительно которой данное тело расположено по правую или по левую сторону. Так же относительно определение «на расстоянии в два метра», требующее указания, от какого тела данное тело находится на расстоянии двух метров. В случае пространственных определений все это хорошо известно, давно вошло в число привычных представлений и в этом смысле стало очевидным. Пространственное положение тела относительно, потому что оно теряет смысл без указания тела отсчета, причем тела отсчета равноправны, внутренние свойства тела выражаются одними и теми же величинами при измерении его положения по отношению к любой системе отсчета.

Напротив, «абсолютное» имеет смысл независимо от сравнения с чем-то посторонним, абсолютное определение свойства дается без указания на свойство, принятое за начало отсчета. Абсолютное положение тела в пространстве было вполне наглядным представлением в античной космологии с центром и границами мироздания. Мы увидим, насколько сложным стало понятие абсолютного пространства, когда его начали рассматривать как бесконечное.

Казалось бы, абсолютное время — это время, не отнесенное к некоторому произвольно выбранному начальному мгновению (началу суток, началу года, началу лето-

счисления), а относительное время — это время, прошедшее после того или иного начала отсчета, произвольно выбранного в том смысле, что процесс продолжается, например, в течение года, независимо от того, определяем ли мы его начало и конец от нашей эры или по иному летосчислению. Тогда абсолютным временем мы назвали бы время, отсчитанное от некоторого особого, привилегированного начала отсчета, независимое от выбора равноправных, произвольных начальных дат. Таким было время, отсчитываемое в древности от начала существования мира. Оно соответствует границам Вселенной при определении абсолютного пространства.

Однако понятие абсолютного времени, о котором говорилось выше, совсем иное. Под абсолютным временем понимается отнюдь не время, независимое от *временной* системы отсчета (от летосчисления и т. д.), а время, независимое от *пространственного* положения точки, в которой определяется время. Это иной смысл понятия «абсолютное время» по сравнению с другими абсолютными величинами, например с «абсолютным пространством». Когда была разрушена конечная Вселенная Аристотеля, абсолютное *пространство* было спасено — мы вскоре узнаем, каким образом. Когда рухнули легенды о сотворении мира, с ними исчезло и представление о привилегированном моменте — абсолютном начале отсчета времени. Напротив, общая идея охватывающего все мироздание независимого от каких-либо событий потока времени сохранилась. Для классической физики XVII—XIX вв. характерно представление о независимости этого потока от пространственного положения точек, в которых определяется время. Именно такой смысл вкладывал Эйнштейн в понятие абсолютного времени в своей критике этого понятия.

Теперь мы перейдем к понятию абсолютного пространства. Ньютон исходил из понятия бесконечного пространства. Поэтому абсолютное положение тела в смысле его расстояния от границ мира или от центра уже не могло войти в картину мира, нарисованную в «Математических началах натуральной философии». Здесь появился другой критерий абсолютного пространства: при переходе из одного пространственного пункта в другой меняется ход внутренних процессов в перемещающемся теле. Мы ничего не знаем о границах пространства или о каких-либо

абсолютно неподвижных телах, находящихся в пространстве. Положение тела отнесено не к таким границам и не к таким телам, а к самому пространству, к пустоте, в которой находятся тела. Положение, не отнесенное ни к каким телам отсчета, отнесенное к самому бесконечному, безбрежному океану мирового пространства, противоречит зрительной «очевидности»: никто не мог видеть и даже представить себе положение тела без каких-либо тел отсчета. В древности такими телами считали абсолютно неподвижную Землю и границы Вселенной. Когда вопрос шел о положении Вселенной и ее центра — Земли, античные мыслители приходили к тяжелым затруднениям и противоречиям. Теперь затруднение появилось сразу, как только речь заходила об абсолютном положении данного тела. Ньютон вышел из этого затруднения следующим образом.

Античные мыслители исходили из абсолютного положения тела — ориентировки его относительно неподвижной Земли и границ пространства. Отсюда они определяли абсолютное движение — переход тела из одного абсолютного места в другое абсолютное место. Путь Ньютона обратный. Он исходит из абсолютного движения. Абсолютное движение проявляется в изменении хода внутренних процессов в движущемся теле. Такой критерий не требует каких-либо тел отсчета. Из абсолютного движения определяется абсолютное пространство: оно характеризуется тем, что переход системы тел из одной части абсолютного пространства в другую является абсолютным движением, т. е. сопровождается внутренними изменениями в системе.

О каких внутренних изменениях идет речь и какое именно движение сопровождается внутренними изменениями?

Речь идет о силах инерции, нарушающих нормальный ход механических процессов в движущейся с ускорением системе и изменяющих поведение входящих в систему тел. Если система переходит из одной части пространства в другую с ускорением, то входящие в систему тела ведут себя иначе, чем при покое системы или при ее равномерном и прямолинейном движении. В системах, движущихся без ускорения, т. е. инерциальных системах, неподвижное тело остается неподвижным; предоставленное самому себе равномерно движущееся тело продолжает свое дви-

жение с неизменной скоростью; находясь под действием силы, тело движется с ускорением, пропорциональным силе. Но в системах, движущихся с ускорением, все это меняется; тела, предоставленные самим себе, ведут себя так, как будто получили толчок, как будто к ним приложены силы. Эти силы получили название сил инерции. Вообще говоря, в классической механике силы обязаны своим существованием взаимодействиям тел. Силы инерции не связаны с таким взаимодействием, они вызваны ускорением системы, они-то и служат доказательством абсолютного характера ускоренного движения системы.

Подобные силы в качестве критерия абсолютного движения фигурируют в повседневном опыте. Примером относительного движения служит плавное, равномерное движение поезда, когда нельзя сказать, движется ли поезд относительно стоящего рядом другого поезда или последний движется в обратную сторону. Когда поезд ускорит или затормозит свой ход, толчок, полученный пассажиром, нарушит эквивалентность этих двух представлений и докажет, что именно данный поезд движется. Если бы не было никаких тел отсчета, силы инерции позволили бы говорить о движении системы, зарегистрировать его абсолютный характер, придать физический смысл понятию абсолютного движения, не отнесенного к телам, отнесенного к самому пространству.

От таких наблюдений и выводов не отличается знаменитый пример вращающегося ведра с водой, приведенный Ньютоном в «Началах» для доказательства существования абсолютного движения и абсолютного пространства. Ньютон предлагает повесить на веревке ведро с водой и придать ведру быстрое вращение. Вода под воздействием центробежных сил поднимется к краям ведра.

С точки зрения относительности движения вращение ведра относительно Земли, небосвода и т. д. и вращение мироздания вокруг ведра должны давать один и тот же физический эффект, и констатации «ведро вращается относительно мира» и «мир вращается относительно ведра» описывают один и тот же процесс. Но центробежные силы и вообще силы инерции нарушают эквивалентность этих двух предложений. При вращении мира вокруг ведра поверхность воды не изменится, при вращении ведра вода поднимается к краям. Следовательно, вращение ведра с водой имеет абсолютный характер.

Что означает эквивалентность приведенных двух констатаций? Мы берем систему координат, т. е. координатные оси, в которых Земля неподвижна, а ведро вращается. Затем мы берем координатную систему, связанную с ведром, т. е. систему отсчета, которая вращается с ведром или, лучше сказать, в которой ведро неподвижно, а мир вращается. Переход от одного представления (вращающееся ведро) к другому (вращающийся мир) — это переход от одной системы координат к другой. Дает ли такой переход, т. е. переход от движущегося к покоящемуся или от покоящегося к движущемуся ведрu, какие-либо внутренние эффекты? При таком переходе поведение тел (частиц воды) меняется. Это и является признаком *абсолютного* движения. В самом деле, можем ли мы в случае ускоренного движения с одним и тем же правом считать: 1) данную систему движущейся, а другую — неподвижной или 2) другую систему движущейся, а данную — неподвижной? Не изменится ли при таком переходе картина внутреннего состояния системы, не докажет ли подобное изменение, что фраза «система *A* движется с ускорением относительно системы *B*» и фраза «система *B* движется с ускорением относительно системы *A*» описывают различные ситуации? Остаются ли инвариантными по отношению к координатным преобразованиям величины, характеризующие внутреннее состояние ускоренных систем?

Как мы видели, механика Ньютона дает на эти вопросы иной ответ по сравнению с ответом на аналогичные вопросы в случае систем, движущихся без ускорения. Появление сил инерции в случае ускоренного движения системы *A* и их отсутствие в случае покоя или равномерного движения этой системы показывает, что система *A* движется с ускорением *абсолютным* образом не только по отношению к *B* (что можно было бы выразить как движение *B* относительно *A*), но и по отношению к чему-то абсолютно неподвижному. Соответственно можно утверждать, что система *B*, где нет сил инерции, не обладает ускорением по отношению к чему-то *абсолютно* неподвижному. Это «нечто абсолютно неподвижное», вызывающее силы инерции в случае ускоренного движения, представляет собой, по мнению Ньютона, пространство — пустое, абсолютное пространство.

Рисуя картину движений без ускорения, движений по

инерции, мы не сталкиваемся с влиянием или какими бы то ни было доступными наблюдению проявлениями абсолютного пространства. Именно это и хотел доказать Галилей. Он приводит в «Диалоге о двух системах мира» картину событий в каюте равномерно движущегося корабля. В ней все происходит так же, как на неподвижном корабле. В каюте летают бабочки, вода каплет в подставленный сосуд и т. д. Все эти процессы не меняют своего хода, когда корабль движется без ускорения. Обобщением подобных наблюдений был классический *принцип относительности* инерционного движения.

Отметим попутно, что Эйнштейн подчеркивал неочевидность закона инерции, вернее, сводил его «очевидность» к длительному и привычному характеру наблюдений и понятий, первоначально казавшихся парадоксальными.

Непосредственное наблюдение показывает, что тела, движение которых не поддерживается постоянно действующей силой, останавливаются. Привычная логическая конструкция, восходящая к Аристотелю и распространенная еще в XVII в., рассматривала в качестве естественного круговое движение.

«Знание о прямолинейности движения предоставленного самому себе тела отнюдь не вытекает из опыта, — говорил Эйнштейн. — Наоборот! И круг считался наипростейшей линией движения и часто провозглашался таковой мыслителями прошлого, например Аристотелем»².

Понятие инерции появилось отнюдь не в результате «чистого описания» непосредственно наблюдаемых фактов. Напротив, оно было результатом столкновения традиционных наблюдений с общими идеями, стремления к непротиворечивой общей картине мира, внимания к новым наблюдениям, не укладывавшимся в аристотелевскую схему движения.

В XVII в. понятие инерции было во многих отношениях началом новой науки. Прежде всего в нем воплотилась основная идея рационализма XVII в. — освобождение природы от антропоморфных схем. Само понятие «природы» в XVII в. изменило свой смысл. Раньше под этим термином понимали некоторую трансцендентную силу, стоящую за материальным миром и управляющую

² Мошковский, 48.

им: «Природа — это министр бога», — говорил в XVI в. ля Боэси. Теперь природу отождествили с материальным миром. Тем самым Вселенная оказалась освобожденной от трансцендентных сил. Механическим эквивалентом этой идеи было представление о движении, которое не требует никакой поддерживающей его силы, выходящей за пределы природы. Бэконовское «свободное движение без сверхнатурального толчка» есть единственное реальное движение. Движение тела в данный момент объясняется тем, что тело двигалось в предшествующий момент, а ускорение объясняется воздействием других движущихся тел, т. е. в последнем счете универсальным движением всех тел Вселенной. Свобода от аристотелевского «первого двигателя» выражалась тогда в схеме природы как механизма, в котором нет ничего, кроме действующих друг на друга частей. Бойль говорил, что природа — это «космический механизм» и нет нужды искать метафизическую причину его функционирования, так же как мы не ищем метафизической причины функционирования часов³. Выражением такого свободного движения тел и свободного от метафизических причин функционирования природы является сохранение того состояния, которое вытекает из естественных законов самой природы: «*Omnis natura est conservatrix sui*»⁴.

Взгляды Спинозы на сохранение тел и их состояний имеют особое значение для идейных истоков теории Эйнштейна. Классический принцип относительности, однородность пространства и сохранение скорости предоставленного себе тела были для Эйнштейна не просто одной из физических идей XVII в. Они были для него воплощением мировой гармонии, объективным *ratio* мира, подчиненного всеобщей причинной зависимости и свободного от всяких некаузальных воздействий. Именно поэтому Эйнштейн сосредоточил свои интеллектуальные силы (они оказались гигантскими!) на обобщении указанной идеи. Истоки подобного понимания инерции и относительности инерционного движения идут от Спинозы.

Излагая философию Декарта, Спиноза связывает инерцию с сохранением состояния каждой вещи, по-

³ Boyle R. *Tractatus de ipsa natura*. Genevae, 1688, p. 20—22.

⁴ *Ibid.*, p. 75.

скольку она рассматривается как нечто единое⁵. Отсюда следует, что «тело, раз пришедшее в движение, продолжит вечно двигаться, если не задерживается внешними причинами»⁶.

Для Спинозы характерна связь понятия инерции (вернее, более общего понятия сохранения состояния) с понятием сохранения самого бытия вещи, ее тождественности самой себе. «Всякая вещь, поскольку от нее зависит, стремится пребывать в своем существовании (бытии)»⁷. Но бытие вещи состоит в длящемся сохранении ее внутренних свойств. Если в качестве вещи фигурирует система тел, то бытие этой системы, ее индивидуальное существование, означает зависимость поведения тел от внутренних взаимодействий.

В переводе на язык механики это значит, что в системе, движущейся по инерции, сохраняются соотношения между движениями и вызвавшими их взаимодействиями тел. Отсюда следует, что внутренние соотношения в движущейся по инерции системе не могут свидетельствовать о ее движении. Движение состоит только в изменении расстояний от других тел, причем мы с тем же правом можем говорить о движении данной системы относительно этих других тел и о движении этих других тел относительно данной системы.

Выдвинув идею инерции, т. е. движения, не требующего силы и сохраняющегося в качестве неизменного состояния тела, Галилей приписал такому движению относительный смысл. В системе, движущейся по инерции, т. е. без ускорения, сохраняется неизменный ход механических событий, и мы можем судить о движении системы без ускорения и только по изменению ее расстояний от тел отсчета. С таким же правом мы можем приписать данной материальной системе неподвижность, тогда движущимися окажутся другие тела, которые раньше мы принимали за неподвижные. В этом и состоит классический принцип относительности — обобщение наблюдений, аналогичных наблюдениям в каюте корабля, о которых писал Галилей.

⁵ Спиноза В. Основы философии Декарта, доказанные геометрическим способом, ч. II. Теорема 14. — Избранные произведения. М., 1957, с. 238.

⁶ Там же, с. 239.

⁷ Спиноза. Этика, ч. III. Теорема 6. — Там же, с. 463.

Принцип относительности Галилея — Ньютона кажется естественной основой классической картины мира, в которой не должно быть ничего, кроме тел, движущихся одно относительно другого и действующих одно на другое. С этой точки зрения выделение систем, движущихся с ускорением, кажется произвольным. Объяснение сил инерции абсолютным движением не вытекает из картины движущихся и взаимодействующих тел. Они, эти силы инерции, объясняются не взаимными отношениями тел, а отношением тела к *пространству*. Ускорение относительно пустого пространства — источник сил инерции. Эта мысль вводит пустое пространство в число агентов, определяющих ход событий в природе.

С такой точки зрения Мах критиковал ньютоново понятие абсолютного движения ускоренных систем. В противовес ньютоновой концепции сил инерции как доказательства абсолютных ускорений Мах выдвинул принцип: «все в природе объясняется взаимодействием масс». Как мы увидим, Эйнштейн в конце концов перестал считать принцип Маха универсальным; он допустил возможность таких процессов природы, для которых принцип Маха теряет смысл. Идеи Эйнштейна исходили из понятия поля как реальной среды, воздействующей на поведение движущихся в этом поле тел. Оказалось далее, что события, происходящие в поле, не сводятся к взаимодействиям указанных тел. Сейчас уже нельзя, реформируя механику Ньютона, перейти к другой механике, в которой также в основе всего находятся тела и их взаимодействия. По словам Эйнштейна, мысль Маха о том, что силы инерции объясняются взаимодействием масс, «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...»⁸. Но когда речь идет о механике Ньютона или о механике того же типа, негативная сторона критики, направленной против ньютоновых абсолютных ускорений, сохраняет свое значение: допустить, что на поведение тел влияют не другие тела, а пустое пространство, в котором они движутся, значит внести в картину мира некоторое чуждое ей, произвольное допущение. Такое допущение про-

⁸ Эйнштейн, 4, 269.

тиворечило универсальной гармонии и единству мироздания.

Эйнштейн отрицает воздействие пустого пространства на поведение тел. Их поведение зависит только от взаимодействий масс. Но, как мы сейчас увидим, этот принцип стал у Эйнштейна исходным пунктом концепции, совершенно несовместимой с общими гносеологическими идеями Маха.

Для Маха критика ньютоновой концепции абсолютно-го ускорения — повод для критики самого понятия объективной реальности. Для Эйнштейна критика понятий абсолютно-го ускорения и абсолютного пространства служит восстановлению нарушенной этими понятиями рационалистической схемы мироздания как постижимой реальности. Для Эйнштейна абсолюты Ньютона противоречат *основному* смыслу системы Ньютона, Эйнштейн борется с Ньютоном за Ньютона, против ньютоновских абсолютов, за основное, главное содержание ньютоновой системы.

В целом Ньютон был для Эйнштейна символом борьбы за объективную истину. Самой важной чертой ньютоновой системы является принципиальная возможность выведения из исходных физических принципов заключений, подтверждаемых опытом. Такая возможность прорывает и разбивает все аргументы агностицизма. Если выводы разума совпадают с наблюдениями, значит посылки разума отображают реальность.

В статье «Исаак Ньютон» (1927) Эйнштейн писал о создателе классической механики:

«Думать о нем, значит думать о его творчестве. Такой человек может быть понят, только если представлять его как сцену, на которой разворачивалась борьба за вечную истину. Задолго до Ньютона находились сильные умы, полагавшие, что возможно дать убедительные объяснения явлений, воспринимаемых нашими чувствами, путем чисто логической дедукции из простых физических гипотез. Но Ньютон был первым, кому удалось найти ясно сформулированную основу, из которой с помощью математического мышления можно было логически прийти к количественному согласующемуся с опытом описанию широкой области явлений. Он в действительности мог надеяться, что фундаментальная основа его механики могла бы со временем дать ключ для понимания всех явлений. Так думали его ученики и последователи вплоть до

конца XVIII в., причем с гораздо большей уверенностью, чем сам Ньютон»⁹.

У Ньютона некоторые явления не были связаны с исходным постулатом — утверждением о зависимости процессов природы от взаимодействия масс. Теория относительности была примирением всей совокупности явлений с этим постулатом. Впоследствии оказалось, что теория относительности прорывает его рамки. Но все это не колеблет основного: совпадение выводов из ньютоновой механики с наблюдениями доказывает способность разума к адекватному познанию мира. Это познание не бывает окончательным, оно бесконечно развивается, но при этом приближается к объективной истине. Поэтому Эйнштейн начинает свою статью о Ньюtone апологией разума и, что крайне характерно для мировоззрения Эйнштейна, социологическими и моральными выводами из могущества разума.

«Несомненно, что разум кажется нам слабым, когда мы думаем о стоящих перед ним задачах; особенно слабым он кажется, когда мы противопоставляем его безумству и страстям человечества, которые, надо признать, почти полностью руководят судьбами человеческими как в малом, так и в большом. Но творения интеллекта переживают шумную суету поколений и на протяжении веков озаряют мир светом и теплом», — продолжает Эйнштейн. И он призывает человечество обратиться к памяти Ньютона как к доказательству силы разума.

Эта апология разума, столь характерная для философских, социологических и моральных идей Эйнштейна, тесно связана с его позицией по отношению к классической механике. Эйнштейн не стремился погасить осветившее мир солнце ньютоновой мысли. Он хотел освободить это солнце от пятен метафизических абсолютов. Развитие теории относительности заменило светило ньютоновой мысли иными светилами. Непокосимой осталась основная идея: разум освещает своим светом объективный, гармоничный и познаваемый мир.

⁹ Эйнштейн, 4, 78,

Броуновское движение

Термодинамика — это единственная физическая теория общего содержания, относительно которой я убежден, что в рамках применимости ее основных понятий она никогда не будет опровергнута.

Эйнштейн

В 1905 г., непосредственно перед публикацией статьи, содержащей изложение специальной теории относительности, Эйнштейн закончил серию работ, посвященных классической теории молекулярного движения. Заключительная статья в «Annalen der Physik» давала ответ на вопрос о природе наблюдаемого в микроскоп движения небольших тел, взвешенных в жидкости, — так называемого *броуновского движения*.

Термодинамические исследования Эйнштейна, и в частности теория броуновского движения, имеют самостоятельный интерес. Но в научной биографии творца теории относительности их следует рассматривать в связи с лейтмотивом всей жизни Эйнштейна.

Только что мы познакомились с первыми тактами этого лейтмотива. Теории относительности еще нет. Но мы уже начинаем угадывать тенденцию, которая ведет к теории относительности. Эйнштейн ищет максимально общую, максимально естественную («внутренне совершенную») теорию, описывающую самые основные процессы природы. Указанные процессы лежат за пределами «чистого описания», они образуют внутреннюю каузальную основу явлений. Такими процессами служат относительные перемещения материальных тел и состоящих из них материальных систем. Субстанциальной подосновой явлений природы служит относительное движение тел. Это понятие превращает хаос отдельных фактов в гармоничную картину мироздания.

Такая концепция может быть, как мы увидим, согласована со всякой механикой «типа механики Ньютона», т. е. с картиной мира, в которой элементарными процессами признаются движения и взаимодействия тождественных себе тел. Генезис теории относительности связан именно с классическим идеалом науки, в которой исходным понятием служит относительное движение. Генезис теории относительности связан с обобщением, уточнением такого идеала, с освобождением от всего того, что ему противоречило в исторически сложившихся классических теориях физики.

В термодинамике к классическому идеалу приближались модели кинетической теории газов — представления о движениях и соударениях молекул как о субстанциальной основе тепловых явлений. Но эти модели сделали возможным действительное объяснение только в сочетании с макроскопическими законами, определяющими ход процессов, в которых отдельные молекулы и их движения уже не учитываются. В числе таких макроскопических законов — закон перехода тепла от тела к телу.

В своих «Размышлениях о движущей силе огня» Сади Карно выдвинул принцип необратимости: тепло переходит от теплого тела к холодному, но обратно, от холодного тела к теплему, оно само по себе, без затраты энергии со стороны, не может перейти. Такой необратимый переход теплоты служит характерным примером термодинамических процессов, заставивших науку XIX в. далеко отойти от механицизма предшествующего столетия. Может ли точная регистрация положений, скоростей и ускорений молекул объяснить необратимость перехода тепла от горячего тела к холодному? Так же мало, как сколь угодно точная регистрация положений частиц воздуха в каждый момент может объяснить содержание произносимых речей, которые все же не всегда сводятся к акустическим эффектам волнообразных движений частиц воздуха. Не нужно знать координаты и скорости всех частиц металла, из которых состоит стержень, чтобы объяснить, почему теплота распространяется в определенном направлении — от горячего конца стержня к холодному. Законы механики (которым подчинены столкновения молекул, их движения от одного столкновения до другого — вообще микроскопическая картина) не знают необратимости.

Кинетическая теория тепла рассматривает его как результат беспорядочных движений и столкновений молекул. Каждое столкновение описывается исчерпывающим образом в терминах механики. Но чтобы перейти к термодинамическим законам (которым подчинено поведение больших множеств молекул, т. е. макроскопические процессы), нужно отказаться от прослеживания индивидуальных судеб отдельных молекул. Макроскопические закономерности термодинамики — вероятностные, статистические законы; они исходят из *вероятности* той или иной судьбы молекул, а действительность следует за вероятностью только тогда, когда перед нами большое число индивидуальных судеб. Если взять классический пример теории вероятности — выпадение «герба» и «решки» при бросании монеты, то примерно равные числа выпадений того и другого (соответствующие равенству вероятностей выпадения при каждом бросании) получатся при сотне или тысяче бросаний. Если бросать монету десять раз, такой реализации равенства вероятностей не получится, монета может падать десять раз подряд «гербом» вверх — никакой закономерности тут не обнаружится. Таким же образом не определено никакой термодинамической закономерностью поведение десятка молекул. Они могут обладать самыми различными скоростями, а в следующий момент другими, и никакого закономерного перехода мы тут не обнаружим. Но когда перед нами очень большое число беспорядочно движущихся молекул, мы твердо знаем, что распределение их скоростей с течением времени будет все больше соответствовать вероятности. В металлическом стержне, который никто в данный момент не подогревает, наиболее вероятной будет одинаковая средняя скорость молекул, т. е. одинаковая температура по всей длине стержня. Если стержень нагрет с одного конца и средняя скорость молекул тут больше, то с течением времени температура выровняется. Это макроскопическая закономерность, свойственная лишь большому числу молекул.

Существование макроскопических закономерностей термодинамики, которые отличаются от чисто механических закономерностей поведения отдельных молекул, поставило перед наукой ряд принципиальных вопросов. В каком отношении находится макроскопическая термодинамика к механике молекул? Аналогичный вопрос мож-

но поставить для макроскопических статистических закономерностей биологии, т. е. для закономерностей развития вида, и закономерностей, определяющих в каждом отдельном случае судьбу данной особи.

Очевидно, сложные макроскопические закономерности не сводятся к микроскопическим закономерностям. Мы не поймем необратимого перехода тепла от одного тела к другому и его распространения в данном теле, не поймем хода макроскопических термодинамических процессов вообще, если ограничимся законами механики и попытаемся непосредственно свести к ним более сложные, чем простое перемещение, ряды явлений. В этом смысле термодинамика указывает некоторые границы объяснения природы с позиций ньютоновой механики. Границы эти можно перейти, если включить в систему понятий, служащих для объяснений сложных процессов, некоторые новые понятия, не свойственные механике Ньютона. К числу таких понятий принадлежит, в частности, необратимость. Подобные понятия специфичны для каждого конкретного ряда явлений и создают естественную основу классификации наук, некоторые относительные границы между дисциплинами. Указанные границы являются границами непосредственного применения ньютоновых законов и понятий к другим, помимо механики, разделам естествознания. Мы будем их называть частными границами.

Их существование было открыто в XIX в., что и отличает науку этого столетия от предшествующего. Великие открытия XIX в. показали, что физика с ее статистическими закономерностями и необратимостью не сводится к механике, химия не сводится к физике, биология не сводится к совокупности механических, физических и химических явлений, поскольку сущность органической жизни отнюдь не в механических, молекулярных, химических и тому подобных процессах, без которых, она, впрочем, невозможна. Идея несводимости высших форм движения к более общим и простым была высказана в общем виде Энгельсом в «Диалектике природы». В ней подчеркнут относительный характер несводимости, то обстоятельство, что высшие формы движения *неотделимы* от низших, что из несводимости отнюдь не следует, «будто каждая из высших форм движения не бывает всегда необходимым образом связана с каким-нибудь

действительным механическим (внешним или молекулярным) движением»¹.

Идея несводимости физических — именно термодинамических — закономерностей к механике и их неотделимости от механики, от перемещения частиц вещества позволяет понять действительные истоки некоторых научно-философских дискуссий конца прошлого века.

Забвение несводимости вело к рецидиву механицизма, забвение неотделимости термодинамических процессов от движения отдельных молекул — к попыткам освободить понятие движения от его материального носителя. Оствальд предложил освободить энергию, фигурирующую в термодинамике, от какой-либо связи с движением молекул и затем вообще потребовал замены понятия материи понятием энергии. К сходным воззрениям пришел и Мах, объявивший «верой» убеждение в существовании атомов вещества.

В 1827 г. Броун наблюдал под микроскопом цветочную пыльцу, плававшую в воде. Отдельные пылинки все время находились в беспорядочном движении. Пылинка каждый раз сдвигается на незначительное, почти неулавливаемое глазом расстояние, и происходит это в течение ничтожного интервала времени. Если фотографировать движущуюся пылинку с очень большой экспозицией, на пластинке получится пятно совершенно случайной размазанной формы — результат многократного попадания пылинки на то же самое место перед объективом аппарата. Если фотографировать пылинку, например, через каждые 30 секунд и соединить получившиеся на пластинке изображения пылинки, т. е. почерневшие точки, мы получим ломаную линию.

После этих предварительных замечаний можно перейти к работам Эйнштейна о броуновском движении и к значению указанных работ.

Эйнштейн объяснил броуновское движение исходя из кинетической теории тепла, из картины беспорядочно движущихся и сталкивающихся молекул. Он учитывал неизбежные флуктуации в беспорядочных ударах, которые наносят телу окружающие молекулы жидкости.

Под флуктуацией, как мы знаем, следует понимать

¹ Маркс К., Энгельс Ф. Соч., т. 20, с. 563.

нарушение наиболее вероятного распределения различных событий во времени или в пространстве. Когда мы увеличиваем число событий, например бросаем монету десять, сто, тысячу раз и т. д., фактическое распределение событий «решка» и «герб» стремится к наиболее вероятному распределению — к равному числу выпадений «герба» и «решки». Когда мы уменьшаем число событий (число бросаний монеты), мы всё с большим основанием можем ожидать нарушений вероятности, ожидать «невероятного» выпадения «решки» подряд несколько раз и такого же выпадения «герба» подряд. Когда мы совершим двадцать бросаний, одна и та же сторона монеты может выпасть даже все двадцать раз подряд, но это будет очень редким случаем, а когда мы имеем пять бросаний, то аналогичная флюктуация будет сравнительно частой. При беспорядочных движениях молекул число ударов, нанесенных взвешенной в жидкости пылинке с одной стороны, может значительно превысить число ударов с другой стороны. Если пылинка велика, такая флюктуация маловероятна, на пылинку действует очень большое число молекул и их толчки соответствуют наиболее вероятному распределению; толчки в целом уравнивают друг друга. Но при очень малых размерах пылинки возможны флюктуации, нарушения равновесия, избыток толчков в одну сторону по сравнению с числом толчков в противоположную сторону. Подобная несимметричность воздействий молекул на пылинку в течение очень короткого промежутка времени вызывает сдвиг пылинки, который можно увидеть при помощи микроскопа.

Представим себе большой резервуар с жидкостью, в котором достигнуто наиболее вероятное, равномерное распределение температуры, т. е. скорость частиц в среднем одна и та же во всех частях резервуара. В этом резервуаре нет потоков жидкости, нет никаких длительных нарушений беспорядочного движения молекул. Небольшие, микроскопические нарушения все время происходят. Такие флюктуации становятся заметными, когда мы переходим к очень малым масштабам. Они вызывают «микроскопические» (в самом прямом смысле, видимые лишь под микроскопом) сдвиги пылинок, плавающих в нашем резервуаре.

Теперь представим себе, что на эти микроскопические закономерности (чисто механические закономерности дви-

жений молекул) накладываются макроскопические закономерности. Мы подогрели жидкость у одного края резервуара.

Наблюдая теперь броуновское движение пылинок, можно обнаружить несимметричность броуновских сдвигов. Сдвиги, соответствующие направлению потоков, вызванных подогревом, будут многочисленнее, чем сдвиги в противоположную сторону. На фотографии мы увидим, что пылинка после большого числа броуновских сдвигов не останется вблизи исходного пункта, а уйдет на некоторое расстояние в направлении увлекшего ее потока жидкости.

Чтобы сделать яснее соотношение между микроскопическими закономерностями кинетической теории, описывающей движения молекул, и термодинамическими закономерностями, определяющими поведение больших, макроскопических масс, мы коснемся не физической, а биологической естественнонаучной теории XIX в. — теории Дарвина. Его теория исходит из индивидуальных судеб отдельных организмов. Эти судьбы определяются в каждом случае чисто случайными с точки зрения судьбы всего вида причинами. Пусть внешняя среда, в которой обитает вид, не меняется; вид достиг максимального соответствия среде. Тогда остаются отдельные, индивидуальные изменения и флуктуации — серии одинаково направленных изменений у различных организмов. Такие флуктуации будут встречаться тем чаще, чем меньше числа особей мы наблюдаем. Флуктуации не нарушают неподвижности вида в целом, так же как флуктуации, вызывающие броуновское движение, не нарушают равномерности и отсутствия макроскопических потоков в резервуаре, о котором недавно шла речь. Если среда, в которой обитают организмы данного вида, требует изменения видовых признаков, симметрия индивидуальных вариаций и флуктуаций нарушается: изменения, направленные в одну сторону, наследуются, накапливаются, приводят к изменениям вида в большей степени, чем вариации, направленные в противоположную сторону. Но эти закономерности отбора действуют только статистически; они как бы накладываются на закономерности индивидуальных судеб, определяют лишь вероятность той или иной судьбы организма, и этой вероятности соответствует действительный ход событий, когда мы переходим к большим множе-

ствам организмов — к судьбе вида в целом. Идея подобных статистических макроскопических закономерностей (определяющих в отдельных случаях лишь вероятность некоторого хода событий, вероятность, которая превращается в достоверность лишь в большой массе случаев) — одна из самых центральных идей естествознания XIX в. Она не покушалась на основной образ классического естествознания — движение, которое с полной точностью, для каждого атома, в каждый момент и в каждой точке определено (не вероятность того или иного движения, а само движение) первоначальным импульсом и взаимодействием с другими телами в данный момент. За любыми статистическими закономерностями стоит движение частицы, подчиненное подобным не статистическим, а *динамическим* закономерностям, описанным в «Началах» Ньютона.

Эйнштейн в своей теории броуновского движения сосредоточил внимание на учете этих динамических, нестатистических (можно сказать, «застатистических» или «субстатистических» — они стоят за кулисами статистических закономерностей термодинамики) закономерностей. Вернее было бы сказать, что Эйнштейн показал средствами статистики, при помощи понятий статистики, существование «застатистических» динамических закономерностей движения отдельных молекул.

Теория относительности показала, что исходные динамические закономерности мира иные, не такие, какими их описал Ньютон в «Началах». Но это не изменило динамического характера закономерностей механики (в отличие от статистических закономерностей термодинамики).

Двадцать лет спустя этот динамический, чуждый понятию вероятности характер законов механики был опрокинут новой революцией в науке. Истоки новой революции содержались во все том же томе «*Annalen der Physik*» — в статье Эйнштейна о квантах света. Но отношение Эйнштейна к мысли о статистических закономерностях как исходных закономерностях мира было очень сложным. В нем нужно разобраться, иначе нельзя показать гармонию всего творчества Эйнштейна в целом. Здесь пришлось так подробно рассказать о статистических закономерностях термодинамики и включить элементарные пояснения, чтобы потом легче было изложить и

разъяснить отношение Эйнштейна к квантово-статистическим закономерностям. Этот вопрос интересует не только физиков. Как подходил величайший физик нашего времени к проблеме основных, исходных закономерностей мира — это вопрос не истории физики, а вопрос всей культурной истории XX столетия.

В юности на Эйнштейна произвела сильное впечатление именно неотделимость закономерностей термодинамики от механики молекул. Термодинамика в глазах Эйнштейна — не отрицание движения частиц, т. е. механики как основы картины мира (так думали Мах и Оствальд), и не область *непосредственного* господства механических законов (так думали эпигоны механицизма); для Эйнштейна термодинамика является широкой областью опосредствованного применения и подтверждения законов движения дискретных частей материи. Для механицизма XVIII в. и для его эпигонов физические задачи, которые решались при помощи механики, были однотипными. В науке XIX в. эти задачи были разнообразными в смысле сложности, многокрасочности, несводимости одна к другой. Для Эйнштейна подобное разнообразие задач и предметов — доказательство силы и согласия с действительностью той теории, которая в последнем счете, не зачеркивая специфичности частных задач, служит ключом к их решению. «Теория, — пишет Эйнштейн, — производит тем большее впечатление, чем проще ее предпосылки, чем разнообразнее предметы, которые она связывает, и чем шире область ее применения. Отсюда глубокое впечатление, которое произвела на меня классическая термодинамика. Это единственная физическая теория общего содержания, относительно которой я убежден, что в рамках применимости ее основных понятий она никогда не будет опровергнута (к особому сведению принципиальных скептиков)»².

Что именно в классической термодинамике придает ей такую исключительную устойчивость?

Классические законы, определяющие ускорения, скорости и положения молекул в каждый момент, иначе говоря, законы механики Ньютона, уступили место другим, более точным законам. Незыблемым остается положение о переходе термодинамических систем в достаточно боль-

² Эйнштейн, 4, 270.

ших пространственных и временных областях из менее вероятных состояний в более вероятные и выведение этой закономерности из большого числа беспорядочных движений отдельных молекул. Могут измениться законы, управляющие этими движениями, но связь сложных необратимых, вероятностных, статистических процессов с движением частиц остается незабываемой.

Теория броуновского движения разбивала иллюзию независимости макроскопических законов от кинетических моделей, в которых фигурируют молекулы. Эйнштейн, рассказывая, как законы броуновского движения и другие открытия в учении о теплоте и молекулярном движении убедили скептиков в реальности атомов, отмечает, что скептицизм Маха и Оствальда вытекал из предвзятой позитивистской схемы.

«Предубеждение этих ученых против атомной теории можно, несомненно, отнести за счет их позитивистской философской установки. Это интересный пример того, как философские предубеждения мешают правильной интерпретации фактов даже ученым со смелым мышлением и с тонкой интуицией»³.

Могут ли, спрашивает Эйнштейн, факты сами по себе без теоретических конструкций привести к научному представлению о действительности? Под теоретической конструкцией подразумеваются те или иные гипотезы о непосредственно ненаблюдаемых атомах и молекулах и об их движениях. Для Маха подобное вторжение в непосредственно не наблюдаемую область — «метафизика». Для Оствальда задача ограничивается описанием макроскопически наблюдаемых переходов энергии из одной формы в другую без проникновения в закулисный мир движущихся частиц материи. Для Эйнштейна именно в таком проникновении и состоит задача познания физических процессов. Описание непосредственно наблюдаемых фактов (в данном случае — макроскопических процессов) не дает однозначной теории. Непосредственно связанные с эмпирическим материалом понятия вовсе не вытекают однозначным образом из объективной реальности. Их «очевидность» — иллюзия, возникшая от длительного применения.

³ Эйнштейн, 4, 276.

ФОТОНЫ

Не являются ли лучи света очень малыми телами, испускаемыми светящимся веществом?

Ньютон

В предыдущей главе говорилось о «классическом идеале» науки, о картине мира, которая может отличаться от ньютоновой по характеру законов, движения тел, но принадлежит к тому же типу: ее исходными понятиями служат относительное движение и взаимодействие частиц и состоящих из них тел. Столкновение механики Ньютона с термодинамикой окончилось благополучно и для механики Ньютона, и для «классического идеала» вообще. Механика Ньютона сохранила свои позиции за кулисами статистических законов термодинамики. Это, впрочем, еще не гарантировало абсолютной точности ньютонового варианта «классического идеала». Следующие столкновения (с электродинамикой!) заставили перейти к иным вариантам.

Теория относительности была освобождением «классического идеала» от противоречий и произвольных допущений, она приносила ему «внешнее оправдание» и «внутреннее совершенство» ценой перехода от ньютонового варианта к новому. Эта схема будет проиллюстрирована при изложении работ Эйнштейна 1905 г. (специальная теория относительности) и 1916 г. (общая теория относительности). Но указанная программа привела и к более радикальному результату. Она поставила под сомнение не только ньютонов вариант «классического идеала», но и самый этот идеал — картину мира, в которой наиболее элементарными понятиями служат перемещение и взаимодействие тождественных себе тел. С таким результатом

теории относительности мы столкнемся в связи с работами Эйнштейна в тридцатые — пятидесятые годы.

Указанный более радикальный результат — пересмотр «классического идеала» — гораздо явственнее и скорее, чем в теории относительности, наметился при развитии идеи, выдвинутой Эйнштейном также в 1905 г., — идеи квантов света, или фотонов. Первоначально речь шла также о торжестве «классического идеала». Но развитие идей, высказанных Эйнштейном в теории фотонов, в конце концов стало угрожать «классическому идеалу» в целом. Когда же принципы теории относительности и принципы квантовой теории света объединились, картина взаимного перемещения тождественных себе тел потеряла свой титул исходного, наиболее глубокого представления о мире.

В 1900 г. Макс Планк разрешил некоторые, очень тяжелые, противоречия теории излучения, предположив, что энергия электромагнитных волн, т. е. света, излучается и поглощается дискретными, далее неделимыми количествами, *квантами*.

Эйнштейн в 1905 г. выдвинул теорию, согласно которой свет не только излучается и поглощается, но и состоит из дискретных, далее неделимых порций, *квантов света*. Они представляют собой частицы, которые движутся в пустоте со скоростью 300 000 километров в секунду. Впоследствии (в двадцатые годы) эти частицы получили название *фотонов*.

Существование фотонов — квантов света — само по себе не следует из существования неделимых порций излучения и поглощения. Эйнштейн разъяснил соотношение гипотезы фотонов и теории Планка следующим сравнением:

«Если пиво всегда продают в бутылках, содержащих пинту, отсюда вовсе не следует, что пиво состоит из неделимых частей, равных пинте». Филипп Франк развил эту аналогию¹. Чтобы проверить, состоит ли пиво в бочонке из неделимых далее частей, разольем его из бочонка в некоторое число сосудов, например в десять сосудов. Разливать мы будем пиво совершенно произвольным образом, предоставляя случаю определить, сколько попадет в каждый сосуд. Измерим, сколько пива ока-

¹ См.: *Frank*. 72.

залось в каждом сосуде, и потом выльем его обратно в бочонок. Повторим такую операцию некоторое большое число раз. Если пиво не состоит из неделимых частей, *среднее* количество пива в каждом сосуде будет одно и то же для всех этих сосудов. Если же пиво состоит из неделимых частей, между сосудами появятся различия в среднем количестве пива. Представим себе в качестве крайнего случая, что бочонок содержит только одну неделимую порцию пива. Тогда вся эта порция будет вылита каждый раз только в один сосуд и различие между содержимым сосудов будет наибольшим: в одном сосуде окажется все пиво из бочонка, остальные сосуды останутся пустыми. Если бочонок состоит из двух, трех и так далее неделимых порций, отклонения от среднего значения станут все меньше. Таким образом, по величине отклонений от среднего значения, т. е. по величине флуктуации, можно судить о величине неделимых порций пива.

Перейдем теперь к изучению электромагнитных волн. Пусть они заполняют ограниченный стенками «бочонок» — некоторый объем пространства, состоящий из отдельных клеток. Можно ли разделить энергию этих волн на сколь угодно большое число частей или мы натолкнемся на неделимые далее «порции»? И если излученное электромагнитное поле дискретно, то какова величина его наименьших «порций»?

На эти вопросы можно ответить, измеряя отклонения количества энергии в клетках от среднего значения — вариации этого количества при переходе от одной клетки к другой. Если минимальные «порции» велики, то и вариации велики; если «порции» малы, то и вариации малы.

Измерения дают следующий результат. В фиолетовом свете (более высокие частоты электромагнитных колебаний), заполняющем некоторый объем, мы встречаемся со сравнительно большими вариациями количеств энергии в различных клетках. В красном свете (менее высокие частоты колебаний) флуктуации количества энергии, т. е. вариации при переходе из одной клетки в другую, меньше. Отсюда следует, что фиолетовый свет (колебания с большей частотой) состоит из более крупных неделимых порций энергии, чем красный свет (колебания с меньшей частотой).

По этому можно судить, что «пиво не только продается пинтовыми бутылками, но и состоит из пинтовых порций», — свет состоит из неделимых частиц; он не только поглощается и излучается неделимыми частями, но и в промежутке между излучением и поглощением состоит из неделимых частиц, несущих больше энергии, если частота электромагнитных колебаний больше. Энергия частиц (квантов) света — фотонов — пропорциональна частоте и для определенного (монокроматического) света представляет определенную величину.

Корпускулярная структура света, существование фотонов демонстрируется самым непреложным образом в ряде экспериментов. Особенно отчетливо и убедительно существование фотонов выводится из явлений фотоэлектрического эффекта. Эти явления состоят в появлении электрического тока под действием света. Попадая на металлическую пластинку, свет вырывает из нее электроны, движение этих электронов создает электрический ток.

Представим себе некоторый источник света, т. е. излучатель электромагнитных волн. По мере того как волна расходится во все стороны, плотность энергии на фронте волны уменьшается. Но при этом энергия выбитых с пластинки электронов не уменьшается. Каждый выбитый электрон обладает той же энергией, уменьшается лишь число таких электронов. Пусть излученная энергия как раз такая, какая нужна, чтобы выбить электрон из пластинки. Эксперимент показывает, что в этом случае свет может вырвать электрон из пластинки, т. е. даст фотоэлектрический эффект на большом расстоянии от источника. По замечанию Крамерса, дело происходит так, как будто с корабля в воду прыгнул матрос, а энергия волны, разошедшейся по поверхности моря после всплеска воды, дошла бы до другого края моря и здесь выбросила такого же купающегося матроса на палубу его корабля.

Итак, из теории фотоэлектрического эффекта следует, что энергия, затраченная на освобождение одного электрона, не зависит от расстояния между металлической пластинкой и источником света. Она зависит от частоты электромагнитных колебаний. В каждом случае выбитый электрон получает всю необходимую для его освобождения энергию, но чем дальше расстояние, тем таких электронов меньше. Такая закономерность, заключил Эйнштейн, соответствует картине отдельных частиц, разле-

тающихся во все стороны от источника света. Чем дальше от источника, тем меньше в среднем будет таких частиц в единице объема, тем меньше вероятность встречи с частицей света в каждой точке пространства, но если мы встретились с этой частицей, ее энергия одна и та же на любом расстоянии от источника, она зависит только от частоты колебаний. Но о каких, собственно, колебаниях идет речь, если свет состоит из частиц? Здесь мы сталкиваемся с самой тяжелой апорией физики XX в., содержащейся в выдвинутой Эйнштейном теории световых квантов.

Существование электромагнитных волн и волновая природа света не могут быть опровергнуты. Вместе с тем нельзя опровергнуть корпускулярную природу света — тот факт, что свет состоит из фотонов. Необъяснимое противоречие вошло в науку, и лишь через двадцать лет физической мысли удалось найти некоторое объяснение указанного противоречия.

Это противоречие, это парадоксальное соединение волновых и корпускулярных свойств света очень характерно для научных идей Эйнштейна. Эйнштейн ни на минуту не сомневается в том, что свет действительно обладает волновыми и корпускулярными свойствами. Он не хочет обойти парадокс, опрокидывающий и классическое представление о частицах, не обладающих волновыми свойствами, и классическое представление о волнах, которые никак не обладают корпускулярной природой.

В том же томе «*Annalen der Physik*», где была напечатана статья о световых квантах, было, как нам уже известно, напечатано первое изложение теории относительности Эйнштейна. Там описывалась, быть может, еще более парадоксальная ситуация: свет распространяется с одной и той же скоростью по отношению к телам, которые сами движутся, одно относительно другого. Можно провести дальше идущую аналогию: в обеих теориях, и в теории фотонов и теории относительности, Эйнштейн описывает парадоксальные ситуации в физике отнюдь не как внешний феноменологический результат непарадоксальных процессов. Как мы увидим дальше, существовала теория, выдвинутая Лоренцем и объяснявшая постоянство скорости света как результат лежащих в основе явления непарадоксальных процессов. В квантовой теории также существовала такая тенденция. Планк думал, что

свет — чисто волновой процесс без каких-либо корпускулярных свойств, т. е. нечто вполне респектабельное в глазах классической физики, — дает дискретное значение энергии только при поглощении и излучении, в силу некоторого особенного механизма излучения и поглощения света. Здесь имеется известная аналогия между соотношением взглядов Эйнштейна и Лоренца, с одной стороны, и Эйнштейна и Планка, с другой. В обоих случаях Эйнштейна отличало не только содержание выдвинутых им физических идей, но и связанное с этим содержанием удивительное по силе чувство парадоксальности бытия или, что то же самое, достоверности, объективности и субстанциальности парадоксальных выводов, противоречащих и «очевидному» наблюдению, и «очевидной» логике. Теория фотонов с ее парадоксальным соединением исключаящих друг друга волновых и корпускулярных свойств света в течение долгого времени не получала признания. В 1912 г. в представлении, подписанном крупнейшими немецкими физиками и в том числе Планком, об избрании Эйнштейна в Прусскую Академию наук говорилось о гипотезе световых квантов как о чем-то требующем извинений: «То, что он в своих рассуждениях иногда выходит за пределы цели, как, например, в своей гипотезе световых квантов, не следует слишком сильно ставить ему в упрек. Ибо, не решившись пойти на риск, нельзя осуществить истинно нового, даже в самом точном естествознании»².

² Успехи физических наук, 1956, 59, вып. 1, с. 127.

Постоянство скорости света

Представим себе двух физиков, у каждого из которых лаборатория, снабженная всеми мыслимыми физическими аппаратами. Лаборатория одного из физиков находится в открытом поле, а лаборатория другого — в вагоне поезда, быстро несущегося в некотором направлении. Принцип относительности утверждает: два физика, применив все аппараты для изучения всех существующих в природе законов — один в неподвижной лаборатории, другой в вагоне, — найдут, что эти законы одни и те же, если вагон движется равномерно и без тряски. Если сказать в более абстрактной форме, то это выглядит так: согласно принципу относительности законы природы не зависят от переносного движения систем отсчета.

Эйнштейн

Эйнштейну было шестнадцать лет, когда он впервые задумался о том, с какой скоростью свет распространяется в различных, движущихся одна относительно другой системах отсчета. Тогда же, в Аарау, и впоследствии, в Цюрихе, за десять лет до создания теории относительности, Эйнштейн, стремясь нагляднее представить движение системы отсчета, мысленно рисовал движущиеся вместе с каким-то телом, прикрепленные к этому телу измерительные стержни, а также часы. Стержни и часы позволяют измерить положение каждого тела в каждое мгновение и определить его скорость. Таким образом, система отсчета рисовалась Эйнштейну в виде реального тела, к которому прикреплено начало координат, бесконечные координатные оси и множество сколь угодно длинных стержней, так что любое тело, где бы оно ни находилось в данный момент, совпадает по своему положению с определенными отметками на измерительных стержнях, т. е. имеет определенные координаты, причем «данный момент» один и тот же в каждой точке, ориентированной при помощи стержней, — мы можем сверить все находящиеся в этих точках часы. Чтобы не смешивать измерения, сделанные по отношению к данной системе отсчета,

с другими, отнесенными к иной системе отсчета, Эйнштейн представил себе человека, который движется вместе с системой и не видит никаких других систем. Он наблюдает только, совместились ли тела с отметками на измерительных стержнях *данной* системы отсчета. Этот «наблюдатель» фигурирует почти во всех изложениях теории относительности, но можно было бы обойтись и без него; он представляет собой столь же воображаемую фигуру, как и координатные оси и измерительные стержни, прибитые к движущемуся телу и образующие движущуюся вместе с ним систему отсчета (систему отсчета, в которой это тело неподвижно). «Наблюдатели» так же мало затушевывают объективный смысл теории относительности, как выражение «если вы протянете веревку от Земли до Солнца...» ставит объективный факт — определенное расстояние между небесными телами — в зависимость от реальных или воображаемых измерений. Когда воображение рисует «наблюдателя», то появляется несколько неясный образ человека, привязанного к летящим в пространстве измерительным стержням и способного одновременно измерять положения тел при помощи этих бесчисленных и бесконечных по величине стержней. Этот образ может быть заменен менее точным, но более представимым образом пассажира в купе поезда с задернутыми занавесками на окнах или в каюте корабля (этой каютой пользовался, как мы помним, Галилей для демонстрации классического принципа относительности).

Представим себе корабль, движущийся с той же скоростью, что и волны на поверхности моря. Для находящегося на корабле «наблюдателя», т. е. для человека, который может измерить скорости только по отношению к кораблю, волны покажутся неподвижными. Не замечая ни неба, ни берегов, «наблюдатель» увидит как бы застывшую поверхность моря, он ничего не будет знать о движении волн — ведь они неподвижны по отношению к кораблю. Такие субъективные впечатления «наблюдателя» лишь условное выражение объективного факта: волны действительно неподвижны по отношению к системе отсчета, в которой неподвижен корабль (к системе, «привязанной» к кораблю).

Эйнштейна заинтересовал вопрос, сохранится ли неподвижность волн по отношению к кораблю (к системе отсчета, «привязанной» к кораблю, и к находящемуся на

нем «наблюдателю»), если это будут не волны на водной поверхности, а электромагнитные волны, т. е. свет. Свет пробегает вдоль Земли со скоростью, приблизительно равной 300 000 километров в секунду. Пусть корабль движется по морю с такой же скоростью. Для «наблюдателя» на корабле свет имеет тогда нулевую скорость. Но в этом случае оптические процессы на корабле резко изменятся, например вспышка фонаря не осветит экрана, находящегося на носу корабля. Электромагнитное поле станет аналогичным застывшей поверхности моря, окружающей корабль, оно окажется переменным в пространстве, т. е. в пространстве будут чередоваться гребни и впадины, но они не будут сдвигаться с течением времени. Такое изменение оптических процессов позволит «наблюдателю» зарегистрировать абсолютным образом движение системы. Вооруженный оптическими инструментами «наблюдатель» сможет отличить движущийся корабль от неподвижного. Но это противоречит теории Максвелла, в которой свет всегда представляет собой движущиеся электромагнитные волны. Противоречит это и интуитивному убеждению в невозможности зарегистрировать равномерное и прямолинейное движение при помощи внутренних эффектов в движущейся системе.

Об указанном парадоксе, овладевшем его мыслями в шестнадцать лет в Аарау, Эйнштейн говорит:

«Парадокс заключается в следующем. Если бы я стал двигаться вслед за лучом света со скоростью c (скорость света в пустоте), то я должен был бы воспринимать такой луч света как покоящееся, переменное в пространстве электромагнитное поле. Но ничего подобного не существует; это видно как на основании опыта, так и из уравнений Максвелла. Интуитивно мне казалось ясным с самого начала, что с точки зрения такого наблюдателя все должно совершаться по тем же законам, как и для наблюдателя, неподвижного относительно Земли. В самом деле, как же первый наблюдатель может знать или установить, что он находится в состоянии быстрого равномерного движения?»¹

По существу, указанный парадокс является конфликтом между двумя идеями классической механики, перене-

¹ Эйнштейн, 4, 278.

сенными в новую область электродинамических процессов.

Первая из них представляет собой *классическое правило сложения скоростей*. Если человек идет по коридору вагона со скоростью 5 километров в час относительно вагона, а вагон движется со скоростью 50 километров в час относительно Земли, то человек движется относительно Земли со скоростью $50 + 5 = 55$ километров в час, когда он идет по направлению движения поезда, и со скоростью $50 - 5 = 45$ километров в час, когда он идет в обратном направлении. Если человек в коридоре вагона движется относительно Земли со скоростью 55 километров в час, а поезд со скоростью 50 километров в час, то скорость человека относительно поезда $55 - 50 = 5$ километров в час. Если волны движутся относительно берега со скоростью 30 километров в час, а корабль также со скоростью 30 километров в час, то волны движутся относительно корабля со скоростью $30 - 30 = 0$ километров в час, т. е. они остаются неподвижными. Что же произойдет в случае электромагнитных волн? Сохранится ли здесь столь очевидное правило сложения скоростей?

Классическое правило сложения скоростей соответствует преобразованию координат от одной системы осей к другой системе, движущейся относительно первой без ускорения. Если при таком преобразовании мы сохраняем понятие одновременности, т. е. можем считать одновременными два события не только при их регистрации в одной системе координат, но и во всякой другой инерциальной системе, то преобразования называются *галилеевыми*. Кроме того, при галилеевых преобразованиях пространственное расстояние между двумя точками — разность между их координатами в одной инерциальной системе отсчета — всегда равно их расстоянию в другой инерциальной системе.

Вторая идея — принцип относительности. Находясь на корабле, движущемся равномерно и прямолинейно, нельзя обнаружить его движение какими-либо внутренними механическими эффектами. Распространяется ли этот принцип на оптические эффекты? Нельзя ли обнаружить абсолютное движение системы по вызванному этим движением оптическим или, что то же самое, электродинамическим эффектам? Интуиция (довольно явным образом связанная с классическим принципом относительности)

говорит, что абсолютное движение нельзя обнаружить какими бы то ни было наблюдениями. Но если свет распространяется с определенной скоростью относительно каждой из движущихся инерциальных систем, то эта скорость изменится при переходе от одной системы к другой. Это вытекает из классического правила сложения скоростей. Говоря математическим языком, величина скорости света не будет инвариантной по отношению к галилеевым преобразованиям. Это нарушает принцип относительности, вернее, не позволяет распространить принцип относительности на оптические процессы. Таким образом, электродинамика разрушила связь двух, казалось бы, очевидных положений классической физики — правила сложения скоростей и принципа относительности. Более того, эти два положения применительно к электродинамике оказались несовместимыми. Непротиворечивая картина мира могла быть только парадоксальной, «безумной», т. е. отказывающейся от привычного и поэтому «очевидного» положения. От какого именно — от правила сложения скоростей или от принципа относительности, — это должен был решить эксперимент.

В 1882 г. Майкельсон произвел решающий эксперимент. Он пользовался прибором, который называется *интерферометром* и позволяет обнаруживать очень небольшие различия в скорости света. В нем имеются две трубки, по которым пробегает лучи света. Одна трубка была направлена вдоль движения земной поверхности и находящегося на ней прибора, другая трубка находилась в поперечном положении. Движение Земли в мировом эфире должно было сказаться в увеличении скорости света, когда последний проходит по продольной к движению Земли трубке Навстречу этому движению, и в уменьшении скорости, когда свет догоняет Землю. Измерить скорость света при прохождении по трубке от одного конца до другого невозможно. Удастся измерить время, необходимое свету для движения по трубке туда и обратно. Пусть свет направлен по движению Земли. Тогда он придет к противоположному концу продольной трубки с запозданием, а обратный путь проделает с опережением. Но опережение на обратном пути не полностью компенсирует запоздание, и в целом получается небольшое запоздание. Свет пройдет туда и обратно в продольной трубке за большее время, чем туда и обратно по поперечной трубке. Сравнив

скорость света в продольной и поперечной трубках, мы обнаружим это запоздание, *если движение Земли оказывает влияние на скорость света относительно Земли.*

Земля движется в мировом пространстве со скоростью около 30 километров в секунду, и изменение скорости света должно было оказаться величиной, которую интерферометр Майкельсона обязательно обнаружил бы. Однако скорость света оказалась независимой от движения Земли в эфире; опыт дал отрицательный результат. Можно было предположить, что прибор Майкельсона увлекает при своем движении эфир, так что трубка интерферометра и весь прибор в целом не движется относительно эфира. Но такое предположение было опровергнуто другими оптическими экспериментами.

В самом конце прошлого столетия Вильям Томсон говорил, что наука, наконец, вошла в гавань, разрешила все коренные вопросы и может теперь только уточнять детали. Но он упомянул о двух нерешенных проблемах. Одна из них состояла в некоторых затруднениях теории излучения — они-то и привели в 1900 г. Макса Планка к идее квантов. Второй нерешенной проблемой Томсон считал результаты опыта Майкельсона. За вычетом указанных проблем, по его мнению, науке ничто не угрожает и она может считать себя гарантированной от пересмотра своих коренных теоретических устоев. И как это часто бывает, не успели метеорологи объявить о наступлении ясной погоды, как грянул гром. Он грянул именно из тех тучек, о которых говорил Томсон. Результаты опыта Майкельсона и множество аналогичных опытов опрокинули, казалось бы, самые очевидные представления о мире. В 1905 г. инженер бернского патентного бюро заявил, что свет действительно распространяется с одной и той же скоростью относительно всех тел, движущихся с постоянной скоростью одно относительно другого — встречающихся, отстающих одно от другого, перегоняющих одно другое.

Чтобы подчеркнуть всю парадоксальность этого утверждения, нарисуем следующую картину. С палубы быстро движущегося корабля бросаются в воду два человека, плавающие с одной и той же быстротой. Один из них плывет от носа к корме, т. е. навстречу кораблю, другой от кормы к носу, догоняя корабль. Казалось бы, очевидно, что пловцы затратят различное время: тот, кто плывет по воде навстречу кораблю, достигнет кормы скорее, чем вто-

рой пловец — носа корабля. И вот вопреки очевидности пловцы проходят этот путь в одно и то же время, т. е. с одной и той же скоростью. Разница в скорости показала бы, что корабль движется. Если такой разницы нет, то о движении корабля можно судить только по изменению его расстояния от берега или от другого корабля, движение его относительно; с тем же правом можно сказать, что берег движется относительно корабля. Свет ведет себя, как эти пловцы. Оптические процессы в теле не дают внутренних критериев движения, не дают основания говорить об абсолютном движении. Свет распространяется с одной и той же скоростью относительно различных, движущихся одно относительно другого, тел. Мы уже говорили недавно о системах отсчета — воображаемых измерительных стержнях, с помощью которых можно измерить скорость, в частности скорость света. Основную посылку теории относительности Эйнштейна выражают словами «скорость света одна и та же во всех системах отсчета, движущихся одна относительно другой без ускорения».

Мы можем прикрепить систему отсчета к кораблю и считать неподвижными стоящие на палубе предметы; можем прикрепить ее к берегу и зарегистрировать движение этих предметов с уплывающим кораблем; можем прикрепить систему отсчета к Земле, к Солнцу, к Сириусу, и каждый раз у нас получится другая картина покоящихся и движущихся тел во Вселенной. Но переход от одной системы отсчета к другой ничего не меняет в ходе внутренних процессов в теле. В одной системе тело неподвижно, в другой оно движется, но эти определения «неподвижно» и «движется» относительны, они имеют смысл только по отношению к некоторой системе отсчета; движение тела выражается в изменении расстояний от других тел — и только, а покой выражается в неизменности таких расстояний — и только. Внутренних различий, различий в ходе внутренних процессов нет, в том числе *нет различий в скорости света*.

Так была дискредитирована идея привилегированной абсолютной системы отсчета, убеждение, что в некоторой абсолютной системе отсчета при регистрации движения и при измерении скорости мы получаем «истинные» данные, а в других системах отсчета движение и покой представляют собой лишь кажущиеся состояния. Так была

завершена коперниканская революция, отнявшая у Земли ее абсолютную неподвижность, а у системы отсчета, в которой Земля неподвижна, — ее привилегированный характер. Когда Коперник и Галилей показали людям, что движение тел, каким оно представляется при наблюдении с Земли и при измерении в системе отсчета, привязанной к Земле, не имеет абсолютного характера, дальнейшее развитие идеи относительности уже не могло никого поразить. Но ликвидация последней линии укреплений, защищавших абсолютное движение, потребовала признания самой парадоксальной картины, какую только можно представить, — картины движения света с одной и той же скоростью в системах, которые сами движутся одна относительно другой.

Признание парадоксальности новой картины мира — исходный пункт анализа ее воздействия на характер научного мышления. Но парадоксальные утверждения Эйнштейна не вызвали бы такого широкого резонанса, если бы они не были так тесно логически и исторически связаны с «классическим идеалом» и с предыдущими переворотами в науке, освобождавшими ее от антропоцентрических абсолютот.

Убеждение, что человек, прохаживающийся по палубе корабля, движется с различной скоростью относительно этого корабля, относительно встречного корабля, относительно берега и т. д., было незыблемым. Весьма естественным казалось убеждение, что и свет распространяется с различной скоростью в движущихся одна по отношению к другой системах. Но без того чтобы разрушить это убеждение, нельзя было окончательно ликвидировать антропоцентрические призраки в науке и завершить освобождение науки от этих призраков, начатое в новое время Коперником и Галилеем. По сравнению с гелиоцентризмом новая революция против абсолютного движения принесла людям еще более парадоксальные представления. В XVI—XVII вв. движение приписали телу, которое до того считалось неподвижным, но само движение понимали так же, как и раньше. В этом отношении неевклидова геометрия с ее треугольниками, у которых сумма углов не равна двум прямым углам, с перпендикулярами к прямой, расходящимися по мере удаления от нее или сходящимися в некоторой точке, была более парадоксальной. Но здесь речь шла о геометрических теоремах, кото-

рые могли казаться и часто казались свободными творениями мысли, выводящей их логически непротиворечивым образом из произвольных, в том числе парадоксальных, допущений. «Безумие» теории Эйнштейна одного порядка с «безумием» неевклидовой геометрии. Даже сейчас трудно представить себе одну и ту же скорость по отношению к движущимся одна относительно другой системам. Не менее трудно было представить себе соотношения неевклидовой геометрии. Но здесь налицо очень существенное различие. Безумный монолог не вызывает удивления. Удивительной будет безумная действительность, отступление от привычного в реальных явлениях и в достоверно отражающих эти явления понятиях. Мысль о произвольных допущениях, которую можно выразить столь частой фразой: «Чего только не придумают!», в случае теории относительности полностью исключена. Она исключена всей суммой экспериментов, лежащих в основе теории относительности. У Эйнштейна речь явно идет не о парадоксальных теоремах, а о парадоксальной реальности. Движение, само движение, противоречит и очевидности в смысле непосредственно наблюдаемого поведения окружающих тел и той, как казалось, априорной, логической, присущей разуму очевидности, которая свойственна геометрическим аксиомам. Эйнштейн отбросил в принципе и первую и вторую «очевидность» — и эмпирическую очевидность наблюдаемых явлений, и априорную очевидность геометрических аксиом.

Но несмотря на свою парадоксальность, теория относительности производит впечатление чего-то глубоко конструктивного, причем *завершающего* то здание, которое начали строить с самого возникновения современной науки.

Созданная в XVII в. классическая картина мира основана не только на «очевидном» правиле: если тело движется с одной скоростью относительно одной системы, оно должно двигаться с иной скоростью относительно другой системы, движущейся относительно первой. Классическая картина мира рассматривает его как совокупность тел, движущихся одно относительно другого. Эфир, заполняющий мировое пространство, выходит за рамки первоначальной классической картины мира. И теперь мы возвращаемся к ней, правда, пожертвовав для этого «очевидным» правилом сложения скоростей. В этом смысле

сама структура теории относительности весьма парадоксальна. С одной стороны, «безумная» идея — движение с постоянной, одной и той же скоростью по отношению к различным движущимся одна относительно другой системам. С другой стороны, устоявшаяся за много веков (начиная с Демокрита!) картина Вселенной, где нет ничего, кроме тел, движущихся одно относительно другого.

По отношению к этой картине классическая физика производила впечатление недостроенного здания. Тела движутся не только одно относительно другого, но и в абсолютном смысле в неподвижном эфире, позволяющем определить скорости тел по отношению к чему-то абсолютно неподвижному, т. е. определить абсолютные скорости тел. Движение в эфире должно воздействовать на скорость распространения света сквозь движущуюся среду, и, таким образом, оптика становится опорой абсолютного движения, которое устранено из мира прямолинейно и равномерно смещающихся материальных тел. Теория Эйнштейна, отказавшись от классического правила сложения скоростей, смогла подчинить принципу относительности все процессы, происходящие в равномерно и прямолинейно движущихся системах. Все эти процессы — не только механические, но и оптические — не изменяются под влиянием движения систем. Движение систем не вызывает каких-либо внутренних эффектов, сводится к изменению взаимного расположения тел в природе.

Близость этого вывода теории Эйнштейна к классическому принципу относительности облегчала ее усвоение и придавала убедительную достоверность этой теории, включая «безумный» тезис о постоянной и неизменной скорости света в движущихся различным образом и смещающихся одна относительно другой системах. Впечатление «достройки» классической картины мира переносило на новую теорию ореол достоверности. Этим ореолом были окружены и правило сложения скоростей, и классический принцип относительности. Задача состояла в том, чтобы определить, подчинятся ли, во-первых, принципу относительности и, во-вторых, классическому правилу сложения скоростей не только механические, но и оптические процессы. Оказалось, что оптические процессы подчиняются принципу относительности и не подчиняются правилу сложения скоростей. Таким образом, достройка принципа относительности потребовала перестройки классической

кинематики, т. е. картины перемещения тел в пространстве. Вскоре оказалось, что такая достройка требует перестройки и классической динамики, т. е. учения о силах и связанных с ними ускорениях. Связь теории относительности с классической физикой состоит не только в достройке классической физики. Когда тела движутся медленно, по сравнению со скоростью света, мы можем рассматривать скорость света как бесконечную. Тогда мы приходим к соотношениям старой, классической механики. Последняя оказывается приближенным описанием действительности. Теория относительности переходит в такую приближенную теорию, когда определенная величина — отношение скорости движущегося тела к скорости света — стремится к нулю или, что то же самое, отношение скорости света к скорости тела стремится к бесконечности. Подобное соотношение между двумя теориями — одна переходит в другую, когда некоторый параметр стремится к нулю или к бесконечности, — существовало в математике. Если на поверхности сферы начертить треугольник, то сумма его углов будет больше двух прямых углов, иначе говоря, здесь будут царить соотношения неевклидовой геометрии. Когда радиус сферы неограниченно растет, эти соотношения неограниченно стремятся к евклидовым, и мы можем сказать, что на поверхности сферы бесконечного радиуса неевклидова геометрия уступает место евклидовой.

Но отсюда еще не следует однозначная физическая теория, переходящая в иную при бесконечном значении некоторого параметра. В физике XIX в. существовало несколько сходное, но все же иное соотношение между теориями. В учении о движении молекул необратимые процессы появляются, когда число молекул становится достаточно большим, и законы необратимых процессов становятся все более точными по мере увеличения этого числа. Но основная проблема учения о теплоте и состоит в связи обратимых процессов в системах с небольшим числом молекул и необратимых процессов в больших статистических ансамблях. Уже это представление о различных теориях, законных, т. е. достаточно точно описывающих действительность, при различных масштабах явлений, ломает схемы Маха и Пуанкаре. Если макроскопические закономерности термодинамики наталкиваются на неожиданные, «удивительные» явления при переходе к

молекулярным масштабам, то что остается от априорной, либо условной, трактовки термодинамики? И что остается от представления о «чистом описании», если теория, служившая эталоном такого описания, — термодинамика — переходит в теорию, где фигурируют непосредственно не наблюдаемые молекулы и их движения?

В учении о теплоте различие между макроскопической термодинамикой и механикой молекул не имеет парадоксального характера. Термодинамические законы надстраиваются на законах механики частиц и не колеблют их. Тот факт, что в больших ансамблях действуют статистические законы, не противоречит тому факту, что в мире отдельных молекул действуют абсолютно строгим и точным образом законы ньютоновой механики. В теории относительности появляется иная оценка классической механики. Дело не в том, что объяснение явлений природы не может свестись к решению простых механических задач. Дело в том, что старые законы механики оказываются неточными, строго говоря, всегда неверными. Поэтому здесь уже нельзя говорить о двух равноправных взглядах на физические явления. Здесь речь идет о выборе нового исходного образа картины мира. Вопрос идет не о сводимости или несводимости сложных закономерностей к исходному, самому простому и элементарному закону, а о том, каков именно этот закон. Если он отличается от ранее известного «очевидного» закона, то парадоксальная ситуация не может быть устранена разделом сфер влияния. Вместо равноправных аспектов появляется их иерархия.

В теории относительности учет конечной скорости света и неизменности этой величины во всех инерциальных системах представляет собой более глубокое, общее и точное воззрение. В теории относительности, подчеркнем это еще раз, речь идет о парадоксальности самых глубоких, точных и достоверных законов бытия. Мысль должна переработать не собственные апории, а то достоверное «чудо», которое лежит в основе «надличного» мира. Именно такое соотношение между теорией относительности и ньютоновой механикой позволяет дать обоснование последней, объяснить, почему при определенных значениях скорости движущихся тел наблюдения не противоречат ньютоновой механике. Тем самым все эксперименты и все данные практики, подтверждающие классическую

механику Ньютона, становятся подтверждением новой механики Эйнштейна.

Ореол достоверности — именно он сделал теорию относительности самой удивительной теорией в истории физики. Впечатление, которое она оказала на широкие круги, объясняется прежде всего тем, что теория была непреклонно достоверной и вместе с тем казалась совершенно парадоксальной. Это и вызывало интерес, подчас мучительный и всегда жгучий.

Парадоксы Зенона независимо от их логического анализа всегда считались затруднениями мысли, а не парадоксами бытия; ведь каждый понимал, что Ахиллес догонит черепаху. Парадоксы неевклидовой геометрии стали парадоксами бытия только после теории относительности. Признание достоверной, объективной, реальной парадоксальности самого бытия было связано с философскими концепциями Эйнштейна, работавшими на теорию относительности, т. е. стержневыми концепциями, переработанными из личного мировоззрения в область идейных предположений теории относительности. Для Эйнштейна восприятие парадоксальных явлений — доказательство объективной природы мира, аргумент против априорного происхождения сведений о мире. За восприятиями находится объективная сущность вещей, она-то и раскрывается все больше и больше при последовательном столкновении логических конструкций с восприятиями и при вызванном этими столкновениями развитии конструкции. Классическая физика, достоверным образом описывающая мир, столкнулась с «удивительным», т. е. не укладывающимся в привычную логическую конструкцию фактом постоянства скорости света в различных, движущихся одна относительно другой системах. Привычная логическая конструкция охватывала и концепцию времени, текущего единым потоком во всем бесконечном пространстве, и ряд других фундаментальных основ классической картины мира. И вот Эйнштейн шаг за шагом создает новую универсальную конструкцию. Задача его в основном позитивная. Негативная сторона дела, т. е. разрушение старой картины мира, сводится к тому, что эта старая картина отныне трактуется как менее точное по сравнению с новой приближение к действительности. Каждая из таких картин ограничена определенными условиями, каждая может столкнуться и с течением времени столк-

нется с «удивительным» и путем «бегства от удивительного» перейдет в более общую и точную картину.

Лоренц пытался сохранить существование эфира и отнесенного к нему абсолютного движения, несмотря на результаты опыта Майкельсона. Он хотел объяснить наблюдаемую в интерферометре независимость скорости света от движения Земли, предположив, что все тела при движении относительно эфира сокращаются в своих продольных размерах. Такое сокращение Лоренц выводил из законов электродинамики, считая все тела состоящими из элементарных электрических зарядов. Движение относительно эфира вызывает силы, сдвигающие друг к другу заряды, движущиеся в эфире один за другим в направлении движения тела. Никакие электродинамические явления не требовали для своего объяснения такой гипотезы, и она была введена *ad hoc* специально для объяснения одного факта — отрицательного результата опыта Майкельсона и аналогичных опытов. Никакие прямые наблюдения не доказывали продольного сокращения тел при их движении в эфире. Но Лоренца это не могло смутить. Ведь линейка, которой мы измеряем в продольном направлении движущееся тело, также движется и также сокращается. Поэтому прямое измерение не может обнаружить лоренцево сокращение.

Гипотеза продольного сокращения объясняет результаты Майкельсона, не затрагивая основ классической механики. Свет распространяется в продольной трубке интерферометра медленнее, чем в поперечной, но продольная трубка сократилась и поэтому свету понадобилось то же время, что и для прохождения по поперечному плечу. Таким образом, постоянство скорости света теряет свой парадоксальный характер. Оно оказывается феноменологическим результатом взаимной компенсации двух чисто классических процессов. Один из них — замедление света благодаря движению интерферометра по отношению к эфиру, благодаря тому, что свет вынужден догонять интерферометр. Второй процесс — сокращение плеча интерферометра ровно настолько, чтобы замедленный луч прошел через трубку интерферометра в течение неизменного интервала времени. Продольное сокращение, о котором говорит Лоренц, такое же классическое явление, как сокращение отсыревшей веревки. Разница состоит в том, что сокращение отсыревшей веревки можно обнаружить

при помощи сухой веревки, а лоренцево сокращение нельзя обнаружить, так как в этом случае уже не может быть «сухой веревки» — несокращающегося при движении масштаба. Нетрудно видеть, что гипотеза Лоренца в очень малой степени удовлетворяет требованиям, которые Эйнштейн предъявлял научной теории. Гипотеза сокращения не сталкивается с какими-либо противоречащими ей фактами, но она не обладает «естественностью» и другими критериями «внутреннего совершенства». Именно в этом уязвимое место теории Лоренца. Она выдвинута *ad hoc*, она не вытекает из широких посылок, опирающихся на большой и разнообразный круг явлений. Тем не менее теория Лоренца давала простор развитию идеи относительности движения. Правда, относительность была в этой теории феноменологической. За внешней, видимой относительностью движения, вытекающей из видимого постоянства скорости света, таилось абсолютное движение, проявлявшееся в различной скорости света в неподвижных и движущихся системах. Но абсолютное движение здесь действительно таится. Если бы можно было прямым измерением обнаружить лоренцево сокращение при движении относительно эфира и отсутствие такого сокращения в неподвижных относительно эфира телах, мы имели бы доказательство абсолютного характера движения. Но обнаружить его нельзя. В теории Лоренца абсолютное движение царствует, но не управляет, царствует за кулисами видимой сцены и не управляет явлениями, доступными наблюдателю. Классическая, исходящая из абсолютного движения теория Лоренца не препятствовала поэтому разработке формального аппарата теории относительности, получению формул преобразования координат, оставлявших неизменной скорость света.

Развитие этого аппарата, установление указанных формул имело место в работах Лоренца и Пуанкаре, опубликованных почти одновременно со статьей Эйнштейна «К электродинамике движущихся тел». Но в этих работах не содержалось новой физической теории, которая стала основой физической картины мира и получила название теории относительности. Решающий пункт генезиса теории относительности — это мысль о субстанциальности относительного движения, о том, что свет действительно движется с одной и той же скоростью в различных, движущихся одна относительно другой системах.

Это постоянство скорости света не феноменологический результат компенсации различий в скорости в силу сокращений размеров, как в теории Лоренца.

Тем самым меняется угол зрения на лоренцево сокращение. Уже не может быть речи о какой-то нормальной длине, которая сокращается при движении и сохраняется при абсолютной (отнесенной к эфиру) неподвижности. Сокращение имеет взаимный характер. Возьмем две системы XYZ и $X'Y'Z'$, которые движутся одна относительно другой. Измерим длину стержня, покоящегося в XYZ . Когда мы его измеряем в системе $X'Y'Z'$ (в ней он движется), длина будет меньше, чем при измерении в системе XYZ (в ней он неподвижен). Но если мы возьмем стержень, покоящийся в $X'Y'Z'$, то длина его в системе XYZ сократится по сравнению с длиной, измеренной в $X'Y'Z'$! Реально ли такое сокращение? Да, реально. Размеры тел действительно сокращаются, и реальной причиной сокращения (взаимного!) служит *взаимное* движение систем. Конечно, взаимное сокращение движущихся стержней кажется парадоксальным, но именно таково действительное, не зависимое от наблюдения соотношение размеров движущихся тел и зависит оно от реального, взаимного смещения тел, которые легче себе представить, чем абсолютное, не отнесенное к другим телам движение, фигурирующее в классической механике.

Теория Эйнштейна выводит лоренцево сокращение из самых основных и общих понятий науки — из более строгого и точного анализа понятий времени и пространства. Из него Эйнштейн выводит объяснение нового экспериментального факта — результата опыта Майкельсона. В этом смысле теория Эйнштейна укладывается в схему «внешнего оправдания» и «внутреннего совершенства». Когда новый, крайне парадоксальный факт — постоянство скорости света в интерферометре Майкельсона — потребовал какого-то объяснения, Лоренц выдвинул концепцию, согласующуюся с этим фактом и согласующуюся с ранее известными фактами, но не вытекающую из более общего принципа однозначным и естественным образом. Эйнштейн вывел объяснение нового парадоксального факта из перестройки всей картины мира, вытекающей из новой трактовки пространства и времени, т. е. из более глубокой, общей и конкретной интерпретации всей совокупности известных науке фактов. Таким образом, «бегство от

чуда» завершилось теорией, сочетающей «внешнее оправдание» с «внутренним совершенством».

Именно в такой эпистемологической природе теории относительности и состоит ее отличие от концепций Лоренца и Пуанкаре, появившихся одновременно с ней. В начале 1955 г. Зелиг получил от Эйнштейна следующий ответ на вопрос о независимости его открытия от работ Лоренца и Пуанкаре:

«Если заглянуть в прошлое развития теории относительности, не будет сомнений в том, что в 1905 г. она созрела для своего появления. Лоренц уже знал, что уравнениям Максвелла соответствуют преобразования, названные потом его именем, а Пуанкаре углубил эту идею. Я был знаком с фундаментальной работой Лоренца, вышедшей в 1895 г., но позднейшей работы и связанного с ней исследования Пуанкаре не знал. В этом смысле моя работа была самостоятельной. Новое в ней состояло в следующем. Лоренцевы преобразования выводились здесь не из электродинамики, а из общих соображений...»²

В этом все дело. Эйнштейн хотел в приведенном письме подчеркнуть подготовленность теории относительности, тот факт, что в статьях, написанных одновременно с его работой «К электродинамике движущихся тел», содержались важные идеи, прокладывавшие дорогу представлению о независимости скорости света от движения инерциальных систем. Но при всей своей скромности он не мог не сказать главного: преобразования Лоренца (указывавшие на изменение длины стержней и хода часов и на неизменность скорости света) фигурируют в теории Эйнштейна в виде универсального закона, вышедшего за пределы электродинамики, связанного с общим пониманием пространства и времени.

Исходная идея Эйнштейна — необходимость опытной проверки логической конструкции. Понятие не может априорно соответствовать действительности. Оно должно приводить к результатам, допускающим сопоставление с опытом. Абсолютное движение не выдерживает такого испытания. Таким образом, все выводы теории относительности следуют не из специально созданных предположений, а естественно вытекают из общих принципов.

«То, что помимо прочего характеризует теорию отно-

² Seelig, 116.

сительности, — пишет Эйнштейн, — это эпистемологическая точка зрения. В физике нет понятия, применение которого было бы a priori необходимо или оправданно. Понятие завоевывает свое право на существование только своей ясной и однозначной связью с явлениями и соответственно с физическими опытами»³.

Способность исходить в построении конкретных физических теорий из самых общих, казалось бы решенных, проблем бытия — характерная черта Эйнштейна. Он говорил об этом однажды Джемсу Франку:

«Почему именно я создал теорию относительности? Когда я задаю себе такой вопрос, мне кажется, что причина в следующем. Нормальный взрослый человек вообще не задумывается над проблемой пространства и времени. По его мнению, он уже думал об этой проблеме в детстве. Я же развивался интеллектуально так медленно, что пространство и время занимали мои мысли, когда я стал уже взрослым. Естественно, я мог глубже проникать в проблему, чем ребенок с нормальными наклонностями»⁴.

При всей неожиданности такого объяснения (теория, пересматривающая понятия пространства и времени, обаяна чуть ли не инфантильности своего творца) оно содержит глубокую и в основе правильную идею. У очень многих детей и юношей интеллектуальный онтогенез в известной мере повторяет развитие человеческой мысли в целом: общие размышления о бытии (вспомним, как герой «Отрочества» пытался проверить, сохраняют ли предметы свое существование, когда он поворачивается к ним спиной) сменяются более зрелыми, но уже частными интересами. У Эйнштейна сохранилось это ощущение первого взгляда на мир — тайна многих великих мыслителей и художников — без «взрослой» уверенности в том, что коренные проблемы мира уже решены. Такое ощущение не было вытеснено и не потускнело при накоплении специальных знаний и интересов. Он думал о понятии движения и вернулся к идее, свойственной детству человечества, — к античной идее относительности, которую заглохли позднейшие идеи механики и концепция эфира, как абсолютного тела отсчета. Эта идея была положена в основу физики после того, как попытки обнаружить

³ Lettres à Solovine, 21.

⁴ Seelig, 118—119.

эфирный ветер окончились неудачей. Эйнштейн предположил, что неудача вытекает из субстанциальных оснований, из отсутствия эфира в природе и бессодержательности понятия движения, отнесенного к эфиру. Теперь оставалось сделать все выводы из принципиальной невозможности абсолютного движения, отнесенного к привилегированной системе отсчета. Таким же путем шли создатели термодинамики. Они исходили из неудач при конструировании вечного двигателя, приписали этим неудачам принципиальный характер, предположив, что в природе нет исчезновения энергии и ее возникновения из ничего. После этого термодинамика могла отказаться от искусственных гипотез и систематически развивать выводы из сохранения энергии.

Эйнштейн приложил к одному из писем Морису Соловину следующее короткое изложение основной идеи теории относительности:

«Несмотря на разнообразие экспериментальных истоков теории относительности, ее метод и содержание могут быть охарактеризованы в нескольких словах. Еще в древности было известно, что движение воспринимается только как *относительное*. В противоположность такому факту физика базировалась на понятии *абсолютного* движения. В оптике исходят из мысли об особом, отличающемся от других движениях. Таким считали движение в световом эфире. К последнему относятся все движения материальных тел. Таким образом, эфир воплотил понятие абсолютного покоя, связанного с пустотой. Если бы неподвижный, заполняющий все пространство световой эфир действительно существовал, к нему можно было бы отнести движение, которое приобрело бы абсолютный смысл. Такое понятие могло быть основой механики. Попытки обнаружить подобное привилегированное движение в гипотетическом эфире были безуспешными. Тогда вернулись к проблеме движения в эфире, и теория относительности сделала это систематически. Она исходит из предположения об отсутствии привилегированных состояний движения в природе и анализирует выводы из этого предположения. Ее метод аналогичен методу термодинамики; последняя является не чем иным, как систематическим ответом на вопрос: какими должны быть законы природы, чтобы вечный двигатель оказался невозможным»⁵.

⁵ Lettres à Solovine, 19.

Пространство, время, энергия и масса

Принцип относительности в связи с уравнениями Максвелла требует, чтобы масса была пропорциональна содержащейся в теле энергии. Свет уносит массу. Это соображение веселое и подкупающее. Но не смеется ли господь бог над этим и не водит ли он меня за нос — этого я не могу знать.

Эйнштейн

При изложении эйнштейновских критериев выбора научной теории и при анализе отношений Эйнштейна к классической механике уже говорилось о классической концепции абсолютного времени. Это понятие не вытекает из самых общих принципов классической картины мира, из того, что мы называли «классическим идеалом» науки. В «классическом идеале» наука рисует картину мира, где нет ничего, кроме тел, движущихся одно по отношению к другому. Под движением подразумевается изменение положения тела относительно других тел с течением времени. «Течение времени», т. е. переход от одного мгновения к другому, представляется обязательным: классическая наука не ограничивала скорости тел, но бесконечная скорость тел в ней не фигурировала; напротив, казалось естественным, что тело, находящееся в данный момент в одном месте, не может быть в тот же момент в другом месте. Поэтому в «классическом идеале» наука рисует мир в четырехмерном аспекте: если речь идет о теле и характеризуется его положение, т. е. указываются три пространственные координаты, то вместе с ними указывается и время, когда тело достигло такого положения. Предполагается, что тело, вообще говоря, не находится в покое и, во всяком случае, покоящееся тело не участвует в каких-либо событиях. Это классическое четырехмерное представление было нарушено понятием силы, распространяющейся с бесконечной скоростью. Постулат мгновенного дальнего действия не вытекал из более общих основ

классической науки, противоречил ее «внутреннему совершенству», оставался произвольным дополнением к «классическому идеалу», нарушал естественную гармонию мироздания.

Восстановление гармонии было «надличным» стремлением Эйнштейна, определявшим всю его жизнь и все творчество. В данном случае задача была осложнена идеей эфира. Эфир, по выражению Планка, «дитя классической науки, зачатое во скорби», стал опорой понятия одновременности и распада четырехмерного «классического идеала» на самостоятельное время (его поток охватывает все пространство и не зависит от пространственных отсчетов) и самостоятельное пространство (в нем происходят события в течение непротяженного мгновения, в нулевое время). Мы видели, что регистрация событий, происшедших в одно и то же мгновение, может иметь место даже при конечной скорости сигналов, если существует неподвижный эфир как абсолютное тело отсчета для всех тел. Два сигнала из одного источника приходят в два пункта одновременно, если источник находится на равных расстояниях от этих двух пунктов и если сигналы передаются с одной и той же скоростью. Лучи света одновременно попадают на экраны, установленные на носу и на корме корабля, если они исходят из фонаря, зажженного посередине между носом и кормой. Если существует мировой эфир и движение корабля сказывается на скорости световых сигналов, то описанная синхронизация событий (попаданий света на экраны) возможна, пока корабль недвижим по отношению к эфиру. Представим себе другой корабль, который прошел рядом с первым в момент, когда зажегся фонарь. На втором корабле тоже есть экраны, но свет попал на них не одновременно, он должен был догонять экран на носу, а экран на корме шел навстречу свету (разумеется, если есть эфир, если второй корабль движется в эфире и если это движение сказывается в скорости световых сигналов на корабле). На первом корабле знают, что одновременность попаданий света имеет абсолютный характер, ведь их корабль неподвижен в эфире, неподвижен в абсолютном смысле. Пассажиры второго движущегося корабля не смогут с ними спорить, они знают, что неодновременное освещение их экранов объясняется движением корабля. Но если эфира нет и скорость света не зависит от движения, все

это меняется. Пассажиры второго корабля могут утверждать, что их корабль неподвижен (скорость сигналов действительно не обнаруживает движения) и что сигналы попадают на экраны в одно и то же время. Но пассажиры первого корабля имеют столько же оснований настаивать на неподвижности своего корабля и одновременности освещения своих экранов. Вместе с абсолютным движением теряет смысл и абсолютная одновременность. События, одновременные в одной системе отсчета, будут неодновременными в другой системе, и наоборот. Теория Эйнштейна покончила с фикцией единого потока времени, охватывающего всю Вселенную. Соответственно она покончила с фикцией чисто пространственных мгновенных процессов. Наступила эра четырехмерного, пространственно-временного представления о мире.

Математический аппарат такого представления был создан Германом Минковским в 1908 г. Минковский в это время жил в Гёттингене. Здесь издавна, со времен Гаусса, существовала традиция крайней изощренности и строгости математической мысли и интереса к основаниям математики. Почти за столетие до описываемого времени здесь встретила сочувственное понимание геометрия Лобачевского, здесь Риман изложил свои соображения о многомерной геометрии и здесь же он построил свой вариант неевклидовой геометрии. В Гёттингене любили математические тонкости. Их любили все: даже физики погружались в математические построения, не преследовавшие цели разъяснения физической сущности явлений. Эйнштейн как-то пошутил: «Меня иногда удивляют гёттингенцы своим стремлением не столько помочь ясному представлению какой-либо вещи, сколько показать нам, прочим физикам, насколько они превышают нас по блеску»¹.

В этом замечании чувствуется некоторая досада физика, ищущего необходимый ему аппарат и сталкивающегося с работами, блестящими по форме, но вносящими скудный вклад в собственно физические представления. Однако изощренность и строгость математической мысли у самых крупных мыслителей Гёттингена была связана с очень глубоким проникновением в ее физические истоки. Идею экспериментального решения вопроса: «какая

¹ Frank, 305.

геометрия из возможных, т. е. непротиворечивых, геометрий соответствует реальности», мы встречаем и у Гаусса, и у Римана, и у гёттингенцев, современников Эйнштейна. В числе ученых, работавших в те годы в Гёттингене и обладавших «душой чисто гёттингенской» (в отличие от пушкинского героя, здесь дело не сводилось к идеальным романтическим порывам), были Герман Минковский, Давид Гильберт, Феликс Клейн, Эмма Нётер, для которых теория относительности стала исходным пунктом блестящих математических обобщений.

Рассматривая математические исследования первой четверти XX в. в широком историко-культурном плане, видишь, как в работах названных гёттингенских ученых слились две струи научного прогресса. Разработка практически неприменявшихся концепций обоснования геометрии, изощренные, тонкие и строгие определения — все это, наконец, слилось с физической идеей, для которой указанное направление математической мысли стало рабочим аппаратом. Для этого, может быть, и требовался гениальный физик, мысль которого не была отягощена грузом традиционных философских и математических концепций пространства и времени.

Гильберт говорил: «На улицах нашего математического Гёттингена любой встречный мальчик знает о четырехмерной геометрии больше Эйнштейна. И все же не математикам, а Эйнштейну принадлежит то, что было здесь сделано»².

Гильберт объяснял это тем, что Эйнштейн не воспринял традиционного математического и философского наследства в вопросе о пространстве.

Идея физической реальности некоторой новой, нетрадиционной, может быть парадоксальной, может быть неевклидовой, геометрии появилась у Лобачевского, Гаусса и Римана. Но она не стала физической теорией. Математика в своем развитии излучает некоторые «виртуальные» физические концепции; они поглощаются самой математикой подобно виртуальным фотонам, которые поглощаются тем же самым излучившим их электроном. Соответственно и физика излучает «виртуальные» математические образы, которые не становятся исходными точками новых направлений математической мысли.

² Frank, 208.

Но теперь все получилось не так. Математика столкнулась с физической теорией, которая могла наполнить конкретным физическим содержанием четырехмерной геометрии. Очень важно, что речь шла не о феноменологическом, а субстанциальном содержании. Когда Пуанкаре, исходя из теории Лоренца, в которой постоянство скорости света не было субстанциальным, разработал очень общий и остроумный математический аппарат теории относительности, это не дало такого толчка и физике и геометрии, как идея Минковского, исходившего из субстанциального постоянства скорости света и открытой Эйнштейном субстанциальной неразрывности пространства и времени.

Минковский показал, что принцип постоянства скорости света может быть выражен в чисто геометрической форме. Он ввел уже знакомое нам понятие «события» (пребывания частицы в данный момент в данной пространственной точке) и представил «событие» в виде точки с четырьмя координатами (три пространственные координаты — место «события» — и четвертая координата, обозначающая время «события», измеренное особыми единицами). Такую точку Минковский назвал *мировой точкой*. Движение изображается последовательностью мировых точек — *мировой линией*, а совокупность всех возможных «событий», т. е. все, что происходит или может произойти во Вселенной, соответствует всем четырехмерным, мировым точкам — четырехмерному пространству-времени, которые Минковский назвал *миром*.

Подобное четырехмерное представление о движении содержалось уже в первоначальной формулировке теории относительности. Но Минковский высказал идею «мира» в явной и четкой форме, и это способствовало дальнейшему развитию теории относительности.

Когда представление о независимости пространства и времени сменилось представлением о четырехмерном пространственно-временном «мире», это было переходом от ньютоновой механики к иной механике того же типа, более гармоничной и непротиворечивой, с большим «внутренним совершенством» и «внешним оправданием», более близкой к «классическому идеалу». Теперь мы посмотрим, как теория относительности в своем логическом и историческом развитии пришла к выводам, угрожающим не только механике Ньютона, но и «классическому идеалу».

Это развитие шло через релятивистскую динамику, т. е. через утверждения теории относительности, касающиеся ускорений тел под действием сил, к их энергии и массе.

Из основных посылок теории относительности Эйнштейн вывел новое правило сложения скоростей. Из эйнштейновского правила сложения скоростей следует, что ни в одной системе отсчета скорость данного тела не может быть больше скорости света. Пусть тело движется с некоторой скоростью и получает добавочный импульс. К старой скорости прибавится новая. Из нового правила сложения скоростей следует, что при этом скорость тела не может превысить скорость света. Дополнительные импульсы будут давать все меньшее приращение скорости по мере того, как скорость тела будет приближаться к скорости света.

Тезис о предельном характере скорости света естественно вытекал из общих допущений и из конкретных наблюдений, и Эйнштейн считал его совершенно достоверным. Поэтому он очень энергично обрушился на одну популярную иллюстрацию конечной скорости света, в которой фигурировало движение быстрее света. Речь идет о фантастической повести Фламариона «Люмен».

Герой этой повести Люмен движется со скоростью 400 000 километров в секунду, т. е. на 100 000 километров в секунду быстрее, чем свет. Догоняя последовательно световые волны, он встречает те из них, которые вышли из источника раньше. Поэтому Люмен видит финал битвы при Ватерлоо, потом ее начало, а в промежутке — снаряды влетают в жерла пушек, мертвые поднимаются и встают в ряды сражающихся и т. д.

В апреле 1920 г. Мошковский рассказал Эйнштейну о повести Фламариона. Эйнштейн не жалел резких слов для характеристики изложенной в ней картины. Мошковский защищал Фламариона и говорил, что дело идет об условной иллюстрации относительности времени.

Ответ Эйнштейна изложен в воспоминаниях Мошковского в следующем виде:

«С относительностью времени, как она вытекает из учений новой механики, все эти приключения и поставленные вверх ногами восприятия имеют не больше, а, пожалуй, даже меньше общего, чем рассуждения о том, что в зависимости от наших субъективных ощущений веселья и горя, удовольствия и скуки время кажется то

короче, то длиннее. Здесь, по крайней мере, сами-то субъективные ощущения суть нечто реальное, чего никак нельзя сказать о Люмене, потому что его существование покоится на бессмысленной предпосылке. Люмену приписывается сверхсветовая скорость. Но это не просто невозможное, это бессмысленное предположение, потому что теорией относительности доказано, что скорость света есть величина предельная. Как бы ни была велика ускоряющая сила и как бы долго она ни действовала, она никогда не может перейти за этот предел. Мы представляем себе Люмена обладающим органами восприятия и, значит, телесным. Но масса тела при световой скорости становится бесконечно большой, и всякая мысль о ее дальнейшем увеличении заключает в себе абсурд. Дозволительно оперировать в мысли с вещами, невозможными практически, т. е. такими, которые противоречат нашему повседневному опыту, но не с полнейшей бессмыслицей»³.

После этой реплики Мошковский все же продолжал защищать допустимость фантазии Фламариона о сверхсветовой скорости. Он предложил следующую мысленную конструкцию. Вращающийся со скоростью 200 оборотов в секунду маяк посылает луч света на расстояние в 1000 километров. Конец луча — «зайчик» движется по небосводу со скоростью 600 000 километров в секунду — вдвое большей скорости света.

Этот «зайчик» часто фигурировал в распространенных когда-то, а теперь справедливо забытых попытках опровержения теории Эйнштейна. Разумеется, он ничего не опровергает. Движение «зайчика» — это вовсе не движение тождественного себе тела. Мы могли бы повернуть маяк на 180 градусов и осветить два экрана на расстоянии 2000 километров один от другого. Но освещение одного экрана и последующее освещение другого экрана не являются событиями, из которых второе служит следствием первого. Прибытие какого бы то ни было физического объекта из одной точки в другую не может произойти за время, меньшее, чем время, необходимое свету, чтобы пройти расстояние между этими точками. Событие, происшедшее раньше, не является результатом события, происшедшего в данный момент, т. е. в момент отправления сигнала.

³ Мошковский, 107—108.

Чтобы разъяснить вопрос, можно воспользоваться примером, уже приведенным в популярном изложении теории относительности⁴. В «Сказке о попе и работнике его Балде» бесенок по предложению Балды бежит наперегонки с зайцем. Когда он приближается к финишу, Балда вынимает из мешка второго зайца, бесенок принимает его за своего соперника и отказывается от дальнейших состязаний. Если бы бесенок знал теорию относительности, прошел дистанцию со скоростью света и увидел зайца, пришедшего раньше, он догадался бы об обмане. Вряд ли его наивность простиралась бы до критики теории относительности, — на такую наивность Балда, вероятно, не рассчитывал. Но именно подобной наивностью отличаются все попытки опровержения теории относительности с помощью мысленных оптических экспериментов, в которых вместо фигурировавших только что зайцев бегут световые «зайчики». Все дело в том, что с точки зрения Эйнштейна события, происшедшие в двух точках и разделенные интервалом, меньшим, чем время, необходимое свету, чтобы покрыть расстояние между этими точками, такие события не являются фактами биографии одного и того же тождественного себе физического объекта.

Теория относительности была выдвинута как теория поведения тождественных себе физических объектов — не исчезающих и не возникающих частиц, которые могут воздействовать одна на другую и передвигаться одна по отношению к другой. События, из которых состоит биография такой частицы, — это ее пребывание в тех или иных точках в те или иные моменты. Такое пребывание означает, что частица находилась возле определенных делений измерительных стержней (начала которых приложены к осям системы отсчета) в момент, когда некий повторяющийся процесс (например, движение стрелки) совершил определенное число циклов после события, принятого за начало отсчета времени.

В своем дальнейшем развитии физика столкнулась с затруднениями: определенное положение частицы не всегда может получить такой простой физической смысл. То же относится к моменту времени, когда происходят события в жизни частицы. Создание единой теории, кото-

⁴ См.: Кузнецов Б. Г. Беседы о теории относительности. М., 1960, с. 148.

рая исходила бы из постулатов относительности и из указанной неопределенности координат и времени «событий», стало начиная с тридцатых годов одной из основных задач теоретической физики.

Чтобы подойти впоследствии к этой проблеме, нам нужно сейчас коснуться тех изменений, которые претерпели в работах Эйнштейна понятия массы и энергии.

Когда при скорости, приближающейся к скорости света, дополнительные импульсы дают все меньшее ускорение, дело происходит так, как будто масса тела растет по мере увеличения скорости и стремится к бесконечности, когда скорость тела стремится к скорости света. Именно таково соотношение между массой и скоростью. Отсюда Эйнштейн вывел соотношение между энергией движущегося тела и его зависящей от скорости массой. Чтобы получить массу, зависящую от скорости, *массу движения* тела (этого понятия не было в классической физике), нужно разделить энергию движения на квадрат скорости света, т. е. на громадное число, которое получится, если скорость света, выраженную в сантиметрах в секунду, т. е. 30 000 000 000 ($3 \cdot 10^{10}$), возвести в квадрат. На это число (900 000 000 000 000 000 000, т. е. $9 \cdot 10^{20}$) нужно разделить энергию (выраженную в эргах), чтобы получить массу (в граммах) и соответственно на это число нужно умножить массу, чтобы получить энергию. Но тела обладают массой и тогда, когда они неподвижны. Эта масса называется *массой покоя*.

Не все тела обладают массой покоя; частицы электромагнитного излучения — кванты света, т. е. фотоны, — не обладают такой массой и никогда ни в одной системе отсчета не остаются неподвижными, ведь свет распространяется с одной и той же скоростью 300 000 километров в секунду во всех системах отсчета. Но другие частицы обладают массой покоя. Эйнштейн предположил, что *масса покоя* тела пропорциональна *внутренней энергии* подобно тому, как масса движения (дополнительная масса, обязанная движению тела) пропорциональна энергии движения тела. Внутренняя энергия тела равна массе покоя, умноженной на квадрат скорости света (на число $9 \cdot 10^{20}$). Написанное только что число с двадцатью нулями указывало на ничтожный прирост массы при обычных скоростях. Этот прирост равен приросту энергии движения тела, деленному на колоссальное число. Теперь число

$9 \cdot 10^{20}$ в первую очередь указывает на огромную величину энергии, соответствующую единице массы. Число, которое было мерой отдаленности теории относительности от практически применяемых процессов, стало мерой ее мощного воздействия на эти процессы. Мы уже вступили в эпоху практического использования энергий, сопоставимых со *всей* внутренней энергией частиц. В атомных реакторах освобождается энергия порядка тысячных долей этой полной внутренней энергии частиц, равной массе покоя, умноженной на квадрат скорости света. Раньше техника оперировала энергиями тел порядка миллионных долей их полной внутренней энергии. Впереди — быть может, использование энергии одного порядка со всей внутренней энергией тел. Такое использование основано на процессах перехода всей внутренней энергии тел (и, соответственно, массы покоя) в энергию движения (и, соответственно, в массу движения). Подобный переход означал бы, что частица с массой покоя превращается в частицу, лишенную массы покоя. Как мы увидим, такие переходы были предсказаны при объединении теории относительности с квантовой механикой и потом экспериментально обнаружены. Мы увидим также, что указанные переходы, т. е. превращения частиц одного типа в частицы другого типа, выходят за рамки не только ньютоновой картины мира, но и «классического идеала», т. е. картины движения тождественных себе тел. Такова общая судьба идей Эйнштейна. Выдвинутые с тем, чтобы упорядочить классическое представление о мире, они привели к более радикальным результатам.

Прага и Цюрих

Научный подвиг Кеплера стал возможным, когда мыслитель освободился в высокой степени от унаследованных интеллектуальных традиций. Речь идет не только о традициях, освященных авторитетом церкви, но и о всем, что ограничивает значение мысли и опыта в познании мира и в жизни людей.

Эйнштейн

Острота ситуации, созданной опытом Майкельсона, явная искусственность лоренцевой гипотезы, безукоризненная корректность и законченность концепции Эйнштейна — все это привело к признанию новой теории довольно широким кругом ученых. Среди них по крайней мере один (это был Планк) понимал, что в физике появился гений, какие рождаются раз в столетие. Вместе с признанием, распространением и развитием теории относительности росла слава Эйнштейна. В конце концов — как это бывает, — она дошла до страны, в которой жил Эйнштейн. В Цюрихском университете захотели привлечь Эйнштейна в число профессоров. Но этого не допускали университетские правила: нельзя было назначить профессором человека, не получившего до того звания доцента. Решили пока пригласить Эйнштейна в Бернский университет на должность приват-доцента, т. е. преподавателя, получающего очень небольшую плату и читающего предметы, не входящие в программу. Обязанности приват-доцента можно было совмещать со службой в патентном бюро, в то же время это открывало Эйнштейну путь к должности профессора в Цюрихе.

Эйнштейн согласился, хотя и без особого энтузиазма. Он понимал, что патентное бюро не может стать его жизненным поприщем. Но он боялся, что лекции отнимут время от исследований и выбьют из привычной колеи — необременительной службы и досуга, отданного исследовательской деятельности.

В течение зимы 1908/09 г. Эйнштейн совмещал обязанности приват-доцента со службой в патентном бюро. Летом 1909 г. он испытал первые академические почести — Женевский университет удостоил его звания доктора *honoris causa* и пригласил на торжественный праздник 350-летия этого университета, основанного Кальвином. Участники юбилейных торжеств вспоминали потом, каким веселым, светлым пятном выглядели соломенная шляпа и обычный костюм Эйнштейна среди расшитых фраков французских академиков, средневековых мантий англичан и множества других экзотических нарядов двухсот представителей университетов всей Земли.

В том же году, вскоре после женевских торжеств, Эйнштейн узнал, что в Цюрихском университете открылась вакансия по курсу теоретической физики. На нее, кроме Эйнштейна, мог претендовать Фридрих Адлер, учившийся вместе с Эйнштейном в Политехникуме. Адлер в это время был приват-доцентом по физике в Цюрихском университете. Он пользовался большим влиянием в цюрихских организациях социал-демократической партии. Руководство Цюрихским кантональным департаментом просвещения находилось в руках социал-демократов, и, когда открылась профессорская вакансия, Адлер представлял для департамента наиболее желательную кандидатуру. Однако Адлер заявил, что как ученый он не идет ни в какое сравнение с Эйнштейном и что не следует упускать возможность приобрести человека, имя и деятельность которого повысят престиж и научный уровень университета.

Эйнштейн стал экстраординарным профессором. Должность экстраординарного, т. е. внештатного, профессора оплачивалась хуже, чем должность ординарного профессора, и заработок Эйнштейна оставался примерно таким же, как и в Берне. Жизнь же в Цюрихе была дороже. Вскоре Милеве пришлось дополнять заработок Эйнштейна приготовлением домашних обедов для студентов. Тем не менее жизнь в Цюрихе вспоминалась потом Эйнштейну как счастливое время. Он нашел здесь старых друзей, скромного и преданного товарища по студенческой скамье — Марсея Гроссмана.

Эйнштейн приступил к чтению лекций. Воспоминания его слушателей рисуют Эйнштейна на университетской кафедре.

Приведем некоторые воспоминания, относящиеся к 1909—1911 гг.

Ганс Таннер, слушавший в это время лекции Эйнштейна (читавшего в 1909—1910 гг. введение в механику, термодинамику, кинетическую теорию тепла, а в 1910—1911 гг. — электричество и магнетизм и курс под названием «Избранные разделы теоретической физики»), рассказывает:

«Когда он поднялся на кафедру, в поношенном костюме, со слишком короткими брюками, когда мы увидели его железную цепочку от часов, у нас появилось скептическое отношение к новому профессору. Но с первых фраз он покориł наши черствые сердца своей неповторимой манерой чтения лекций. Манускриптом, которым Эйнштейн пользовался при чтении, служила записка величиной с визитную карточку. Там были обозначены вопросы, которые он хотел осветить в лекции. Таким образом, Эйнштейн черпал содержание лекции из собственной головы, и мы оказались свидетелями работы его мысли. Насколько привлекательным был подобный метод для студентов, привыкших к стилистически безукоризненным, заглаженным лекциям, увлекавшим в первый момент, но оставлявшим ощущение пропасти между преподавателем и нами. А здесь мы сами видели, как возникают научные результаты — оригинальными путями. Нам казалось после лекции, что мы сами могли бы ее прочесть»¹.

Это ощущение естественности научных результатов характерно не только для метода преподавания Эйнштейна, но и для метода его исследований и для содержания его идей. Между методом чтения лекций и их содержанием существовала глубокая гармония. Научные теории, отлившиеся в привычные формы и вместе с тем содержащие произвольные допущения, излагаются чаще всего в догматическом тоне. Когда веет дух парадоксальной, но глубоко естественной в своей основе научной идеи, изложение уже не может охватывать лишь результаты мысли, сама мысль, ищущая, творческая, часто парадоксальная сверкает перед аудиторией. Она становится естественной, «очевидной», она кажется слушателю «своей» по мере того, как парадоксальный тезис становится неизбежным выводом из новых исходных представлений о природе. Эйн-

¹ Seelig, 171.

штейн излагал в лекциях главным образом классическую физику, но теперь, после пересмотра ее основ, классическая физика трактовалась по-иному и, соответственно, излагалась в иной манере. Перед студентами открывалось не упорядоченное здание, а строительная площадка, и Эйнштейн не столько объяснял студентам план здания, сколько обсуждал вместе с ними проект перестройки.

«В 1909—1910 г.г., — пишет Таннер, — я слушал лекции Эйнштейна. Все были одинаково интересны. У меня сохранилось такое впечатление, будто мы сами могли устанавливать тему. Изложение касалось то классической механики (мы слушали ее и у других преподавателей и могли почувствовать разницу в подходе), то новых идей, например квантовой теории Планка, вызывавшей оживленные дискуссии»².

Идеям Эйнштейна соответствовали не только содержание и стиль лекций, но и манера поведения во время лекций и в перерывах. «Мы имели право в любой момент прервать его, если нам что-либо казалось неясным. Вскоре мы вовсе перестали стесняться и подчас задавали элементарно глупые вопросы. Непринужденности наших отношений способствовало то, что Эйнштейн и на перерывах оставался с нами. Импульсивный и простой, он брал студента под руку, чтобы в самой дружеской манере обсудить неясный вопрос»³.

Таннер рассказывает о еженедельном вечернем коллоквиуме по физике. После него Эйнштейн спрашивал: «Кто пойдет со мной в кафе „Терраса“?» Там продолжалась дискуссия, часто переходившая с физических и математических вопросов на самые различные проблемы науки и жизни. Однажды Эйнштейн поздно вечером, когда в Цюрихе наступил так называемый «полицейский час» и кафе было закрыто, увел двух студентов домой, засадил их за новую статью Планка, потребовал, чтобы они нашли содержащуюся там ошибку, а сам ушел, чтобы сварить для них кофе. Когда кофе был готов, ошибка еще не была найдена. Эйнштейн указал на нее: ошибка была чисто математической и не колебала физического вывода. По этому поводу Эйнштейн в блестящей импровизации изложил

² Seelig, 172.

³ Ibid., 171.

свои соображения о математических методах и физической истине»⁴.

Из своих старых товарищей по Политехникуму Эйнштейн общался больше всего с Гроссманом. Наиболее важные для науки беседы друзей имели место позже, но уже в 1909—1911 гг. Эйнштейну приходилось прибегать к советам Гроссмана, разрабатывавшего в это время проблемы неевклидовой геометрии. Встречался Эйнштейн и с Адлером, они жили в одном доме и иногда убегали от шума на чердак, чтобы поговорить. Беседы их, по всей вероятности, включали философские споры: Адлер был махистом, и ему была чужда уверенность Эйнштейна в объективной реальности мира. Он, как и Мах, был противником теории относительности.

Эйнштейн дружил также с двумя цюрихскими профессорами — цивилистом Эмилем Цюрхером и историком Альфредом Штерном. Эйнштейн писал, что он ценит в Цюрхере его тонкое понимание психологии людей, умение сопоставлять далекие одно от другого понятия, разнообразие интересов и добродушный юмор. «Круг интересов Цюрхера неограничен, и его здравые суждения о людях и вещах выходят за рамки профессиональных знаний. Эти суждения показывают недостаточность формальной логики — их можно постигнуть, если самому пришлось много читать и сопоставлять. Он — один из самых интересных людей, которые мне вообще когда-либо встречались»⁵.

Для Эйнштейна характерно близкое и постоянное интеллектуальное общение с людьми, далекими от физики и математики. Он много беседовал с юристами, историками, врачами. По-видимому, такая склонность связана с характером основных идей Эйнштейна. Он поднимался от конкретных физических расчетов к коренным вопросам бытия и именно на этом пути подходил в конце концов к самым конкретным (иногда прямо выходящим в практику) заключениям. Многим это восхождение к вершинам казалось уходом от науки в область общеполитических концепций. Даже такой живой и широкий мыслитель, как Нернст, говорил, что эйнштейнова теория броуновского движения выше теории относительности, потому что последняя уже не является физической теорией, а принад-

⁴ Ibid, 173—174.

⁵ Ibid., 185.

лежит к числу философских обобщений. Это типично «до-атомное» суждение.

Характер научных идей и интересов позволял Эйнштейну подчас находить собеседников по научным вопросам среди людей, далеких от официальной науки, во всяком случае от физики. Ведь этим людям доступны и близки общие соображения о пространстве и времени, «детские» размышления, не стертые уверенностью в «очевидности» традиционных понятий, уверенностью, вырастающей из привычного профессионального оперирования этими понятиями. У Эйнштейна подобные размышления были исходным пунктом физических концепций.

Эйнштейн дружил в Цюрихе с историком Альфредом Штерном, к которому он приходил в свои студенческие годы. Последствием, в день восьмидесятилетия Штерна, Эйнштейн писал о нем: «...Едва ли я знаю второго человека с такой чудесной непоколебимостью сохраняющего себя при катастрофической смене бытия, мнений и оценок»⁶.

Очень близок Эйнштейну был всемирно известный специалист по паротурбостроению Аурел Стодола. Характеристика Стодола, написанная Эйнштейном в 1929 г., интересна не только для оценки знаменитого теплотехника, она раскрывает черты самого Эйнштейна. Мы приведем эту характеристику почти полностью.

«Если бы Стодола родился в эпоху Ренессанса, он был бы великим художником или скульптором, потому что главным свойством его личности являются мощь фантазии и созидания. В минувшем столетии подобные натуры чаще всего обращались к технике. Здесь, в технике, нашла свое выражение созидательная мощь века, здесь страстная жажда прекрасного находила пути воплощения, превосходящего все, что мог бы предположить человек, не знакомый с этой областью. Могучий порыв Стодола не остывал в течение многих лет преподавательской деятельности и перешел к ученикам — их глаза светятся, когда речь идет об учителе. Другая сильная сторона Стодола — неугомонная любознательность и редкая ясность научного мышления. Когда автор этих строк в качестве новоиспеченного преподавателя читал курс теоретической физики в Цюрихском университете, к его радости и ужасу в ауди-

⁶ *Seelig*, 185.

тории появился чудесный образ. Это был Стодола, занимавший теоретической физикой отчасти из бескорыстного интереса, отчасти для своих творческих задач... Чувство робости перед этим громадным человеком быстро исчезало под действием сквозивших в его словах доброты и лояльности. Он подавлял своей скромностью. С силой и живостью его ума странно контрастировали необычайная душевная кротость и мягкость. Его глубоко трогало страдание живого существа, особенно, если причиной была тупая жестокость людей. Ему были близки социальные проблемы современности. Этому одинокому, как все независимые люди, человеку было свойственно высокое чувство общественного долга. Страх, господствующий в отношениях между людьми, и ощущение бессилия у людей перед неумолимой трагедией мировых событий причиняли ему страдание. Успех и любовь многих людей не уменьшали его болезненной чувствительности, и он был одинок. Это компенсировалось любовью к музыке и привязанностью к двум дочерям. Одну из них, Елену, он потерял... В его глубокой скорби выразилось богатство души этого чудесного человека»⁷.

Этот портрет кажется изображением самого Эйнштейна. Человек, никогда не думавший о себе, может создать автопортрет, рисуя черты близкой ему по духу натуры.

Семья Эйнштейна пополнилась еще одним сыном — Эдуардом, родившимся в июне 1910 г. Он был похож на отца чертами лица и большими ясными глазами, а впоследствии — музыкальностью.

В конце 1910 г. открылась вакансия ординарного профессора теоретической физики в Пражском университете — одном из старинных университетов Европы. В девятые годы по указу австрийского правительства произошло разделение университета на два — немецкий и чешский. Покровительством властей пользовался немецкий университет. Это было звеном германизации славянских стран, подвластных Габсбургской монархии.

Первым ректором немецкого университета был Эрнст Мах. Когда он покинул университет, прочно утвердившееся влияние идей Маха сохранялось и поддерживалось его последователями и учениками, стоявшими во главе уни-

⁷ Ibid., 188—189.

верситета. Одной из наиболее влиятельных фигур был Антон Лампа, чех по происхождению и вместе с тем ярый сторонник германизации. Лампа — сын дворника, служившего в доме, принадлежавшем богатым немцам, мог сравнить бедность и бесправие своей чешской семьи с положением хозяев. Он решил превратиться из наковальни в молот, окончил немецкую гимназию, а затем немецкий университет и, заняв руководящее положение в университете, активно насаждал немецкую культуру и изгонял все чешское. В Праге рассказывали, как Лампа, покупая почтовые открытки, раздраженно возвращал их, если надпись была на чешском и на немецком языках, требовал, чтобы ему продали открытку только с немецкой надписью, и поднимал крик, если ему в этом отказывали.

В 1910 г. Лампа и другие руководители немецкого университета хотели придать ему вящий блеск, пригласив в число профессоров человека с европейским именем. Быть может, имя Эйнштейна импонировало и философским симпатиям Лампы — ученика и усердного сторонника Эрнста Маха. Как уже говорилось, в отличие от самого Маха, разглагольствовавшего антипозитивистские остроты теории относительности, некоторые его ученики думали, что критика ньютоновой концепции мира приводит Эйнштейна к скептицизму в отношении объективности научных концепций в целом. Во всяком случае, Лампа пригласил Эйнштейна участвовать в конкурсе и запросил у ряда крупных физиков отзывы о цюрихском кандидате. От Макса Планка он получил ответ: «Если теория Эйнштейна окажется справедливой, на что я рассчитываю, его следует считать Коперником двадцатого столетия».

Снова, как и в Цюрихе, Эйнштейн был вторым кандидатом и снова его соперник отказался в пользу Эйнштейна. Только причины отказа были противоположны побуждениям, руководившим Фридрихом Адлером.

Первым кандидатом был Густав Яуманн, профессор физики в Технологическом институте в Брно, ярый последователь Маха, человек с большими претензиями. Венские чиновники склонны были предпочесть его как коренного австрийца, пражские профессора — как признанного махиста. Непредвиденное обстоятельство помешало ему. В списке кандидатов имя Эйнштейна стояло первым. Это взбесило Яуманна, он заявил, что в университете, где случайную популярность предпочитают действительным

заслугам, ему делать нечего, и наотрез отказался от предлагаемого места.

Должность была предоставлена Эйнштейну. Он не без колебаний принял предложение. Милеве было очень тяжело снова бросить родную ей обстановку и оказаться изолированной в чуждой среде. Да и Эйнштейну не хотелось оставлять Цюрих. Но должность штатного профессора предоставляла ему большую независимость. Эйнштейн дал согласие и с осени 1911 г. начал преподавание в Праге.

В Австро-Венгрии при вступлении на государственную службу требовалось сообщить о вероисповедании. Император Франц-Иосиф категорически требовал не допускать на службу кого-либо, не принадлежавшего к официальной церкви. Поэтому даже для атеистов было в обычае указывать вероисповедание по национальной принадлежности. Так поступил и Эйнштейн.

Эйнштейн обосновался в Праге. Он видел города Италии, Мюнхен, ему был близок облик городов Швейцарии. Прага ничего не повторяла. Первая прогулка по ее улицам, первый взгляд на панораму Праги с одного из ее многочисленных холмов вызвали у него любовь к городу.

Эйнштейн бродил по Праге и заодно наносил предписанные этикетом визиты. Их нужно было сделать почти сорок. Эйнштейн добросовестно знакомился с коллегами, их супругами и домочадцами, но постепенно визиты становились все более тягостными. Эйнштейн выбирал в первую очередь тех из своих коллег, которые жили в привлекавших его кварталах Праги. Архитектурно-эстетический критерий не совпадал с требованиями служебной иерархии, и Эйнштейна стали подозревать в недостаточном уважении к последней — подозрение очень тяжелое в годы, когда в университете энергично насаждалась чиновничья субординация.

В конце концов Эйнштейн прекратил визиты, так и не выполнив обязательной программы. Но прогулки по Праге продолжались. Эйнштейна увлек этот город с его старинными домами, ратушей, церквами и башнями и с молодой зеленью садов и парков. Он ходил вдоль берега Влтавы, делящей город на две части, и уже издали радовался виду, который всегда оставался новым, неожиданным — подлинным чудом: перед ним появлялся Карлов мост через Влтаву со скульптурами XV в. По этому мосту он переходил на другой берег, любовался «пражской Венеци-

ей» — домами, лепящимися над водами Влтавы. Затем Эйнштейн поднимался на Градчаны. Здесь его встречала гармония различных архитектурных форм, в которой застыл тысячелетний труд чешского народа. Эта гармония потому и была такой естественной — она создавалась естественным течением истории и как бы символизировала нечто разумное, некое *ratio*, пробивавшее себе путь через хаос противоречий. Эйнштейн видел в Градчанах романскую церковь святого Георгия, построенную в XII в., затем заходил под своды собора святого Вита. Рациональные формы собора кажутся не столько воплощением мистического духа средневековья, сколько воплощением механики XIV в. Спускаясь затем мимо Златой улочки — ремесленного квартала средневековой Праги, Эйнштейн видел сохранившиеся жилища и обстановку людей, которые, накапливая эмпирические знания, подготавливали Возрождение, новую картину мира и в конце концов блестящий взлет рационалистического «классического идеала». Прага навевала воспоминания о провозвестниках «классического идеала». В построенной в начале XV в. Тынской церкви находится гробница Тихо Браге, прошедшего в чешской столице последние годы своей рано прервавшейся жизни. Здесь он оставил Иоганну Кеплеру колоссальные по объему записи астрономических наблюдений. Эйнштейн ходил по камням города, где были сделаны открытия, лежащие в основе классической картины мироздания.

Среди друзей, которых приобрел Эйнштейн в Праге, был молодой писатель Макс Брод. В истории идей и открытий Брод искал психологические черты выдающихся людей своей родины. Филипп Франк рассказывает, что, работая над образами Тихо Браге и Кеплера, Брод почувствовал общность характеров Эйнштейна и Кеплера⁸. Он написал новеллу «Искушение Тихо Браге». Трудно сказать, насколько верен в ней образ Кеплера, но всем было очевидно, что Брод придал ему черты Эйнштейна, обаяние которого Брод испытывал на себе в то время. Прочитав новеллу, Нернст сказал Эйнштейну: «Кеплер, — это вы».

В новелле Брода Кеплер, равнодушный к жизненным благам, к земным утехам, черпает радость в поисках на-

⁸ Frank, 85.

учной истины. Он возражает Тихо Браге, который хочет согласовать астрономическую систему с церковными догмами. Какова бы ни была астрономическая гипотеза — следует думать о ней самой, а не об императорской милости. Образ Кеплера был близок Эйнштейну не только подобной репликой, но и тем ощущением мировой гармонии, которым пронизано творчество пражского астронома.

По «мускулатуре мысли» — в данном случае механико-математической — трудно указать мыслителя одного ранга с Кеплером. Он превосходил всех мыслителей своего поколения и своим отчетливым стремлением найти причины существующей структуры Солнечной системы. Законы Кеплера — первый непоколебимый камень, вошедший в фундамент науки нового времени, он не будет поколеблен и впредь при перестройке фундамента. На нем зиждется массив ньютоновой механики.

Но Кеплер не оказал такого преобразующего воздействия на духовную жизнь человечества, как Галилей. И не только потому, что галилеева идея инерции была ключом к новой науке, и не в силу единства, последовательности и ясности идей Галилея, исключавших кеплеровы туманные грезы о «музыке сфер». Научный темперамент Кеплера тянул его к уединенным вычислениям. В них, конечно, потенциально содержались все духовные и материальные потрясения, вызванные созданием однозначной механической картины мира, рационалистической критикой и всем, что из этого вытекало. Но общественные бури лежали до поры до времени в ящике Пандоры, как-ким оказался новый взгляд на природу. Кеплер не был общественным борцом, законы Кеплера не были знаменем общественной борьбы.

Галилей был не только автором прозрачно-ясной картины мира, но и борцом за ее признание. Он хотел не только узнать истину о мире, но и возвестить эту истину.

Через тридцать с лишним лет после «Искупления Тихо Браге» Макс Брод выпустил роман «Галилей в плену» и отправил его Эйнштейну. В июле 1949 г. он получил письмо, излагавшее, помимо прочего, взгляд Эйнштейна на борьбу Галилея против канонизированных догматов.

«Что касается Галилея, я представлял себе его иным. Нельзя сомневаться в том, что он страстно добивался истины — больше, чем кто-либо иной. Но трудно поверить, что зрелый человек видит смысл в воссоединении най-

денной истины с мыслями поверхностной толпы, запутавшейся в мелочных интересах. Неужели такая задача была для него важной настолько, чтобы отдать ей последние годы жизни... Он без особой нужды отправляется в Рим, чтобы драться с попами и прочими политиками. Такая картина не отвечает моему представлению о внутренней независимости старого Галилея. Не могу себе представить, чтобы я, например, предпринял бы нечто подобное, чтобы отстаивать теорию относительности. Я бы подумал: истина куда сильнее меня, и мне бы показалось смешным донкихотством защищать ее мечом, оседлав Росинанта...»⁹

Свойственная Кеплеру погруженность в поиски и созерцание истины была ближе Эйнштейну, чем пламенный общественный темперамент Галилея.

Эйнштейну принадлежит характеристика идей и личности Кеплера, пронизанная ощущением глубокой конгениальности. Эйнштейн читал письма Кеплера, и они произвели на него впечатление, не меньшее, чем классические работы, в которых сформулированы законы движения небесных тел.

«В письмах Кеплера, — говорит Эйнштейн, — мы имеем дело с человеком тонких чувств, всецело и страстно увлеченным поиском пути к более глубокому проникновению в сущность явлений природы, с человеком, который, несмотря на внутренние и внешние трудности, сумел достичь поставленной перед собой возвышенной цели»¹⁰.

Возвышенная цель Кеплера была первым наброском «классического идеала» — она состояла в каузальной картине мироздания. В чем же состояли внешние и внутренние трудности?

Внешние трудности вытекали из несовместимости каузального объяснения с господствующими взглядами. Такая несовместимость по-иному окрашивала внутренний мир Кеплера, чем внутренний мир Галилея. Кеплер не был склонен ни к идейным компромиссам, ни к идейной борьбе. Эйнштейн пишет о Кеплере.

«Ни бедность, ни непонимание современниками, довлевшее над всей его жизнью и работой, не смогли сломить его духа. Кроме того, надо учесть, что ему приходилось

⁹ Seelig, 210—211.

¹⁰ Эйнштейн, 4, 324.

иметь дело с областью знания, непосредственно задевавшей сторонников религиозных догм. Но он принадлежал к числу тех немногих людей, которые не могут не высказывать открыто своих убеждений по любому вопросу. В то же время он не был одним из тех, кто получает инстинктивное удовлетворение от борьбы с другими, как это было, например, в случае Галилея, чей едкий сарказм и поныне доставляет удовольствие образованному читателю. Кеплер был правоверным протестантом и не делал секрета из того, что он согласен не со всеми установками церкви. Поэтому его считали своего рода умеренным еретиком и соответственно относились к нему.

Здесь будет уместно остановиться на тех внутренних трудностях, которые Кеплеру приходилось преодолевать и о которых я уже упоминал. Понять их не так легко, как трудности внешнего характера. Дело всей его жизни было, по-видимому, тем единственным делом, в котором ему удалось в значительной мере освободиться от тех интеллектуальных традиций, в обстановке которых он был рожден. Это были не только религиозные традиции, основанные на авторитете церкви, но и общие представления о природе, об ограниченных возможностях познания явлений в космосе и в человеческой жизни, а также идеи об относительной ценности мышления и опыта в науке.

Он должен был освобождаться от анимистической, телеологической манеры мышления в научном исследовании. Ему пришлось ясно осознать, что само по себе логико-математическое теоретизирование, каким бы ярким оно ни было, не гарантирует истины и что в естественных науках самая изящная логическая теория ничего не стоит без сравнения с наиболее точными экспериментами и наблюдениями. Без подобного философского подхода его труд был бы невозможен. Он не говорит об этом ясно, но внутренняя борьба находит свое отражение в его письмах»¹¹.

Эйнштейну понятен уход Кеплера с поля общественной борьбы за новые научные идеи (при полном отказе от каких-либо компромиссов!), но Эйнштейн видит также, что у Кеплера, в отличие от Галилея, сохраняются внутренние препятствия для чисто каузального понимания гармонии бытия. Эйнштейну оставалась несколько чуждой

¹¹ Эйнштейн, 4, 325—326.

активность Галилея в части идейных столкновений, но он понимал ее значение. Для самого Эйнштейна характерна не только кеплеровская погруженность во внутренний мир, не только кеплеровская неспособность к компромиссам, но и свойственная Галилею полная (гораздо более полная, чем у Кеплера) внутренняя свобода от всего, что препятствует каузальному пониманию гармонии мироздания.

Снова и снова приходится писать это слово «гармония» и злоупотреблять музыкальным термином, чтобы охарактеризовать чувства и мысли Эйнштейна: для жизни Эйнштейна наиболее характерно то, что сам он говорил о Нильсе Боре: «высшая музыкальность». Ощущение гармонии мироздания, мечта о гармоничном обществе, впечатление гармонии архитектурных форм города... И, конечно, гармония в прямом смысле — гармония звуков. В этом отношении Прага была источником очень важных для Эйнштейна впечатлений. Звуки органа в католических соборах, хоралы протестантских церквей, скорбные напевы еврейских мелодий, мощное звучание гуситских гимнов — все это сплеталось с народными песнями, с творчеством чешских, русских, немецких композиторов.

Среди общей, довольно безликой массы пражских профессоров были и незаурядные люди. С некоторыми из них Эйнштейн сблизился. Образовалась среда, отвечавшая потребностям Эйнштейна в научном и интеллектуальном общении. Она же отвечала и его музыкальным склонностям.

Эйнштейн дружил с математиком Георгом Пиком. Близости последнего с Эйнштейном способствовал интерес к физическим проблемам, сохранившийся у Пика с молодости, когда он был ассистентом Маха по экспериментальной физике. Этот пятидесятилетний профессор был, как и Лампа, последователем Маха. Эйнштейн нашел в нем неутомимого оппонента в философских спорах. Кроме того, Эйнштейн в этот период преодолевал особенные трудности, связанные с математическим аппаратом общей теории относительности, и его очень интересовали беседы с Пиком по математическим вопросам. Именно Пик натолкнул Эйнштейна на труды итальянских математиков Риччи и Леви-Чивиты, обогатившие математический арсенал Эйнштейна. Пик играл на скрипке. Он познакомил Эйнштейна с другими любителями музыки, и их музыкальные встречи происходили почти ежедневно.

Впоследствии, во время гитлеровской оккупации Чехословакии, Пик был замучен в лагере смерти.

Эйнштейн бывал часто и в доме Морица Винтерница, профессора древней истории, специалиста по санскриту. Разделявшие их профессиональные интересы не мешали оживленным беседам на общие, в частности литературные, темы. Привлекала Эйнштейна и веселая стайка пятерых детей Винтерница, с которыми он подружился. Сюда Эйнштейн приносил и свою скрипку. Ему аккомпанировала двоюродная сестра Винтерница, учительница музыки, очень требовательная исполнительница — Эйнштейн ее называл своим строгим сержантом.

Скромность, доброта, общительность и юмор, большей частью незлобивый, создали Эйнштейну немало друзей. Но, как ни странно, именно эти свойства создавали и врагов. Скромность часто оборачивалась непочтительным отношением к профессорскому званию, шокировавшим геллертерские круги в университете и вне университета. Скромный костюм Эйнштейна (пожалуй, он был более чем скромным) казался бунтом против академической респектабельности. Расскажем, кстати, со слов Филиппа Франка¹² историю принадлежавшего Эйнштейну парадного университетского мундира, который полагалось иметь каждому профессору на случай представления императору. Этот мундир с золотыми галунами и треуголка с перьями были переданы Франку, сменившему Эйнштейна в Праге, потом мундир украшал фигуру и, главное, спасал от пражской зимы бежавшего из России казачьего генерала, разжалобившего жену Франка своим полузамерзшим видом. Затем шпага и треуголка Эйнштейна хранились как реликвия в университетском музее, пока в годы оккупации нацисты публично не сожгли их.

Многих раздражала доброта и общительность Эйнштейна. Они были направлены на людей различных социальных групп. В университете не могли простить Эйнштейну, что он в одинаковой сердечной манере разговаривает и с коллегами, и с университетскими служащими. И, наконец, наибольшее число врагов приносил Эйнштейну его юмор. Во-первых, он не всегда был беззлобным. Во-вторых, каждая шутка, выходящая за рамки стандартных профессорских острот, казалась подозрительной в

¹² Frank, 100.

глазах строгих ревнителей того смешного жеманства и важничанья, которое Ленин совсем в другое время и совсем в другой связи называл французским словом «grude-gie»¹³.

В 1911 г. Эйнштейн поехал из Праги в Брюссель на Сольвеевский конгресс. Весьма посредственный ученый и очень крупный инженер Сольве решил сообщить о своих физических идеях конклаву крупнейших физиков мира. В качестве владельца крупных химических предприятий и ревнителя науки он был знаком с немецким химиком и физиком Вальтером Нернстом. Они пришли к мысли собрать в Брюсселе ведущих физиков, обсудить животрепещущие проблемы, обменяться научными достижениями и критически осмыслить спорные положения. Нернст составил список приглашенных, а Сольве взялся финансировать это предприятие: каждому участнику оплачивались путевые расходы, содержание во время пребывания в Брюсселе и выдавалась еще тысяча франков.

В Сольвеевском конгрессе 1911 г. участвовала сравнительно небольшая группа ученых. В их числе были Резерфорд из Англии, Мария Склодовская-Кюри, Пуанкаре, Перрен и Ланжевен из Франции, Планк и Нернст из Германии, Лоренц из Голландии, Эйнштейн и Газенёрль из Австро-Венгрии. Вступительное приветствие Сольве и его сообщение о собственной теории не отняли много времени. Легко примирившийся с тем, что не стал гением, Сольве решил собирать аналогичные конгрессы и впредь; одно время они были наиболее важными регулярными международными встречами физиков.

На Сольвеевском конгрессе 1911 г. проходило оживленное обсуждение теории относительности. Эйнштейн в письме в Цюрих к своему другу доктору Генриху Цангеру говорил, что сущность теории относительности не была понята. В частности, Пуанкаре, по мнению Эйнштейна, несмотря на остроумие своих построений, слабо понимал ситуацию в физике.

Тем не менее конгресс произвел очень сильное впечатление на Эйнштейна. В письме к Цангеру он с особенной теплотой писал о Лоренце: «...Он является чудом интеллигентности и такта. Подлинное живое произведение ис-

¹³ См.: Ленин В. И. Полн. собр. соч., т. 33, с. 452.

кусства! По-моему, Лоренц — самый интеллигентный среди всех присутствующих теоретиков...»¹⁴

Впоследствии, в 1928 г., когда Лоренц умер, Эйнштейн произнес над его могилой речь, в которой повторил то же выражение:

«Свою жизнь он до мельчайших подробностей создавал так, как создают драгоценное произведение искусства. Никогда не оставлявшие его доброта, великодушие и чувство справедливости вместе с глубоким, интуитивным пониманием людей и обстановки делали его руководителем всюду, где бы он ни работал. Все с радостью следовали за ним, чувствуя, что он стремится не властвовать над людьми, а служить им. Образ и труды его будут служить на благо и просвещение еще многих поколений»¹⁵.

Лоренц был близок Эйнштейну не только кругом интересов. Это был человек, для которого «надличное» было самым личным. Когда новые открытия разбили классическую физику, Лоренц говорил, что жалеет, почему он не умер раньше крушения старых устоев. Интересен здесь вовсе не трагический реквием классической физике. Сожаление об ушедших ценностях было, вероятно, не таким уж органическим и сменялось радостным восприятием нового. Интересна здесь эмоциональная глубина впечатлений, полученных при анализе развития науки. Человек, для которого наука в такой степени была основой отношения к жизни, представлял собой действительно «чудо интеллигентности». У Эйнштейна отношение к науке было также очень эмоциональным, но если бы Эйнштейна спросили, не вызывают ли у него перевороты в науке мыслей о собственной жизни и смерти, он ответил бы, вероятно, что такие мысли у него вообще не появляются. Примерно так он отвечал на некоторые аналогичные вопросы. У Эйнштейна «надличное» не только заполняло сознание, но заставляло мысль парить на таких высотах, откуда собственная жизнь и собственная смерть уже казались несущественными.

Через год после Сольвеевского конгресса Эйнштейн покинул Прагу и вновь оказался в Цюрихе. В 1912 г. ему предложили занять кафедру теоретической физики в цюрихском Политехникуме, где он когда-то учился. Поли-

¹⁴ Helle Zeit, 43.

¹⁵ Эйнштейн, 4, 95.

техникум — федеральное учреждение — был несравним по научному уровню с Цюрихским университетом, подчиненным кантональному управлению. Федеральному правительству Швейцарии удалось уже давно сделать Политехникум одной из лучших высших школ Европы и, в частности, добиться высокого — не ниже, чем в университетах, — уровня преподавания физико-математических дисциплин. Материальная независимость, самостоятельная кафедра, сохранившиеся воспоминания о Цюрихе — может быть, эти мотивы не были решающими для Эйнштейна, но они были решающими для Милевы. Она давно рвалась обратно в Швейцарию.

Уезжая из Праги, Эйнштейн забыл написать заявление в Вену, и его уход остался неоформленным, что очень тревожило каких-то чиновников министерства просвещения. Через несколько лет Эйнштейн узнал об их тревогах и поспешил выполнить все, что требовалось.

В Цюрихе Эйнштейна с нетерпением ждали не только в Политехникуме. Его ждали старые друзья, особенно Марсель Гроссман. Эйнштейн тоже хотел встретиться со старым другом. Он и теперь искал его помощи. Эйнштейн и Гроссман вспомнили, как двенадцать с лишним лет тому назад Гроссман избавлял своего друга от необходимости посещать лекции по математике. Сейчас эта система давала плоды, которые тревожили Эйнштейна. Он знал теперь, что именно ему нужно среди различных разделов математики. Речь шла о проблемах кривизны линий и поверхностей. Пик в Праге указал Эйнштейну на некоторые понятия геометрии, которые могли помочь ему справиться с трудностями при дальнейшем обобщении теории относительности. Но этих указаний было недостаточно. Нужно было применить понятие кривизны не только к линиям и поверхностям, но и к трехмерному пространству и к четырехмерному пространству-времени. Помимо глубины и ясности геометрического мышления, помимо определенных физических задач, подсказывавших выбор математических приемов, для этого требовалась обширная и систематическая математическая подготовка.

Гроссман вступал с Эйнштейном в длительные беседы, вводил его в круг математических приемов, пригодных для решения новой физической задачи. Затем он уже один углублялся в математические детали проблемы. Работа перемежалась, как в студенческие годы, спорами о значе-

нии физики и математики. Они оба понимали, что наступил период использования в физике таких разделов математики, которые возникли из потребности согласовать и обосновать «рабочие» разделы. Теперь любая, самая далекая, на первый взгляд, область математики могла оказаться «рабочей», и ограничиваться областями, уже получившими применение в физике, значило оставаться безоружным при разработке новых физических теорий.

Беседы с Гроссманом отражали существенный поворот во взаимоотношениях математики и физики. Мы знаем уже, что Эйнштейн различал в эволюции математики период, когда математика рассматривалась как полуматематическая наука, и следующий период, когда она приобрела независимый от физики характер, вызвавший иллюзии априорного или условного происхождения математических положений. Третий период наступил, когда математика, не возвращаясь к примитивному эмпирическому представлению, выявила свою связь с физическим экспериментом, когда эксперименту суждено было решать вопрос о реальном существовании математических построений. Позже мы познакомимся с общей теорией относительности, где эти фразы приобретают более конкретный вид, потому что в общей теории относительности физические процессы в пространстве и времени как раз и рассматриваются как изменения геометрических свойств пространства и времени. Именно об этих проблемах и шла речь в цюрихских беседах Эйнштейна и Гроссмана.

В цюрихском Политехникуме Эйнштейн читал лекции в течение зимнего семестра 1912—1913 гг. (аналитическая механика, термодинамика), летнего семестра 1913 г. (механика сплошных сред, кинетическая теория тепла) и зимнего семестра 1913/14 г. (электричество и магнетизм, геометрическая оптика). Кроме того, он руководил еженедельными коллоквиумами по физике. О них рассказывает Макс Лауэ, который в 1912 г. приехал в Цюрих в качестве экстраординарного профессора.

«Каждую неделю Эйнштейн проводил коллоквиум, на котором сообщалось о новых трудах по физике. Это происходило в Политехникуме, куда приходили и все доценты, а также много студентов-физиков из университета... После коллоквиума Эйнштейн со всеми, кто хотел к нему присоединиться, отправлялся ужинать в „Кронегалле“. Теория относительности была в центре дискуссий... Осо-

бенно оживленными были эти дискуссии летом 1913 г., когда темпераментный Пауль Эренфест посетил Цюрих. Как сейчас вижу перед собой Эйнштейна и Эренфеста в сопровождении целого ряда физиков, поднимающихся на Цюрихскую гору, и слышу ликующий голос Эренфеста: „Я понял“»¹⁶.

Общение и дружба с Эренфестом продолжались двадцать лет — до смерти Эренфеста в 1933 г. — и имели большое значение для Эйнштейна. Это был один из крупнейших физиков поколения, столь богатого талантливыми теоретиками, и в то же время человек исключительной скромности, чуткости и доброты. Он был одним из самых близких друзей Эйнштейна, может быть, самым близким среди европейских физиков.

Из Цюриха Эйнштейн осенью 1913 г. ездил в Вену на конгресс естествоиспытателей. Он сделал на этом конгрессе сравнительно популярный (рассчитанный не только на физиков) доклад, посвященный общей теории относительности. Теория еще не была построена, но Эйнштейн высказал общие соображения, которые можно привести уже здесь, не дожидаясь предстоящего нам знакомства со смыслом общей теории относительности.

Эйнштейн говорил в Вене об этой теории как о новой теории тяготения. Он сравнивает теорию тяготения с теорией электричества в ее развитии. В XVIII в. об электричестве знали только то, что существуют заряды, которые притягивают или отталкивают друг друга обратно пропорционально квадрату расстояния. В области учения о тяготении мы знаем, в сущности, нечто аналогичное этому — закон взаимодействия тяжелых тел и только. Но учение об электричестве за полтора века подошло уже к понятию электромагнитного поля. Пора было перейти к более сложным представлениям и в учении о тяготении.

Речь идет, таким образом, о том, чтобы рассматривать тяготение как некоторую характеристику пространства. Эйнштейн приближался в эти годы к представлению о тяготении как об особом геометрическом свойстве пространства... Не следует, однако, забегать вперед и называть уже сейчас геометрическое свойство пространства, которое Эйнштейн отождествил с тяготением.

Во время пребывания в Вене Эйнштейн посетил Эрн-

¹⁶ Seelig, 132.

ста Маха, который жил в окрестностях Вены. Маху исполнилось 75 лет, он был разбит параличом. Эйнштейн увидел старика с всклокоченной бородой, с добродушным и хитроватым выражением лица. Франк, описывая эту встречу, отмечает, что Мах напоминал старого крестьянина из славянской страны...¹⁷

Содержание разговора с Махом Эйнштейн вспоминал в 1955 г. в беседе с Бернардом Коэном. По-видимому, спор шел в основном о существовании молекул и атомов¹⁸.

Немного позже, после изложения общей теории относительности, нам станет яснее, каким колоссальным интеллектуальным напряжением были отмечены годы ее разработки. У всех встречавших Эйнштейна оставалось впечатление почти непрерывной работы мысли у него, работы не прекращающейся и во время бесед с друзьями, и в семейном кругу.

Семейная жизнь Эйнштейна между тем шла к неизбежному финалу: Эйнштейн и Милева Марич становились все более далекими.

¹⁷ См.: *Frank*, 104.

¹⁸ См.: *Cohen B.* An interview with Einstein, — «Scientific American», July 1955, v. 193, p. 69—73.

Берлин

...Я имею в виду свою склонность к долгому покою и тихим размышлениям, страстную и врожденную любовь к миру, к чуждым войне занятиям...

Нума Помпилий

(Плутарх. «Сравнительные жизнеописания»)

Революция в науке и в технике, произведенная электричеством, во многих отношениях была подготовкой и репетицией происшедшей на полвека позже атомной революции. В начале столетия возникали новые отрасли техники (такие, как радиотехника, рентгенотехника, применение вакуумных электротехнических приборов для преобразования тока и т. д.), в которых физический эксперимент стал необходимым и постоянным условием производства. Крупные электротехнические фирмы первыми были вынуждены создавать физические лаборатории, где велись исследования без заранее сформулированной прикладной задачи. В технике все большее значение начали приобретать наряду с ожидаемыми результатами неожиданные результаты исследований. Ограничиться прикладными, заранее сформулированными задачами значило закрыть путь к принципиально новым, выходящим за рамки известного практическим открытиям. Поэтому General Electric Company пригласила выдающегося электрофизика Карла Штейнмеца заведовать ее лабораториями с правом заниматься чем угодно, лишь бы все чаемые и нечаянные плоды доставались фирме. Такие случаи встречались все чаще. Создавались институты, в которых сосредоточивалась теоретическая мысль, становившаяся все более частым источником принципиально новых тенденций технического прогресса. Такими институтами оказывались в зависимости от условий и традиций университетские кафедры, лаборатории высшей техниче-

ской школы, учреждения, входившие в состав академий наук и научных обществ, а в США — частные институты.

Появлялись и специальные государственные или созданные на частные средства по инициативе правительства научные учреждения, в которых теоретические исследования должны были принести несомненный, но заранее не могущий быть определенным практический эффект. Германская империя, стремившаяся вырвать у Англии первенство в научно-техническом и промышленном развитии и пресловутым «бронированным кулаком» переделить рынки, источники сырья и сферы вывоза капитала, особенно энергично хотела бросить на чашу весов промышленного и военного соперничества реальную силу теоретической мысли.

Финансовая олигархия сочувственно отнеслась к замыслу германского императора, объявившего о создании общества и института, которым будет присвоено имя коронованного инициатора. «Общество кайзера Вильгельма» должно было состоять из банкиров и промышленников, финансирующих институт. Каждому из них присваивались звание сенатора, специальная мантия и право участвовать в торжественных обедах в присутствии кайзера. Кто из верноподданных мог устоять против подобной перспективы?

Институт кайзера Вильгельма проектировался в составе наиболее крупных ученых, со сравнительно большим жалованием, без педагогических обязанностей, с правом вести любые индивидуальные исследования. Не без основания предполагалось, что эти исследования принесут весьма эффективные плоды. Конкретные заботы о подборе ученых взяли на себя Планк и Нернст.

Макс Планк — гениальный создатель квантовой теории, физик с необычайно широким диапазоном научных интересов и тонкой интуицией, не только первым оценил внутреннюю стройность и красоту теории относительности. Он понял или почувствовал (трудно сказать, преваляровала ли здесь логика или интуиция), что теория Эйнштейна надолго определит направление физических исследований, которые принесут неопределимые заранее, но безусловно важные результаты для всех областей науки и культуры. Планк пользовался непререкаемым авторитетом в академических кругах — не только научным, но и моральным. Эйнштейн очень любил этого стройного,

суховатого человека, романтическая душа которого раскрывалась, когда он садился за рояль и, быть может, не в меньшей степени, когда он садился за письменный стол, где из-под его пера выходили статьи, исполненные самой романтической преданности науке.

Планка уважали и в официальных кругах. Аристократическое происхождение, органическая приверженность условностям, сдержанные манеры, выправка импонировали офицерско-чиновничьей среде.

Кумиром буржуазии был Вальтер Нернст — один из самых крупных химиков XX в., человек поразительной активности и энергии, организатор по самой природе и вместе с тем глубокий и оригинальный мыслитель.

Планк и Нернст приехали к Эйнштейну в Цюрих со следующим предложением. Эйнштейн назначается директором Института кайзера Вильгельма. Его избирают в Прусскую Академию наук. Он становится профессором Берлинского университета и читает лекции в минимальном объеме, который он сам определит. Если Эйнштейн пожелает, он может принять участие в работе других институтов и корпораций. Но никаких обязательств на него не накладывают, он может разрабатывать любые проблемы.

Эйнштейн понимал, что согласие позволит ему сразу же целиком уйти в те размышления, которые в это время были направлены на обобщение теории относительности. Кроме того, в Берлине были выдающиеся физики и математики. В разговоре с Нернстом и Планком он услышал и этот аргумент. Когда речь зашла о теории относительности, Эйнштейн заметил, что, по мнению Ланжевена, в мире всего двенадцать человек понимают смысл теории. Из этих двенадцати — восемь находятся в Берлине, ответил Нернст. Но все же Эйнштейн колебался. Ему не хотелось покинуть мирную и терпимую атмосферу Цюриха и столкнуться с воинственной, чванной и нелояльной атмосферой Берлина. А столкнуться придется, несмотря на изолирующую академическую среду, — это Эйнштейн понимал хорошо.

Разговор окончился согласием Эйнштейна, но не окончательным. Эйнштейн попросил немного времени, чтобы подумать. Характерная для Эйнштейна постоянная игра (такая далекая от гелертерской респектабельности): Нернст и Планк должны были приехать снова в Цюрих;

если Эйнштейн, встречая их на вокзале, будет держать в руках букет из красных цветов, значит он согласен переехать в Берлин. Белые цветы означали бы отказ.

Когда Нернст и Планк вновь оказались на перроне цюрихского вокзала, Эйнштейн встретил их с красными цветами.

Милева осталась в Цюрихе. Разрыв уже назрел, и, уезжая в Берлин, Эйнштейн оставил семью окончательно.

В Берлине основной формой научного общения Эйнштейна с новой средой стал еженедельный физический семинар. Он существовал все годы пребывания Эйнштейна в Берлине. На семинар приходили, кроме Эйнштейна, физики, ставшие его друзьями. Кроме Нернста и Планка, здесь бывал Макс Лауэ, открывший в 1912 г. вместе со своими учениками дифракцию рентгеновских лучей — одну из самых важных экспериментальных основ новых представлений о структуре вещества. Лауэ принадлежали и серьезные теоретические работы, в частности систематическое и глубокое изложение теории относительности. Семинар посещали известные физики Густав Герц, Франк, позднее Шредингер. Слава последнего была впереди, с его именем мы вскоре встретимся при изложении созданных в 1924—1926 гг. основ квантовой механики. На семинаре одно время бывала Лиза Мейтнер; ее имя прогремело в конце тридцатых годов в связи с открытием деления урана.

Все участники семинара сохранили о нем светлое воспоминание, и в этих воспоминаниях выделялась фигура Эйнштейна. Дело было не только в том, что на собраниях семинара из его уст исходили самые глубокие идеи, которые когда-либо приходилось слышать. Непринужденная и задушевная манера Эйнштейна, легкость, с которой он входил в круг идей своих товарищей, задавали тон на семинаре (это была высшая лояльность и высшая научная отзывчивость, но она была прерогативой гения). Но на официальные заседания, в частности на собрания Прусской Академии наук, новый академик почти не ходил. Он рассказывал — и здесь его юмор терял обычную незлобивость — об этих заседаниях, где дискуссии по специальным и частным вопросам ведутся в присутствии спящих, но сохраняющих достойный и значительный вид коллег, о неожиданном подъеме интереса, когда решаются вопросы, не относящиеся к науке

и дающие повод для темпераментных выступлений ученых, которые многим обязаны науке, но которым наука не обязана ничем¹.

Раздражали Эйнштейна и требования профессорского этикета. В мае 1914 г. он писал в Цюрих Гурвицу:

«Жизнь здесь вопреки ожиданиям налаживается неплохо; мой душевный покой нарушают только тем, что меня муштруют в смысле всякой чепухи, например одежды, в которую я должен облечься, иначе некие дяденьки причислят меня к отбросам общества»².

Первое время жизнь Эйнштейна в Берлине была сравнительно спокойной. Он приобрел все новых друзей и пока не замечал врагов. Сознание его было поглощено проблемой относительности ускоренных движений, проблемой тяготения, проблемой зависимости геометрических свойств пространства от происходящих в пространстве событий. Об этом он думал всегда. Филипп Франк вспоминает, как однажды, приехав в Берлин, он условился с Эйнштейном вместе посетить астрономическую обсерваторию в Потсдаме. Они решили встретиться в назначенное время на одном из мостов. Франк, у которого было много дел, беспокоился, что не сможет оказаться точным. «Ничего, я подожду на мосту», — сказал Эйнштейн, «Но ведь это отнимает ваше время». «Нисколько! Свою работу я могу делать, где угодно. Разве я меньше способен обдумывать свои проблемы на мосту, чем дома?» Его мысли, продолжает Франк, были подобны потоку. Любой отвлекающий разговор был подобен небольшому камню в могучей реке, неспособному повлиять на ее течение³. Поэтому постоянная и крайне целеустремленная работа мысли не мешала проявляться природной общительности Эйнштейна.

Иногда эта общительность приводила к неожиданному афронту. Однажды Эйнштейн узнал, что его берлинский коллега, специалист по психологии, профессор Штумпф интересуется ощущениями и представлениями, связанными с пространством. Соблюдение этикета здесь могло совпасть с интересной беседой, и Эйнштейн отправился с утреним визитом. Встретившая его горничная сказала,

¹ *Frank*, 109.

² *Seelig*, 247.

³ *Frank*, 118—119.

что господин тайный советник ушел, и спросила, что нужно передать. «Ничего, я зайду днем, а пока прогуляюсь по парку». В два часа дня он снова зашел и смущенная горничная сообщила, что Herr Geheimrat лег отдохнуть после завтрака, так как Эйнштейн не предупредил его о своем визите. «Ну, что ж, я приду позже». После второй прогулки Эйнштейн вернулся к четырем часам дня. На этот раз тайный советник был дома, и Эйнштейн заметил горничной: «Вот видите, в конце концов терпение и настойчивость всегда вознаграждаются». Супруги Штумпф были крайне польщены визитом и собрались повести приличествующий разговор. Но Эйнштейн принялся говорить о понятии пространства. Бедняга Штумпф, не обладавший физической и математической подготовкой, ровно ничего не понял и не мог вставить в беседу ни одного слова. Минут через сорок Эйнштейн обнаружил, что ведет беседу с самим собой, а визит затянулся дольше, чем было положено. Он быстро ретировался.

Подобные случаи, разумеется, не нарушали душевного мира Эйнштейна. С отсутствием интереса и понимания он сталкивался и в профессионально близкой среде. Что его тревожило — так это люди, которые казались созданными для выполнения любых намерений агрессивного государства. Эйнштейн помнил по Мюнхену этих верно-подданных империи. Теперь, по его признанию, он пугался «холодных блондинов, чуждых понимания и не допускающих сомнений». Приближались события, позволившие «холодным блондинам» выйти на авансцену. Через полгода после приезда Эйнштейна в Берлин началась война.

В «Mein Weltbild» Эйнштейн написал о своем отношении к войне и милитаризму.

«Я глубоко презираю тех, кто может с удовольствием маршировать в строю под музыку, эти люди получили мозги по ошибке — им хватило бы и спинного мозга. Нужно, чтобы исчез этот позор цивилизации. Командный героизм, пути оглупления, отвратительный дух национализма — как я ненавижу все это. Какой гнусной и презренной представляется мне война. Я бы скорее дал разрезать себя на куски, чем участвовать в таком подлом деле. Вопреки всему я верю в человечество и убежден: все эти призраки исчезли бы давно, если бы школа и

пресса не извращали здравый смысл народов в интересах политического и делового мира»⁴.

В июле 1914 г. улицы Берлина заполнились марширующими шеренгами, а тротуары — толпами восторженных поклонников кайзера и армии. Эйнштейн вскоре узнал о проявлениях шовинизма и в других странах. В августе он писал Эренфесту:

«В обезумевшей Европе творится нечто невероятное. Такое время показывает, к какой жалкой породе животных мы принадлежим. Я тихо продолжаю мирные исследования и размышления, но охвачен жалостью и отвращением»⁵.

В начале декабря — новое письмо Эренфесту, полное гнева и возросшего отвращения к националистическому вырождению и войне. «Международная катастрофа тяжелым грузом легла на меня как на интернационалиста. Живешь в „великую эпоху" и с трудом примиряешься с фактом своей принадлежности к отвратительной разновидности животных, гордящейся своей якобы свободной волей».

Одновременно — письмо Лоренцу о поддержке контактов между учеными воюющих стран. В конце письма строки: «Если контакты будут сорваны, это будет означать, что людям необходима идиотская фикция, побуждающая их к взаимной ненависти. В свое время это была религия, теперь — государство»⁶.

С началом войны сторонники революционного интернационализма ушли в подполье. Эйнштейн ощущал какой-то тягостный кошмар. В окружающей его академической среде внезапно раскрылись черты зоологического шовинизма. Люди, которые еще недавно казались ему безобидными филистерами с мирными наклонностями и искренним уважением к мировой культуре, теперь упивались звуками военного марша, криками об уничтожении России, Франции, Англии, с восторгом сообщали друг другу о гибели тысяч людей. Тупые и злобные статьи и брошюры об исторической миссии Германии вытеснили

⁴ Comment je vois le monde, 12.

⁵ Einstein on peace. Ed. by Otto Nathan and Heinz Norden. Pref. by Bertran Russel. Simon Schuster. New York, 1960, p. 36—37.

⁶ Далее обозначается: Einstein on peace, с указанием страницы.

с их столов Лессинга и Шиллера. Оствальд говорил о подчинении Европы империи Гогенцоллернов как о величайшей задаче мировой истории и подписал обращение немецких ученых, проникнутое отвратительным пангерманизмом. Другие — и среди них Планк — ходили растерянные и повторяли с чужого голоса разговоры о «законных требованиях» Германии. Эйнштейн больше не мог, как раньше, свободно и сердечно общаться с коллегами. Не мог он и замкнуться и целиком отдаться физическим проблемам. Вокруг него, за вычетом нескольких ближайших друзей, не было единомышленников, сохранивших верность свободе и интернациональной солидарности. Деятельность революционных групп, выступавших против империалистической войны, не доходила непосредственно до Эйнштейна, но вскоре он нашел единомышленников в лице Ромена Роллана и группировавшихся вокруг Роллана ученых и писателей.

В марте 1915 г. Эйнштейн написал Роллану письмо, в котором предоставил себя в распоряжение созданной Ролланом антивоенной организации «Новое отечество». Он писал, что в Европе после трех столетий напряженной культурной работы религиозное безумие сменилось националистическим. Эйнштейн говорил об ученых, которые ведут себя так, будто у них ампутировали головной мозг. Замена разума зоологическими инстинктами у ученых была для апостола рационализма трагической катастрофой европейской интеллигенции.

Осенью 1915 г. Эйнштейн вырвался в Швейцарию, где жила Милева Марич и его дети, с которыми Эйнштейн хотел повидаться. Вместе со своим цюрихским другом Цангером он посетил жившего тогда в Швейцарии в Веве Ромена Роллана. Эта встреча позволила Эйнштейну узнать, что во всех воюющих государствах существуют группы противников войны. Беседа с Ролланом произвела на него сильное впечатление. Эйнштейн почувствовал себя участником интернационального содружества, противостоявшего шовинистическому угару.

Ромен Роллан записал в своем дневнике:

«После обеда мы все время сидели на террасе отеля, выходящей в сад, где рои пчел вились над медоносным цветущим плющом. Эйнштейн еще молод, невысокого роста, лицо у него крупное и длинное. Волосы густые, слегка вьющиеся, сухие, очень черные, с проседью. Лоб

высокий, рот очень маленький, нос несколько большой и толстоватый, губы пухлые. Усы коротко подстрижены, щеки полные. Он говорит по-французски, подчас затрудняясь и вставляя немецкие слова. Эйнштейн очень живой, очень часто смеется. Порой излагает самые глубокие мысли в юмористической форме. Эйнштейн свободно излагает свои мысли о Германии — своем втором или даже первом отечестве. Ни один другой немец не говорил бы так свободно. И каждый на его месте страдал бы от духовной изоляции в течение этого ужасного года. Но Эйнштейн — нет. Он смеется. Он нашел способ продолжать научную деятельность. Речь идет о знаменитой теории относительности, о которой я не имел представления, а Эйнштейн о ней не упоминал. Но Цангер сказал мне на ухо: „Это величайшая со времен Ньютона духовная революция“. Я спросил Эйнштейна, делится ли он своими мыслями с немецкими друзьями. Он ответил, что избегает этого и склонен пользоваться сократовским методом последовательных вопросов, приводящих к идейной встряске собеседников. „Но людям это не очень нравится“, — добавил Эйнштейн⁷.

Впоследствии, в 1926 г., когда отмечалось 60-летие Романа Роллана, Эйнштейн писал о встрече в 1915 г.:

«Один-единственный раз я видел Вас своими глазами; Вы были тогда под свежим впечатлением разразившейся европейской катастрофы: одинокий мечтатель среди разъяренной толпы, понимающий происходящее, страдающий с людьми, страдающий из-за невозможности раскрыть им глаза и избавить их от горя. Вас никогда не удовлетворяло воздействие Вашего высокого искусства на избранные умы. Вы стремились помочь всем человеческим существам, которые испытывают так много страданий от того, что создано самими людьми. Темные страсти толкнули грубые, подчиненные государствам толпы к взаимному истреблению. Ослепленные, эти толпы бросаются друг на друга, мучают друг друга и делают это в общем без внутренних сомнений. Но есть люди — их немного, — которые не увлечены грубыми чувствами толпы, не подвержены грубым страстям и крепко держатся за идеал человеческой любви. Они несут тяжелый крест. Этим людей изгоняют из их среды, обращаются с ними как с

⁷ Seelig, 250—251.

отверженными, если они не присоединяются к тому, против чего возмущается их сознание, и не будут трусливо молчать о том, что видят и чувствуют. Вы, высокочтимый мэтр, никогда не молчали. Вы страдали, боролись, и Ваша великая душа утешала людей. В это время, столь постыдное для нас, европейцев, стало очевидным, что мощь познающей мысли не защищает от малодушия и варварских чувств. Я верю, что благородные убеждения людей вырастают в академиях и в университетах не в большей степени, чем в мастерских, в среде рабочих — неизвестных, молчаливых людей из народа. Сегодня Вас приветствует содружество тех, для кого Вы являетесь сияющим идеалом, содружество одиноких людей, обладающих иммунитетом против эпидемий ненависти и стремящихся к прекращению войн как к первой задаче морального выздоровления человечества...»⁸

Письмо показывает, как глубоко запечатлелись в душе Эйнштейна наблюдения и настроения 1915 г.: культивировавшееся моральное озверение, надежда на «рабочих — неизвестных, молчаливых людей из народа», позиция академической среды, интеллектуальный уровень которой не мог помешать малодушию, расовым предрасудкам и угару шовинизма.

Растлевающее влияние последнего все больше сказывалось в окружавших Эйнштейна академических кругах. Эйнштейн прочитал письмо группы немецких физиков, в котором рекомендовалось не ссылаться на работы английских ученых, превозносилась глубина немецкой науки по сравнению с поверхностными теориями англичан и французов. Подобные эксцессы пангерманизма заставляли Эйнштейна искать общества людей, сохранивших разум и совесть. Он все чаще ходил к своему двоюродному дяде Рудольфу Эйнштейну, жившему в Берлине с дочерью Эльзой. Эльза, которую Эйнштейн знал с детства, развелась с мужем и вместе с двумя дочерьми поселилась в Берлине у отца. Это была очень привлекательная, еще молодая женщина с мягкими манерами, с большим юмором и множеством черт и склонностей, общих для нее и для Эйнштейна. Позже, в 1919 г., Эйнштейн, получив развод, женился на Эльзе.

Наступил 1917 год. Осенью великие исторические со-

⁸ *Seelig*, 352—353.

бытия поставили перед многими учеными вопросы, которых раньше они не задавали себе: с кем они, как они относятся к новому общественному строю, как они представляют себе будущее человечества?

В среде европейской интеллигенции происходило политическое размежевание, все становилось отчетливым, исторический момент требовал ясной позиции. Для Эйнштейна не было вопроса, принять или не принять Октябрьскую революцию. Он увидел в ней начало преобразования общества на основе разума и науки. Эйнштейн говорил о Ленине: «Люди этого типа — хранители и реставраторы совести человечества»⁹.

⁹ *Seelig*, 319.

Общая теория относительности

В 1919 г. девятилетний сын Эйнштейна Эдуард спросил отца: «Папа, почему, собственно, ты так знаменит?» Эйнштейн рассмеялся, потом серьезно объяснил: «Видишь ли, когда слепой жук ползет по поверхности шара, он не замечает, что пройденный им путь изогнут, мне же посчастливилось заметить это».

Л. Инфельд

Внутренний и основной поток деятельности Эйнштейна и основное содержание его жизни после появления специальной теории относительности заключались в поисках более общей теории. Как мы видели, Эйнштейн считал искусственным выделение равномерно и прямолинейно движущихся систем из числа других систем. В равномерно и прямолинейно движущихся системах механические процессы происходят единообразно и не зависят от движения системы. В системах, движущихся с ускорением, механические процессы происходят неодинаково, они зависят от ускорения, ускорение вызывает в этих системах силы инерции, которые нельзя объяснить взаимодействием сил и которые свидетельствуют о движении системы, придавая этому движению абсолютный характер. Поэтому принцип относительности Галилея — Ньютона применим только к системам, движущимся прямолинейно и равномерно.

Специальная теория относительности утверждает, что в инерциальных системах не только механические, но и все физические процессы происходят единообразно. Но дело по-прежнему ограничивается инерциальными системами. Ускорение вызывает нарушение единообразного хода процессов в системе и демонстрирует свой абсолютный смысл. Можно ли представить события в ускоренных системах не нарушающими принципа относительности, т. е. не дающими абсолютных критериев движения? Можно ли обобщить принцип относительности, полностью

доказанный для инерциальных систем, на ускоренные системы?

Положительный ответ был подсказан одной закономерностью, известной с XVII в.

Все тела обладают инерцией, все они оказывают сопротивление воздействию на них силовым полям. Мера сопротивления называется инертной массой тела. Далее, тела обладают как бы восприимчивостью по отношению к силовым полям; например, электрически заряженные тела восприимчивы к электрическим полям, на них в той или иной мере действуют электрические силы притяжения и отталкивания. Мера «восприимчивости» называется зарядом тела. В отношении электрических сил тела обладают восприимчивостью, т. е. зарядом, не пропорциональным массе. Тело может обладать большой массой и незначительным электрическим зарядом, и наоборот. Тело, обладающее массой, может вообще не обладать электрическим зарядом.

Но есть поля, по отношению к которым восприимчивость тела всегда пропорциональна его массе. Это поля тяготения, гравитационные поля. Все тела в природе испытывают притяжение к другим телам. Во всех случаях «восприимчивость» тела к полю тяготения (ее можно назвать гравитационным зарядом или гравитационной массой) пропорциональна сопротивлению тела — его инертной массе. Чем массивнее тело, чем труднее изменить его скорость, чем больше его инертная масса, тем оно тяжелее, тем в большей степени на него действует притяжение к другому телу. Поэтому все тела независимо от их инертной массы испытывают одно и то же ускорение в данном гравитационном поле и падают вблизи поверхности Земли с одной и той же высоты с одной и той же скоростью (если не учитывать сопротивление воздуха).

Когда система тел приобретает ускорение, входящие в нее тела сопротивляются ускорению пропорционально их инертным массам. Это сопротивление выражается в толчке в сторону, противоположную ускорению системы. Такой толчок, иначе говоря — ускорение, направленное в сторону, противоположную ходу поезда, испытывают пассажиры, когда поезд ускоряет свой ход. Этот толчок приписывают *силам инерции*, пропорциональным инертной массе тела. Ускорение, вызванное гравитационным полем, пропорционально тяжелой массе. Поскольку те и другие мас-

сы пропорциональны, мы не сможем узнать, чем вызваны наблюдаемые ускорения тел, входящих в систему: ее ускорением или же полем тяготения.

Эйнштейн иллюстрировал указанную эквивалентность примером кабины лифта, движущейся с ускорением в пространстве, свободном от поля тяготения, и неподвижной кабины, находящейся в поле тяготения. Эти кабины противостоят ньютоновому ведру, демонстрирующему абсолютный характер ускорений. Представим себе, говорит Эйнштейн, кабину лифта, неподвижную, подвешенную на канате в поле тяготения, например в поле тяготения Земли. В кабине стоят люди, они испытывают давление на свои подошвы и приписывают это давление своему весу. Теперь представим себе кабину, не испытывающую действия сил тяготения, но уносящуюся с ускорением, противоположным по направлению тем силам, которые действовали на кабину в первом случае. Ускорение кабины вызовет в ней процессы, не отличающиеся от процессов, вызванных в первом случае тяготением. Силы инерции прижмут к полу подошвы находящихся в кабине людей, натянут веревку, на которой подвешена гири, и т. д.

Никто не сможет сказать, что является причиной процессов, происходящих в кабине: ее ускоренное движение или действующие на нее силы тяготения. Этот пример иллюстрирует *принцип эквивалентности*. Так Эйнштейн назвал неразличимость динамических эффектов ускорения и тяготения. Из принципа эквивалентности следует, что ускоренное движение не имеет абсолютного критерия: внутренние эффекты, вызванные ускорением, можно приписать тяготению.

Чтобы распространить на ускоренные движения найденную в 1905 г. специальную теорию относительности, нужно было показать, что за счет тяготения могут быть отнесены не только динамические эффекты движения, но и оптические явления. Речь идет о следующем. Представим себе, что кабину лифта пересекает поперечный луч света. Он входит в одно окошечко и выходит в другое. Если кабина движется с ускорением, луч сдвинется в сторону, обратную движению кабины. Если же кабина неподвижна и находится в поле тяготения, то свет не сдвинется и продемонстрирует различие между физическими эффектами ускорения и тяготения и абсолютный характер ускоренного движения. Это произойдет, *если свет не обла-*

дает гравитационной массой. Но если свет обладает гравитационной массой, иными словами, если он подвержен действию поля тяготения, то под действием этих сил он испытывает ускорение. Чтобы допустить такое ускорение, нужно отказаться от основной посылки специальной теории относительности — постоянства скорости света. Эйнштейн сделал это. Он ограничил специальную теорию относительности — принцип постоянства скорости света — областями, где гравитационными силами можно пренебречь. Зато он распространил принцип относительности, лежащий в основе специальной теории, на все движущиеся системы. Вывод о тяжести света, о наличии у света гравитационной массы можно было проверить наблюдением. Мы вскоре увидим, как это было сделано. Сейчас коснемся другого — соотношения «внешнего оправдания» и «внутреннего совершенства» общей теории относительности.

Исходные идеи этой теории были выведены из очень общих посылок — из пропорциональности инертной и тяжелой масс. В классической механике эта пропорциональность была необъяснимой особенностью гравитационных полей — ведь в случае других полей, например электрических, такой пропорциональности нет. Общая теория относительности включила указанную пропорциональность в систему связанных друг с другом закономерностей, в единую каузальную схему мироздания. Тем самым картина мира приблизилась к «внутреннему совершенству». Такую же роль сыграла ликвидация произвольного для «классического идеала» ограничения относительности инерциальными системами. В части «внешнего оправдания» она столкнулась, сначала теоретически, а потом и реально, с новым фактом — тяжестью света. Этот факт означал, что не только механические, но и оптические процессы в движущихся с ускорением системах подчиняются принципу относительности. Отсюда следует, что обобщению подвергается не классический принцип относительности, а теория, найденная Эйнштейном в 1905 г., что на все движения распространяются парадоксальные пространственно-временные соотношения.

Принцип эквивалентности сам по себе еще не приводит к относительности ускоренных движений в значительных пространственных областях. Вернемся к двум кабинам, из которых одна находится в поле тяготения и не-

подвижна, а другая движется с ускорением. Подвесим два груза на нитях к потолку первой кабины. Силы тяготения направлены к центру Земли; эти направления пересекаются в центре Земли, и поэтому грузы натягивают нити, строго говоря, не параллельно. Если мы подвесим грузы к потолку второй, ускоренно движущейся кабины, силы инерции натянут нити строго параллельно. В маленьких кабинах различие неощутимо, но оно достаточно, чтобы взять под сомнение эквивалентность тяготения и инерции для сколько-нибудь больших областей.

Все же Эйнштейну удалось доказать относительность ускоренных движений. Для этого он отождествлял тяготение с искривлением пространства-времени. Представим себе график, на котором по одной оси отложены пройденные телом расстояния в сантиметрах, а по другой, перпендикулярной первой, отложено прошедшее время в секундах. Если тело движется по инерции, то его движение будет на таком пространственно-временном графике изображаться прямой линией; если тело движется с ускорением — движение будет изображено кривой. Если все тела, включая световые кванты, искривляют в поле тяготения свои мировые линии, если искривляются *все* мировые линии, мы можем говорить об искривлении пространства-времени в целом.

Что это значит, выяснится после того, как мы приведем пример искривления двумерного пространства — некой поверхности.

Начертим на плоскости прямые, образующие треугольники. Измеряя суммы углов в этих треугольниках, мы неожиданно обнаруживаем, что в одной области эти суммы не равны двум прямым углам. Нам приходит в голову, что в этих областях пространство стало неевклидовым. Такое предположение нетрудно сделать наглядным; в указанных областях плоскость искривилась, стала кривой поверхностью, а на кривых поверхностях сумма углов треугольника не равна двум прямым углам. Гораздо труднее представить себе искривление трехмерного пространства или четырехмерного пространства-времени. Но мы можем это сделать, не связывая с кривизной пространства-времени ничего другого, кроме искривления всех мировых линий. Поскольку тяготение искривляет четырехмерные мировые линии всех без исключения тел, мы можем считать тяготение искривлением самого пространства-вре-

мени. В такой теории тяготения, или, что то же самое, в общей теории относительности Эйнштейна, определить, какая сила тяготения воздействует в данной точке пространства, в данный момент времени на единичную массу, это значит определить, какова кривизна пространства-времени в данной мировой точке, т. е. в данной пространственной точке, в данный момент времени. Если пространство-время в данной области не искривлено (поле тяготения пренебрежимо мало), мировая линия частицы будет прямой, т. е. частица движется прямолинейно и равномерно. Если действует гравитационное поле (пространство-время искривлено), частица будет иметь здесь искривленную мировую линию.

Из общей теории относительности вытекает новое представление о Вселенной, новая космология. Эйнштейн рассматривал гравитационные поля различных тел как искривления пространства-времени в областях, окружающих эти тела. Тела, находящиеся на земной поверхности, вызывают небольшие искривления. Земля, искривляя пространство-время, заставляет Луну двигаться с ускорением. Солнце искривляет пространство-время, так что мировые линии планет кривые. Но помимо этого, быть может, пространство в целом, все мировое пространство отличается определенной кривизной?

Смысл понятия общей кривизны пространства можно пояснить аналогией с общей кривизной некоторого двумерного пространства, например с поверхностью нашей Земли. Путешествуя по этой поверхности, мы встречаем отдельные искривления — пригорки, холмы, горы; но наряду с ними мы знаем о кривизне поверхности Земли в целом, о том, что все это двумерное пространство является сферической поверхностью. Теперь возьмем четырехмерное пространство-время, т. е. совокупность мировых линий всех тел природы. Эти мировые линии сильнее искривляются вблизи центров тяготения. Но не обладают ли они в целом некоторой общей кривизной? Предпримем, по аналогии с путешествием по поверхности земного шара, путешествие по всему мировому пространству. Мировая линия, изображающая наше путешествие, будет кривой на некоторых участках, там, где мы пересекаем гравитационные поля планет, звезд и т. д. Планета вызывает небольшое искривление мировой линии, звезда — большее. Путешествуя в мировом пространстве, мы попадаем в

межгалактическую область, где тяготение незначительно и мировая линия выпрямляется. Затем она снова проходит через ряд четырехмерных пригорков и гор — новую галактику. Но существует ли здесь общая кривизна Вселенной в целом, аналогичная общей кривизне двумерной поверхности Земли? Двигаясь по кратчайшему пути между двумя точками поверхности Земли, т. е. по дуге меридиана или экватора, мы в конце концов опишем окружность и попадем в исходную точку. Соответственно, если мир в целом обладает кривизной, то мы вернемся в исходную мировую точку.

Такое предположение Эйнштейн отбросил. В самом деле, вернуться в исходную мировую точку — это значит покинуть некий географический пункт, скажем, в полдень 14 июля 1971 г. и через триллионы лет, обойдя Вселенную, вернуться в этот пункт опять же в полдень 14 июля 1971 г. Это невозможно, кривизна пространства-времени, замыкающая мировую линию в этой же мировой точке, не может существовать.

Эйнштейн предположил, что искривлено только пространство, а время не искривлено. Поэтому, отправившись из данного географического пункта по кратчайшему пути в путешествие по Вселенной, мы опишем замкнутую *пространственную* траекторию и вернемся в тот же пункт в иное время, скажем, в квадриллионном году нашей эры. Значит, мировое пространство конечно (в том же смысле, в каком конечно двумерное пространство — поверхность нашей Земли), а время бесконечно. Мы можем найти по аналогии двумерное пространство — поверхность, кривую и конечную в одном измерении, но прямую и бесконечную в другом измерении. Такова поверхность цилиндра.

Если мы проведем (по кратчайшему пути) линию *вокруг* цилиндра бесконечной длины, мы вернемся в ту же точку. Если мы проведем черту *вдоль* цилиндра, она будет прямой и бесконечной. Исходя из этой аналогии, гипотеза Эйнштейна об искривленном мировом пространстве и неискривленном времени была названа *гипотезой цилиндрического мира*.

В 1922 г. А. А. Фридман высказал предположение о том, что кривизна мирового пространства в целом меняется с течением времени. По-видимому, Вселенная расширяется. Это предположение подтверждается некоторыми астрономическими наблюдениями.

Подтверждение теории относительности

Не действуют ли тела на свет на расстоянии и не изгибают ли этим действием его лучей?

Ньютон

Идея гравитационной массы света и соответственного искривления светового луча под действием тяжелого тела — в его гравитационном поле — напоминает помещенный вопрос из «Оптики» Ньютона. Но аналогия здесь чисто внешняя¹. Ньютон имеет в виду объясняющее дифракцию отталкивание света от тел, притом не зависящее от их массы. Высказанная в эпиграфе к главе «Фотоны» ньютонова формулировка корпускулярной теории света близка по существу к идее Эйнштейна — идея фотонов в некоторой степени возвращается к взглядам Ньютона. Но идея искривления лучей в искривленном пространстве-времени не имеет таких прецедентов.

Она не имеет и непосредственных экспериментальных истоков и входит в число открытий, подобных открытию Леверрье или включению еще не найденных элементов в таблицу Менделеева: в них теоретический расчет предшествует экспериментальному доказательству. Для Эйнштейна существование таких открытий было неопровержимым аргументом против любой — последовательной или непоследовательной — формы агностицизма, включая новейший позитивизм². Генезис идеи искривления лучей в поле тяготения хорошо иллюстрирует эйнштейновскую

¹ См. примечание С. И. Вавилова к этому месту из «Оптики»: (*Ньютон II*. Оптика. Перев. С. И. Вавилова, изд. 2, М., 1954, с. 355).

² *Эйнштейн*, 4, 298,

схему «внутреннего совершенства» и «внешнего оправдания». Указанная идея возникла примерно следующим образом.

Специальная теория относительности покончила с эфиром как абсолютным телом отсчета и с абсолютным (т. е. независимым от пространственной системы отсчета) временем. Вслед за мгновенным дальнодействием Ньютона рухнула и следующая опора абсолютной одновременности — возможность синхронизации событий с учетом скорости движущихся систем относительно неподвижного эфира. Но вместо бесконечного неподвижного эфира осталось бесконечное пустое пространство, которое участвует в наблюдаемых процессах, — ускоренное движение в пустом пространстве вызывает динамические эффекты, силы инерции. Такое представление противоречит «классическому идеалу» — картине мира, в которой нет ничего, кроме движения и взаимодействия материальных тел. Эйнштейн ищет пути для устранения абсолютного движения, нарушающего каузальную гармонию бытия. Он находит этот путь, пытаясь устранить также не имеющее каузального объяснения совпадение гравитационных и инертных масс тел. Но чтобы пойти по этому пути, необходимо допустить наличие гравитационной массы света. Эйнштейн предполагает ее существование отнюдь не под давлением конкретного экспериментального результата. Он исходит из общей идеи, вытекающей из всей совокупности данных эксперимента и практики. В этом смысле общая теория относительности отличается от специальной теории, также исходившей из общих посылок, но подготовленной результатами опыта Майкельсона.

Отсюда различие в резонансе двух теорий Эйнштейна. Специальная теория объяснила уже известные факты, и ее ореол зависел от общности и естественности объяснения по сравнению с ранее выдвинутыми концепциями. «Внешнее оправдание» специальной теории было исходным фактом, оно не могло поразить современников. Напротив, общая теория первоначально обладала высоким и бесспорным «внутренним совершенством», и поразительным было наблюдение, в котором она обрела «внешнее оправдание». Такое наблюдение показало, помимо прочего, что рациональная мысль, исходящая из гармонии и познаваемости мира, приводит к достоверному представлению о действительности.

В самом начале 1917 г. известный английский астроном и физик Артур Эддингтон высказал очень важную для развития теории относительности мысль о возможности проверить непосредственным наблюдением, обладает ли свет гравитационной массой. Эддингтон принадлежал к числу наиболее активных участников разработки и популяризации идей Эйнштейна. Сохранился рассказ об одном забавном разговоре. Как-то некий собеседник сказал Эддингтону, что он входит в число трех ученых, действительно понимающих смысл теории относительности, и, заметив на лице ученого некоторое смущенное недоумение, стал уверять его, что это действительно так: «Нет, — ответил Эддингтон, — я просто спрашиваю себя, кого вы считаете третьим?..»

Эддингтон отличался удивительной — иные говорили, чрезмерной — научной фантазией и изобретательностью. На этот раз она привела к идее астрономических наблюдений, оказавших очень большое влияние на судьбу теории относительности. Если свет обладает гравитационной массой, т. е. весом, он неизбежно отклонится в сторону тяжелого тела, проходя мимо этого тела так же, как летящий над Землей снаряд отклоняется в сторону Земли и в конце концов падает на ее поверхность. Световой луч не упадет на Землю. Из теории тяготения Эйнштейна вытекает, что, проходя возле Земли, он отклонится в сторону (т. е. в сущности будет падать на Землю) так, что это останется незаметным. Луч отклонится в течение секунды (т. е. на пути, равном 300 000 километров) всего на 10 метров. Но, проходя возле более тяжелого тела, т. е. испытывая большее воздействие гравитационных сил, луч отклонится в большей степени. Вблизи Солнца отклонение будет в 27 раз большим, чем вблизи Земли. Если луч звезды, прежде чем попасть на Землю, пройдет вблизи Солнца, он отклонится, и на фотографии звездного неба изображение этой звезды окажется смещенным по сравнению с фотографией, сделанной в отсутствие Солнца в наблюдаемой части небосвода. Но когда Солнце на небе, звезды, в особенности близкие к его диску, нельзя ни увидеть, ни сфотографировать. Поэтому нужно фотографировать звезды, видимые вблизи диска Солнца (т. е. звезды, лучи которых проходят возле Солнца) во время солнечного затмения. Нужно было выбрать такое затмение, когда Солнце находится на пути лучей ярких звезд.

Именно такое затмение должно было произойти 29 мая 1919 г. Эддингтон начал подготавливать экспедицию в районы, где это затмение должно было быть полным. Решили послать две экспедиции: одну на остров Принсипе в Гвинейском заливе, другую в деревню Собраль в Бразилии.

Приехав в Бразилию, английская астрономическая экспедиция была встречена заметкой в бразильской газете, очень характерной для первого послевоенного года. Газета писала: «Вместо того чтобы пытаться подтвердить немецкую теорию, члены экспедиции, находящиеся в столь близких отношениях с небом, позаботились бы лучше о дожде для этой страдающей от засухи страны»³.

С дождями встретилась другая экспедиция, приехавшая в Гвинею (в ней участвовал сам Эддингтон). В день затмения с утра небо затянуло облаками, сквозь них едва просвечивало Солнце. Корона Солнца была заметна, но о фотографировании звезд нечего было и думать.

Незадолго до окончания полной фазы затмения облака рассеялись. Были засняты звезды, сиявшие вблизи короны. Когда фотографию сопоставили с другой, снятой в отсутствие Солнца на пути лучей звезд, было зарегистрировано смещение, предсказанное в общем теорией Эйнштейна. Над деревней Собраль в этот день небо было безоблачным. Во время затмения было сделано много фотографий. Когда снимки сопоставили с контрольными, сделанными в отсутствие Солнца, астрономов постигло разочарование: результаты расходились с результатами гвинейской экспедиции и с теоретическим прогнозом. Но вскоре выяснилось, что это случайность: Солнце нагрело приборы и вызвало искажение снимков. На тех фотографиях, которые не пострадали от такого искажения, смещение звезд соответствовало теории Эйнштейна. Эйнштейн узнал о результатах экспедиции Эддингтона в сентябре 1919 г. Лоренц сообщил ему телеграммой, что общую теорию относительности можно считать подтвержденной. Эйнштейн написал об этом матери. Открытка Эйнштейна, адресованная матери, начинается словами: «Радостные новости сегодня! Лоренц телеграфировал мне, что английская экспедиция доказала отклонение лучей света вблизи Солнца». Однако сообщение Эйнштейна было, по-видимо-

³ Frank, 138.

му продиктовано желанием обрадовать мать. Для него самого, как мы скоро увидим, результаты экспедиции Эддингтона не казались чем-то значительным.

Вскоре Эддингтон сделал доклад о результатах экспедиций в Гвинею и Бразилию на совместном заседании Королевского общества и Астрономического общества в Лондоне. Президент Королевского общества Дж. Дж. Томсон во вступительной речи сказал: «Это — открытие не отдаленного острова, а целого континента новых научных идей. Это величайшее открытие со времен Ньютона»⁴.

Отчет Эддингтона и высказывания ученых стали сенсацией, распространившейся по всему миру. Люди чувствовали, что произошло какое-то грандиозное событие в науке. Такие термины, как «кривизна пространства», «ограниченность пространства», «тяжесть света» — были у всех на устах, хотя понимали их немногие. Дж. Дж. Томсон говорил: «Я должен признать, что никому еще не удалось выразить ясным языком, что в действительности представляет собой теория Эйнштейна». Он утверждал, что многие ученые оказались неспособными уяснить ее действительный смысл⁵. Вопреки поговорке и соответственно обычной практике непонимание теории считали аргументом против нее. Особенно сильные возражения вызывала идея конечной Вселенной.

Нужно сказать, что различие между идеей *границ* пространства и мыслью о *конечном радиусе* замыкающихся траекторий движущихся тел и световых лучей не было тогда достаточно уяснено. В одной американской газете высказывалось характерное требование, чтобы принципы логики и онтологии (т. е. основные представления о действительном мире) не пересматривались в свете сменяющих друг друга физических воззрений:

«Трудно объяснить, почему наши астрономы, кажется, считают, что логика и онтология зависят от их меняющихся взглядов. Теоретическая мысль получила высокое развитие гораздо раньше, чем астрономия. Математикам и физикам следует обладать чувством меры, но приходится бояться, что британские астрономы преувеличили значение своей области»⁶. Эта фраза о «преувеличении значе-

⁴ Frank, 141.

⁵ Ibid., 140—141.

⁶ Ibid., 142.

ния своей области» совпадает, по существу, с очень распространенной и давней тенденцией. Догматическая мысль хотела бы застраховать *основные* представления о Вселенной (так называемую онтологию) от изменений, связанных с успехами конкретных областей знания. Эта тенденция насчитывает уже несколько столетий. В XVI в. Осияндер в предисловии к книге Коперника, а в XVII в. глава инквизиции Беллярмино в одном из писем советовали астрономам ограничиться прагматической ценностью новых астрономических воззрений и не претендовать на онтологическое значение своих открытий, не колебать картины мира в целом, не думать, что в открытиях содержится истина. В отличие от прошлого, догматическая мысль апеллировала теперь не к религиозным догматам, а к общественному мнению, «здравому смыслу», «очевидности» и т. д. Но общественное мнение не было единым. Неискушенный человек, услышав о кривизне пространства, не понимал выражения Эйнштейна, но по большей части был склонен считать это непонимание фактом своей биографии, а не биографии Эйнштейна. Профессиональные выразители общественного мнения, напротив, часто вменяли Эйнштейну в вину тот простой факт, что выводы из всего развития теории тяготения и абстрактной геометрии требуют для своего усвоения физической и математической подготовки, что новые идеи еще не нашли каких-то форм популярного изложения и что новая теория предъявляет очень высокие требования к смелости и широте научной мысли. Что особенно смущало адептов «очевидности», это широкое распространение симпатий к новым идеям. Тот же неискушенный человек, не претендуя на понимание теории относительности, ощущал в какой-то мере ее смелость и широту; самый факт обсуждения, казалось бы, очевидных положений представлялся ему весьма многозначительным. Сейчас, ретроспективно оценивая волну широкого и напряженного интереса к теории относительности и к личности ее автора, мы находим в ней симптомы весьма общих идейных сдвигов, крайне характерных для нашего столетия. Поэтому следует несколько подробнее остановиться на этом знамении времени двадцатых годов.

Слава

Идеалами, освещавшими мой путь и сообщавшими мне смелость и мужество, были добро, красота и истина. Без чувства солидарности с теми, кто разделяет мои убеждения, без преследования вечно неуловимого объективного в искусстве и в науке жизнь показалась бы мне абсолютно пустой.

Эйнштейн

Слава тоже требует жертв, и если можно говорить о погоне за славой, то в этой погоне Эйнштейн, во всяком случае, играл роль дичи, а не охотника.

А. Мошковский

В начале двадцатых годов Эйнштейн уже пользовался такой широкой известностью, какая еще не окружала ни одного ученого. Леопольд Инфельд высказал некоторые интересные соображения о причинах беспрецедентного роста популярности Эйнштейна после экспедиций 1919 г. и подтверждения общей теории относительности.

«Это произошло после окончания первой мировой войны. Людям опротивели ненависть, убийства и международные интриги. Окопы, бомбы, убийства оставили горький привкус. Книг о войне не покупали и не читали. Каждый ждал эры мира и хотел забыть о войне. А это явление способно было захватить человеческую фантазию. С земли, покрытой могилами, взоры устремлялись к небу, усеянному звездами. Абстрактная мысль уводила человека вдалеку от горестей повседневной жизни. Мистерия затмения Солнца и сила человеческого разума, романтическая декорация, несколько минут темноты, а затем картина изгибающихся лучей — все так отличалось от угнетающей действительности»¹.

За этими ассоциациями и противопоставлениями стояли иногда осознанные, а чаще интуитивные догадки о социальном эффекте теории Эйнштейна и новой физики в целом. Звездное небо не только уводило человека от горестной земли. Его исследование сулило победу разума

¹ Успехи физических наук, 1956, 59, вып. 1, с. 154—155.

на земле. Такая победа означает не только расширение сведений о Вселенной, но и иные условия жизни людей. Покинув берег очевидности, наука должна была пристать к новым берегам. Какие плоды растут на этих берегах — это пока было неизвестно. Но можно было предполагать, что применение новых идей вызовет значительные сдвиги в технике. Наряду с неопределенной догадкой о расцвете производительных сил человечества существовало несколько более определенное предчувствие роли самой науки в борьбе за ее мирное применение. Человечество предвидело борьбу за мирное применение науки против разрушительного применения, борьбу, действительно разыгравшуюся через сорок лет. Люди надеялись, что наука поможет развеять ядовитые испарения шовинизма и реакции, которые уже не раз конденсировались в тучи военной грозы. Поколение, с энтузиазмом встретившее теорию относительности и ее подтверждение, было свидетелем эксцессов шовинизма, начиная с дела Дрейфуса, и знало, к чему они приводят. Люди знали об интернациональном характере науки, знали, что она по самому существу своему враждебна шовинизму и войне. «Существовала, — пишет Инфельд, — и еще одна причина, видимо важнейшая: новое явление предсказал немецкий ученый, а проверили его английские ученые. Физики и астрономы, принадлежавшие недавно к двум враждебным лагерям, снова работают вместе. Может быть, это и есть начало новой эры, эры мира? Тяга людей к миру была, как мне кажется, главной причиной возрастающей славы Эйнштейна»².

К этому следует прибавить, что очень многие знали о травле Эйнштейна, предпринятой реакционно-шовинистическими элементами. Это также привлекало к теории относительности и к личности ее творца интересы широких кругов. Существовала уже в те годы и другая линия столкновений, менее заметная, но существенная. Речь идет об антиинтеллектуализме, о проповеди бессилия и неполноценности разума по сравнению с мистическими озарениями. Эта проповедь еще не вышла на плац нюрнбергских парадов, до такого выхода оставалось 12—15 лет, и мало кто мог предвидеть, в какую клоаку вольется ручеек антиинтеллектуализма. Но уже тогда многим было ясно направление этого ручейка.

² Там же, с. 155.

Факел войны гаснет в атмосфере рационального мышления и разгорается в атмосфере мистики. Даже не зная как следует содержания теории относительности, многие чувствовали, что она является апофеозом разума. Главной причиной энтузиазма, с которым встретили теорию относительности, была ее связь с революционными общественными идеями. Теория относительности была отражением революции. Разумеется, не в смысле зависимости содержания этой теории от общественных движений. Теория относительности по своему содержанию отражает природу, ее объективные законы и в этом смысле совершенно независима от развития общества. Но теория относительности, как и каждая научная теория, отражает объективные законы природы в определенном приближении, и мера этого приближения в каждый период, форма, в которой была высказана теория, ее социальный и культурный эффект — все, что характеризует науку как исторический процесс, — все это получает объяснение в связи с характеристикой времени. Связи тут могут быть очень отдаленными, косвенными и неявными. Когда Энгельс проводил цепь исторических причин и следствий от механики Ньютона к французской революции, речь шла о неясных и отдаленных, но несомненных исторических связях. Когда мыслители XIX в. увидели «алгебру революции» в тяжелых периодах официального королевско-прусского философа, связь была неявной, но исторически более близкой. В начале XX в. исторический процесс приобрел слишком стремительный темп, чтобы связь науки и революции могла быть столь отдаленной и косвенной, как раньше. Революция бушевала, и теперь связи научных теорий с революционными идеями не могли оставаться неявными. Лишь в специальных проблемах мыслители могли приходить к существенным для революции выводам, сами того не зная и не привлекая внимания борющихся общественных сил. Широкие эпохальные обобщения не могли таить свои идейные выводы, эти выводы если не становились ясными, то интуитивно угадывались и самими учеными, и широкими кругами. Они угадывались и врагами революции. После экспедиции Эддингтона и роста популярности теории относительности один профессор Колумбийского университета писал:

«В течение прошедших лет весь мир находился в состоянии беспокойства умственного и физического. По

всей вероятности, война, большевистская революция были видимым результатом глубокого умственного расстройств. Это беспокойство проявилось в стремлении отбросить испытанные методы государственного руководства в угоду радикальным и непроверенным экспериментам. Это же чувство беспокойства вторглось и в науку. Многие хотели бы заставить нас отбросить испытанные теории и взамен построить основу современного научного и механического развития во имя спекулятивной методологии и фантастических представлений о Вселенной»³.

Вскоре началась прямая травля теории относительности, главным образом в Германии. Первоначально немецкие националисты поднимали на щит новую теорию как проявление «чисто германской» интеллектуальной мощи. В это же время англичане часто избегали напоминать, что теория относительности появилась в Германии. Если бы астрономические наблюдения дали иной результат, говорил Эйнштейн, все было бы иначе. В статье, напечатанной 28 ноября 1919 г. в «Таймсе», Эйнштейн писал:

«Вот пример относительности для развлечения читателей. Сейчас в Германии меня называют немецким ученым, а в Англии я представлен как швейцарский еврей. Случись мне стать *bête noire*, произошло бы обратное; я бы оказался швейцарским евреем для Германии и немецким ученым для Англии»⁴.

Но вскоре Эйнштейн действительно стал *bête noire* и, соответственно, — швейцарским евреем в Германии, несмотря на подтверждение теории относительности. Да и сама теория перестала тешить национальное тщеславие. В Германии происходило небывалое обострение классовой борьбы. Началась деятельность «Консула» и других террористических организаций. В это время в националистической газете «Der Türmer» появилась статья «Большевистская физика». В ней говорилось: «...Поскольку профессор Эйнштейн признан новым Коперником, многие преподаватели университетов стали его поклонниками. Говоря без обиняков, мы имеем здесь дело с низкой научной сплетней, столь характерной для картины, которую представляет современный период, самый трагичный из всех политических периодов. В конечном счете незачем

³ Frank, 143.

⁴ Comment je vois le monde, 214.

обвинять рабочих за то, что они следуют за Марксом, если германские профессора следуют за измышлениями Эйнштейна»⁵.

Некто Пауль Вейланд создал специальную организацию с целью борьбы с влиянием Эйнштейна. Вейланд организовывал собрания, на которых выступал он сам с политическими нападка на Эйнштейна, а после него некоторые физики и философы пытались опровергать новую теорию. В это же время получили известность выступления Ленарда — крупного экспериментатора, ожесточенного противника теории относительности и яростного националиста (по его распоряжению в руководимой им лаборатории, например, термин «ампер» был заменен другим названием единицы тока по имени одного из немецких физиков). В выступлениях Ленарда можно было встретить все — от попыток объяснения результатов опыта Майкельсона с классических позиций до призывов к физической расправе с Эйнштейном. Не обошлось и без поисков истинно германских истоков идеи изменения массы быстро движущихся тел. Ленард приписывал приоритет в этом открытии погибшему на войне талантливому теоретику Францу Газенёрлю.

Националистическая травля могла бы заставить Эйнштейна покинуть Германию. Кроме того, начавшаяся инфляция сделала положение Эйнштейна очень тяжелым: он должен был посылать деньги Милеве в Швейцарию, что при падающей марке стало почти невозможным. Но Эйнштейн не хотел нарушить обещания, данные когда-то Планку. Сложившаяся в Германии обстановка не казалась ему безнадежной. Падение монархического режима было в его глазах началом положительных сдвигов. В 1919 г. Эренфест усиленно уговаривал Эйнштейна переехать в Лейден. Эйнштейн отвечал:

«Я обещал Планку не покидать Берлин, пока обстановка здесь не ухудшится настолько, что сам Планк признает мой отъезд естественным и правильным. Было бы неблагодарностью, если бы я, не будучи вынужден, частично из-за материальных выгод, покинул страну, в которой осуществляются мои политические чаяния, покинул людей, которые окружали меня любовью и дружбой и для которых мой отъезд в период начавшегося упадка

⁵ Frank, 160.

показался бы вдвойне тяжелым... Я смогу уехать, если развитие событий сделает невозможным дальнейшее пребывание в Германии. Если дела пойдут иначе, мой отъезд будет грубым нарушением слова, данного Планку. За такое нарушение я бы упрекал себя впоследствии»⁶.

Эренфест, сообщая Лоренцу о решении Эйнштейна, прибавил:

«Меня это письмо устыдило, но вместе с тем вызвало теплое и радостное чувство гордости за этого замечательного человека»⁷.

Оставаясь в Германии, Эйнштейн неизбежно должен был принимать на себя удары реакции. Вместе с тем он становился ближе к широким кругам, для которых его идеи представлялись знаменем рационалистического подхода к природе и к обществу. Это отношение широких кругов к Эйнштейну и его взглядам становилось все более явственным. Теория относительности оказалась в центре политической борьбы. Это еще более увеличивало ее популярность. Но анализ причин широкого интереса к теории относительности не может не коснуться самого содержания и смысла теории. В основе дела лежала отмеченная уже связь теории относительности с «классическим идеалом». Представление о мире как о совокупности движущихся одно относительно другого материальных тел за три столетия стало органическим, чуть ли не врожденным. Теперь эта картина освобождалась от неоднозначно связанных с ней и даже чуждых ей по духу понятий дальнего действия, абсолютного пространства и эфира как абсолютного тела отсчета. Но ценой этого освобождения был парадоксальный отказ от классического правила сложения скоростей. Тем самым теория подводила к представлению о достоверной, неопровержимой, экспериментально доказанной парадоксальности бытия. С этим связан «парадоксальный рационализм» — представление о гармонии мироздания, которая выражается в простых, но противоречащих традиционной «очевидности» соотношениях. Именно этот комплекс идей (мы находили его каждый раз, когда вглядывались во внутреннюю структуру теории относительности и в основное содержание миро-

⁶ Einstein on peace, 36—37.

⁷ Ibid., 651.

воззрения Эйнштейна) просачивался через сравнительно широкий круг людей, знакомых с теорией относительности, в еще более широкие круги. При этом сохранялись общие выводы теории — убеждение во всемогуществе разума и объективности и гармонии мира, которые не могли не волновать людей в эпоху, когда разум и гармония противостояли мистике и хаосу в их решающем историческом столкновении. Дальше процесс приобретал характер цепной реакции: интерес к теории придавал ей общественное значение (и, в частности, толкал автора теории к общественным выступлениям), а это, в свою очередь, увеличивало популярность теории. Отметим, что ощущение неопровержимой достоверности парадоксальной теории, ощущение, в такой большой мере объясняющее ее общественный резонанс, зависело не только от подтверждения теории при наблюдении затмения 29 мая 1919 г., но и от позиции самого Эйнштейна — его абсолютной уверенности в том, что наблюдение не может не подтвердить теорию. Каковы бы ни были гносеологические идеи ученого, он неизбежно покидает платформу агностицизма (любую — феноменологическую, конвенциалистскую или связанную с априорной версией), когда ждет от эксперимента подтверждения выдвинутой теории. Но тут дело в степени его уверенности. На каком-то уровне стихийное, неосознанное представление о познаваемости внутренней структуры мира уже недостаточно. Абсолютная уверенность Эйнштейна в том, что наблюдения подтвердят теорию, была связана не только с математической корректностью ее аппарата, но и с сознательной, последовательной и постоянной презумпцией познаваемости мира. Когда Эйнштейн получил снимки, сделанные во время затмения, он выразил свое восхищение. Но, оказалось, он был восхищен техникой фотоснимков. Что же касается подтверждения теории, Эйнштейн не считал эту сторону дела существенной: иные результаты представлялись ему невозможными. Когда Эйнштейна спросили, как бы он отнесся к отрицательным результатам, ответ был таков: «Я бы очень удивился...»

Бертран Рассел вспоминал впоследствии отношение Эйнштейна к результатам наблюдений затмения 1919 г.:

«Он был заинтересован гораздо меньше, чем Эддингтон, и его отношение мне напомнило одну реплику Вистлера. Одна из поклонниц рассказала Вистлеру, как, уви-

дев в природе мост Баттерси, она убедилась, что он абсолютно не отличается от изображения на вистлеровской картине. «Что же, природе это удается», — ответил художник. По-видимому, Эйнштейн считал, что солнечной системе «удалось подтвердить предсказание»⁸. Разумеется, речь шла не об априорной схеме, в которую укладываются наблюдаемые явления. Здесь не было отхода от представления об объективных, независимых от познания закономерностях Вселенной, так же как и Вистлер не думал, что природа копирует его картины. «Удача природы» в обоих случаях означает такое сопоставление художественной интуиции и научного расчета с наблюдением, которое подтверждает объективный характер интуиции и расчета.

Но «удача природы» означает не только такое подтверждение, иначе она была бы не столько удачей природы, сколько удачей картины в одном случае и физической теории — в другом. Теория опирается не только на наблюдение («внешнее оправдание»), но и на связь с более общим принципом («внутреннее совершенство»), и когда внешнему оправданию удается совпасть с внутренним совершенством, наблюдению с рационалистическим критерием, — это удача для обоих полюсов познания.

Нужно также подчеркнуть, что позиция Эйнштейна ни в коей мере не выражала высокой оценки собственных расчетов. Вряд ли Эйнштейн вообще когда-либо останавливался на оценке своих интеллектуальных сил — подобные мысли не приходили ему на ум в течение всей жизни. Приведенный ответ выражал ту же презумпцию познаваемости и гармонии мира. Если описать мир в соответствии с данными эксперимента («внешнее оправдание») и по возможности без произвольных допущений («внутреннее совершенство»), то описание мира будет с известным приближением соответствовать объективной истине. Презумпция познаваемости и гармонии достигала в данном случае эвристической силы, свойственной гению. Она окрашивала вместе с тем и отношение Эйнштейна к своей работе, к науке, к ее ценности, к ее общественной функции.

С ней связан и моральный облик Эйнштейна. На та-

⁸ Einstein on peace, XVI.

ком уровне уже не могло быть противоречия между интеллектуальной мощью и моральными устоями. Только обращенный к «внеличному», забывший себя (и именно поэтому неспособный забыть о людях) человек мог с такой гениальной свободой оперировать абстрактными понятиями, никогда не превращая эту операцию в независимое от эксперимента условное конструирование и никогда не сводя связь с экспериментом к феноменологическим рамкам «чистого описания». Слава, обрушившаяся на Эйнштейна, заставила его почувствовать ответственность ученого за судьбу человечества. В последнем счете эта слава была симптомом той беспрецедентной роли, которую приобрела наука в XX столетии и которая является тайной этого столетия.

Теперь «материнское чувство, обращенное на народные массы», о котором говорил Бальзак, превратилось в сознательное чувство ответственности за судьбы людей в условиях, подготовленных революцией в науке. Эйнштейна можно было бы назвать пророком атомной эры, если бы поза пророка подошла к его облику и если бы роль пророка не была исключена характером науки и общественного развития в XX в. Во всяком случае, он раньше других узнал, что энергия равна массе, умноженной на квадрат скорости света, и раньше других ученых почувствовал, что потенции науки обязывают ученого вмешаться в борьбу общественных сил, от которых зависит то или иное направление практических применений науки. Борьба общественных сил захватила Эйнштейна не на своем главном участке; последний находился далеко от него. Но тот участок, который был ближе всего к Эйнштейну, играл существенную роль; речь шла о мобилизации интеллигенции для борьбы против шовинизма. Эйнштейн не всегда мог разобраться в создавшейся здесь обстановке, но он занял место в строю. Эйнштейн не видел с достаточной ясностью тех сил, которые могли эффективно противостоять войне и шовинизму. Его пацифистская позиция была интуитивной. В 1920 г. в одной из бесед Эйнштейн говорил:

«Мой пацифизм — это инстинктивное чувство, которое владеет мной потому, что убийство человека отвратительно. Мое отношение исходит не из какой-либо умозрительной теории, а основано на глубочайшей антипатии к любому виду жестокости и ненависти. Я мог бы дать ра-

ционалистическое объяснение такой реакции, но это было бы рассуждением *a posteriori*»⁹.

При Лиге Наций была создана Комиссия интеллектуального сотрудничества. Задачи ее были туманными, а деятельность малоэффективной. Эйнштейн был приглашен в 1922 г. вступить в эту организацию и ответил следующим письмом:

«Хотя я должен отметить, что мне не ясен характер деятельности этой комиссии, я считаю своим долгом последовать ее призыву, поскольку никто в такое время не должен отказываться от участия в усилиях, направленных на осуществление интернационального сотрудничества»¹⁰.

В Комиссии интеллектуального сотрудничества Эйнштейн столкнулся с политическими тенденциями, заставлявшими его переходить от пацифизма как чисто инстинктивного отвращения ко всякой жестокости к четкой платформе борьбы против войны. В воспоминаниях о заседании Комиссии интеллектуального сотрудничества отразились и чисто личные черты Эйнштейна — вплоть до его отношения к музыке.

В 1923 г. Эйнштейн вышел из состава Комиссии интеллектуального сотрудничества. На него произвела тягостное впечатление позиция Лиги Наций во время оккупации Рура. Эйнштейн видел, что инстинктивный пацифизм не может противостоять силам войны. В 1923 г. Эйнштейн писал:

«Я убедился, что Лига не обладает ни силой, ни доброй волей, необходимыми для осуществления ее целей. Как убежденный пацифист, я чувствую себя обязанным порвать все отношения с Лигой».

В письме, направленном в один из пацифистских журналов, он высказался более определенно:

«Я сделал это потому, что деятельность Лиги Наций убедила меня, что ни одной акции, совершаемой господствующими группами, какой бы жестокой она ни была, Лига не смогла противостоять. Я удаляюсь потому, что Лига Наций в своей деятельности не только не воплощает

⁹ *Frank*, 154.

¹⁰ *Ibid.*

идеал интернациональной организации, но практически дискредитирует эту идею»¹¹.

Итак, инстинктивный пацифизм уже не удовлетворяет Эйнштейна. Он ищет в деятельности Лиги Наций не только добрую волю, но и *силу*, противостоящую акциям, угрожающим миру. Эйнштейн не находит в Лиге Наций ни доброй воли, ни силы.

Чисто негативная позиция, однако, не могла удовлетворить Эйнштейна. С другой стороны, многие его единомышленники, особенно Мария Склодовская-Кюри, убеждали Эйнштейна, что в рамках Лиги можно содействовать интернациональному сотрудничеству ученых. Такое сотрудничество поможет всем людям отойти от национализма. Эйнштейн в это время много думал о научных идеях как о чем-то противостоящем шовинизму.

«Представители естественных наук, — писал он, — благодаря универсальности своих теорий и необходимости организованных международных связей склонны к интернациональному мышлению, располагающему к пацифизму... Научные традиции в качестве силы культурного воспитания должны открыться перед рассудком значительно более широкий кругозор и благодаря своей универсальности могут оказать мощное воздействие на людей, чтобы отвратить их от безрассудного национализма»¹².

Эти идеи, навеянные событиями двадцатых годов, показывают, что Эйнштейн подходит теперь к науке как к большой силе, действующей в пользу мира на Земле. Он по-прежнему обращен всеми помыслами к науке. Но сама наука перестает быть убежищем, куда можно укрыться, чтобы не видеть разгула шовинизма, она становится форт-ом, откуда ведут наступление против шовинизма.

В дальнейшем деятельность Комиссии интеллектуального сотрудничества показала Эйнштейну, что солидарность ученых может быть действительной силой только в сочетании с прямой борьбой против центров военной агрессии и общественной реакции. В 1925 г. фашисты заменили представителя Италии в Комиссии интеллектуального сотрудничества министром юстиции в правительстве Муссолини. Мария Кюри заявила, что министр не может

¹¹ *Frank*, 154—155.

¹² *Ibid.*, 155.

войти в группу независимых представителей интеллигенции. Эйнштейн добавил, что таким представителем не может быть министр тоталитарного государства. Но некоторые члены Комиссии начали выражать опасение, что Италия выйдет из Лиги Наций, и Эйнштейн увидел, как пассивное неприятие войны сочетается на практике с примирением по отношению к силам войны и реакции.

Антонина Валлентен, встречавшаяся с Эйнштейном и его семьей в двадцатые годы, рассказывает в своей книге «Драма Эйнштейна» о его настроениях в Женеве во время сессии Комиссии интеллектуального сотрудничества.

Дружеские связи, научные интересы и музыка были для Эйнштейна большой поддержкой.

«Однажды вечером после особенно тяжелого для Эйнштейна заседания Комиссии он вместе с Марией Кюри сидел на скамье на берегу Женевского озера. Оба они в тяжелом молчании следили задумчивым взглядом за колебаниями светлой полосы на воде от фонаря, зажегшегося, когда сгустились сумерки. Внезапно разговор возобновился, но в глазах собеседников уже не было тоски. «Почему отражение в воде разбивается в этом месте, а не в другом?» — спросил Эйнштейн. Несколько суховатый голос Марии Кюри окрасился тоном, который соответствовал созерцательному тону Эйнштейна. Разговор перешел на законы физики, речь шла теперь о формулах оптики...»¹³.

Антонина Валлентен рассказывает далее, как Эйнштейн в тяжелые для него дни разочарований в деятельности Комиссии интеллектуального сотрудничества убегал от ранящих впечатлений бытия в мир музыкальных образов.

Однажды Комиссия в полном составе беседовала в ресторане на берегу озера, стараясь не касаться разногласий. Чувствовалось, что эти разногласия иной природы, чем столкновения научных концепций.

Сквозь шум голосов и звон тарелок пробивались звуки ресторанной музыки. В сознании Эйнштейна они постепенно заслоняли и все, что происходило вокруг, и впечатления дня. Эйнштейн подошел к скрипачу, взял у него скрипку и заиграл.

¹³ *Vallentin A. Le drame d'Albert Einstein. Paris, 1957, p. 104.*

«Его лицо преобразилось, на нем появилась улыбка, черты смягчились, казалось, он мечтал и не замечал окрестяющего. Во всяком случае Эйнштейн не думал, какое зрелище представляет он на эстраде перед прикованными к нему глазами присутствующих. Эйнштейн был один. Он смывал с себя горечь общения».

Потом, когда стало совсем поздно и Эйнштейну напомнили об этом, он вернул скрипку со слабой извиняющейся улыбкой и ушел.

В двадцатые годы берлинская квартира Эйнштейна напоминала Ясную Поляну: сюда являлись люди со всех концов света, люди самых разнообразных профессий, интересов и взглядов, побуждаемые самыми различными мотивами, ищущие ответа на физические, математические, философские, моральные, религиозные, политические и даже чисто личные вопросы. К ним присоединились легионы любопытных: Эйнштейн вошел в число достопримечательностей Берлина, а его адрес — Габерландштрассе, 5 — в туристские маршруты. Некоторые посещения стали началом мимолетной, а иногда долгой дружбы и в конце концов ценных воспоминаний об Эйнштейне. Иногда воспоминания включают сведения о взглядах Эйнштейна по коренным вопросам. Органический демократизм Эйнштейна приводил к тому, что пришедший с какой-то просьбой студент выслушивал из уст автора новую, еще нигде не опубликованную концепцию. Концепции эти большей частью отражены в литературном наследии и письмах Эйнштейна. Основная ценность воспоминаний — в тех деталях быта, привычек, даже наружности, которые сейчас так дороги и, несомненно, останутся дорогими множеству людей. Приведем некоторые воспоминания. Теперь, когда нам известны основные особенности мировоззрения, интеллекта и склонностей Эйнштейна, детали укладываются в единый образ. Это, разумеется, не значит, что указанные детали могут быть выведены из внутреннего облика, подобно тому как Эйнштейн стремился и в идеале считал возможным вывести все детали картины мира из ее исходных принципов. Но Эйнштейн принадлежал к числу людей, у которых все личное и повседневное не только уходило на второй план, но и приобретало форму, подчиненную основному внеличному содержанию жизни; он сам приближался в этом отношении к своему идеалу научного по-

знания, который так отчетливо высказан в автобиографическом очерке.

Нельзя переоценить роль Эльзы Эйнштейн в создании того уклада, который в наибольшей степени соответствовал склонностям Эйнштейна. Эльза не отгораживала его от людей и не слишком заботилась о комфорте. Ее собственная интеллигентность, общительность, скромные вкусы и глубокое уважение к чужим мнениям создали в доме атмосферу, соответствовавшую противоречивым, но внутренне гармоничным склонностям Эйнштейна — интересу к людям и стремлению к уединенной работе.

Несколько слов о доме Эйнштейна. Владелец его, уроженец России, давно уже был горячим поклонником учебного. Иметь Эйнштейна в качестве обитателя своего дома было для него венцом самых гордых замыслов. Эйнштейн снял квартиру из девяти комнат. В них, кроме Эйнштейна и Эльзы, жили две ее дочери — Ильза и Марго, а затем в течение некоторого времени — мать Эйнштейна. После смерти отца Эйнштейна она жила у своих родственников, а затем, больная, переехала в Берлин. Умерла она в 1920 г.

Дом был расположен в сравнительно новом районе западной части Берлина. Этот район назывался Баварским кварталом по наименованию улиц, носивших баварские названия. Широкие, прямые улицы, тенистые деревья и новые дома привлекали в этот квартал зажиточные семьи. Дом, в котором жил Эйнштейн, был похож на тысячи других берлинских домов. Перед домом был маленький сад со статуей святого Георгия, попирающего дракона¹⁴.

В квартире Эйнштейна все было просто. Светлые обои в цветах, семейные портреты и репродукция картины, изображающей Фридриха Великого с двумя собаками, пианино в углу — все как и в тысяче других домов. Только библиотека указывала на профессию хозяина. Посетитель, ожидавший увидеть в обстановке дома отражение личности Эйнштейна, был бы разочарован, если бы затем ему не удалось попасть наверх. В угловой башенке находились две небольшие комнаты, отделенные лестницей от остальной квартиры. Это были кабинет Эйнштейна и вторая комната, где стоял круглый стол, покрытый красной с белым тканью. На столе кипы бумаги, брошюр

¹⁴ См.: *Garbedian H.* Albert Einstein. New York, 1939, p. 110—112.

и много табачного пепла. Два стула с соломенными сиденьями, кушетка и у противоположной стены полки с книгами, журналами и двумя толстыми библиями. На полке стояла также статуэтка, сделанная Марго и изображавшая старого еврея с невероятной шевелюрой. Происхождение этой статуэтки таково. У Эйнштейна начали выпадать волосы, и Эльза посоветовала для их укрепления есть побольше лука. Эйнштейн последовал ее совету. Марго изготовила статуэтку, сделала надпись «Рабби Цвибель» (Zwiebel — лук) и сказала Эйнштейну: «Такую копну волос и бороду до пояса приобретает человек, поедающий лук». Эйнштейн очень любил статуэтку.

Эта статуэтка — символ простой, дружеской и проникнутой юмором атмосферы в семье — находилась среди вещей, оставшихся от прежних владельцев. Эйнштейну они не мешали, чужие вкусы никогда не вызывали у него раздражения. На столе стоял маленький телескоп. Когда гости спрашивали о назначении телескопа, Эйнштейн отвечал: «Нет, это не для звезд. Телескоп принадлежал бакалейщику, ранее жившему здесь. Я его берегу как игрушку». Когда же Эйнштейна спрашивали, где его инструменты, он, улыбаясь, показывал на свой лоб. Однажды в ответ на вопрос о его лаборатории Эйнштейн предъявил свою авторучку.

Вставал Эйнштейн около восьми часов утра. В домашних туфлях и халате, пока наполнялась ванна, он садился за пианино. Когда жена говорила: «Готово, Альбертль», он проходил в ванную, а Эльза спешила закрыть за ним дверь, так как он часто забывал сделать это сам. После завтрака он набивал трубку и уходил в кабинет.

Эйнштейну часто задавали вопрос, сколько часов он работает, и он всегда затруднялся ответить, потому что для него работать значило думать. Иногда же он сам спрашивал кого-нибудь из друзей: «Сколько часов в день вы работаете?» — и когда получал ответ — восемь или десять, пожимал плечами и говорил: «Я не могу так долго работать. Я не могу работать больше четырех — пяти часов в день, я не трудолюбивый человек».

Когда Эйнштейн уходил в кабинет, Эльза садилась разбирать корреспонденцию. Письма приходили со всего света, на всех языках, сотни писем, которые швейцар приносил в больших корзинах. Писали ученые, государственные деятели, лидеры организаций и обществ, рабо-

чие, безработные, студенты. Было много писем, содержащих просьбы о помощи или совете, предложения услуг. Молодая женщина предлагала свои услуги в качестве «космической созерцательницы». Изобретатели писали о новых машинах, родители — о детях, которым дали имя Альберт, сигарный фабрикант сообщал, что назвал новый сорт сигар «Относительность».

Эльза сортировала письма. Одни оставляла без ответа, на некоторые отвечала сама, остальные готовила для просмотра Эйнштейну. Эта работа отнимала у нее добрую половину дня, а иногда и весь вечер.

Письма очень досаждали Эйнштейну, несмотря на созданный Эльзой фильм. В 1920 г. Эйнштейн жаловался:

«Никогда я не был силен в слове «нет». Теперь, когда газетные статьи и письма непрерывно спрашивают, приглашают и требуют, мне снится по ночам, что я поджариваюсь в аду и наш почтальон превратился в черта, который орет на меня и бросает мне в голову новые связки писем за то, что я не ответил на старые.

Прибавьте к этому болезнь моей матери и наступивший для меня «период величия», т. е. множество бесцельных заседаний. В целом я стал простой вязанкой самых убогих рефлекторных движений»¹⁵.

В другой раз Эйнштейн сказал:

«Мой злейший враг — это все же почтальон; от этого рабства мне уже не уйти!»¹⁶.

Эйнштейн говорил, что его тяга к парусной яхте объясняется тем, что на ней он может не бояться посетителей. Других видов спорта Эйнштейн не любил. «Я не люблю физических напряжений, — говорил он, — скорее, я склонен к лени, поэтому парусный спорт единственный, который мне нравится»¹⁷.

Эйнштейн одевался крайне скромно. Он носил коричневую кожаную куртку — давний подарок Эльзы. В холодные дни появлялся серый свитер из английской шерсти — также подарок Эльзы и также очень давний. На званые обеды Эйнштейн ходил в старомодном темном костюме, а смокинг надевал только в исключительных случаях по единодушному требованию семьи.

¹⁵ *Seelig*, 272.

¹⁶ *Ibid.*, 283.

¹⁷ *Ibid.*

Сохранилось немало воспоминаний о внешнем виде Эйнштейна, его привычках и манере работать. В своем кабинете-мансарде Эйнштейн пишет, читает, но больше всего думает. Время от времени он склоняет голову налево и накручивает на палец седую прядь. Часто Эйнштейн берет в рот мундштук одной из трех лежащих перед ним хорошо прокуренных трубок. Лицо Эйнштейна бледное, с морщинами у глаз. Этот портрет, относящийся к ноябрю 1919 г., дополнен описанием одежды. Эйнштейн работал обычно в старой кожаной куртке, в коричневых шерстяных брюках и домашних туфлях на босу ногу¹⁸.

Описания наружности, склонностей и быта, сохранившиеся в воспоминаниях и рассказах современников, меняются в деталях. Они перемежаются характеристиками манеры мышления и речи. Доктор Мориц Катценштейн, хирург, лечивший Эйнштейна, рассказывает о длительных совместных поездках на яхте в окрестностях Берлина. Эйнштейн называл Катценштейна самым близким другом в течение берлинского периода жизни; он говорил о юморе и фантазии как о главных чертах характера своего врача.

«Никогда он не становился похожим на тот распространенный в Северной Германии тип обремененного обязанностями человека, который итальянцы во времена их свободы называли «*Bestia seriosa*»¹⁹. Другой друг Эйнштейна, Рудольф Эрнан, также врач и также спутник и собеседник во время прогулок по окрестностям Берлина, дает следующую, несколько профессиональную характеристику Эйнштейна:

«О его глазах ангела, в которых во время смеха появлялись чертики, о взгляде на окружающее без всякой задней мысли, — об этом знают многие современники. Меньше знают о его физическом состоянии. Эйнштейн был выше среднего роста, с белой кожей и крепкой мускулатурой... Он не любил лекарств, но любил врачей... Эйнштейн любил с ними беседовать, потому что встречал большой опыт общения с людьми из самых различных общественных слоев. Он находил в среде врачей некоторую близость к своим собственным интересам, ведь и сам

¹⁸ См.: *Michelmores*, 269.

¹⁹ *Helle Zeit*, 46.

Эйнштейн мог считать себя борцом за оздоровление и улучшение человеческого рода»²⁰.

В Берлине частым собеседником Эйнштейна был Эммануил Ласкер. Он не оставил своих воспоминаний об Эйнштейне. Но то, что писал Эйнштейн о Ласкере, позволяет увидеть некоторые характерные черты самого Эйнштейна.

«Ласкер был, без сомнения, одним из самых интересных людей, каких я когда-либо встречал: так редко независимость мысли связана с горячим интересом ко всем большим вопросам, волнующим человечество. Я не шахматист и не могу судить о мощности его интеллекта в шахматной игре. В этой одухотворенной игре меня оттачивал дух борьбы за выигрыш»²¹.

Интересное признание! Шахматы казались Эйнштейну глубоко осмысленным занятием. Но его собственная мысль была прикована к проблемам, где решение было связано не с условным выигрышем, а с истиной. Глубоко онтологическому мышлению Эйнштейна было в общем чуждо мышление, которое ищет критерии внутри себя самого и не преследует той цели, которая характерна для спинозовского рационализма — адекватного описания реальности. Эта тенденция отдаляла Эйнштейна от всех форм борьбы за условный выигрыш, так же как и от всех вообще форм личного в мышлении и исследовании.

Обратимся теперь к воспоминаниям Леопольда Инфельда, которые уже появлялись в этой книге. Инфельд впервые встретился с Эйнштейном в 1920 г. Он учился в Ягеллонском университете, а на пятом году обучения захотел закончить свою подготовку в Берлине у Планка, Лауэ и Эйнштейна. Но уроженцы Польши, особенно евреи, встречали весьма нелюбезный прием в прусских канцеляриях. После долгих сомнений Инфельд решил обратиться за помощью к Эйнштейну. Вот как описывает Инфельд эту встречу.

«Оробевший, глубоко взволнованный, празднично настроенный в ожидании встречи лицом к лицу с величайшим из современных физиков, я позвонил у дверей квартиры Эйнштейна на Габерландштрассе, 5. Госпожа Эйнштейн пригласила меня в маленькую комнату, заставлен-

²⁰ Ibid., 59.

²¹ Seelig, 331.

ную тяжелой мебелью. Я сообщил ей о цели своего визита. Она просит извинения — мне придется подождать: муж разговаривает с китайским министром просвещения. Я ждал. Лицо у меня горело от нетерпения и возбуждения. Наконец Эйнштейн открыл дверь, попрощался с китайцем и пригласил меня. Он был в черной тужурке и полосатых брюках, на которых недоставало основной пуговицы. То самое лицо, которое я уже столько раз видел в газетах и журналах. Но ни одна фотография не могла передать блеск его глаз.

Я совершенно забыл всю свою старательно заготовленную речь. Эйнштейн дружески улыбнулся и угостил меня папиросой. Это была первая дружеская улыбка, которую мне довелось увидеть с момента приезда в Берлин. Заикаясь, я рассказал ему о своих затруднениях. Эйнштейн внимательно слушал.

— Я охотно написал бы вам рекомендательное письмо в прусское Министерство просвещения, но это ни к чему не приведет.

— Почему?

— Потому что я дал уже очень много рекомендаций. — Потом добавил тише, с усмешкой: — Они антисемиты.

Он на минутку задумался, шагая взад — вперед по комнате.

— То, что вы физик, упрощает дело. Я напишу несколько слов профессору Планку; его рекомендация значит больше, чем моя. Так будет лучше всего!

Он стал искать бумагу для писем, которая лежала тут же перед ним — на письменном столе. Я слишком оробел, чтобы указать ему на это. Наконец он нашел бумагу и набросал несколько слов. Он сделал это, не зная, имею ли я хоть какое-нибудь представление о физике»²².

На продолжении воспоминаний Инфельда — его работа с Эйнштейном в тридцатые годы — мы еще остановимся.

В Берлине у Эйнштейна были встречи с советскими государственными деятелями. Г. В. Чичерин произвел на него сильное впечатление, и беседы с Чичериным были для Эйнштейна одним из источников сведений о революции и социализме. Глубокое сочувствие Советскому государству Эйнштейн высказывал в беседах с А. В. Луначар-

²² Успехи физических наук, 1956, 59, вып. 1, с. 137—138.

ским, который написал об ученом небольшой очерк «Около великого»²³. Читатель не посетует за сравнительно большие выписки из этого очерка.

Он начинается описанием следующего приключения. Существовала когда-то сумасшедшая дама по имени Евгения Диксон, которая прославилась попыткой застрелить советского полпреда в Париже Л. Б. Красина при помощи револьвера, испорченного и даже, кажется, незаряженного. Она в свое время преследовала Луначарского рассказами о том, как Милюков — отец ее воображаемого ребенка — убил это дитя, чтобы вызвать новый процесс Бейлиса, о другом столь же воображаемом ребенке от Азефа и, наконец, объявила, что Азеф скрывается под именем Эйнштейна и выдает себя за физика.

Впоследствии Луначарский во время пребывания в Берлине познакомился с Эйнштейном и его женой, и последняя рассказала продолжение этой истории. Евгения Диксон писала Эйнштейну, что в ближайшее время сорвет с него маску. Далее следовали угрожающие письма с различных станций между Парижем и Берлином, и, наконец, бедная дама позвонила в дверь дома на Габерландштрассе и потребовала Азефа — Эйнштейна. Увидав его, она закричала, что ошиблась, что Эйнштейн не Азеф, но тем не менее в качестве отца все того же погибшего ребенка должен спасти ее от сумасшедшего дома и давать ей деньги. Дело дошло до берлинской полиции, где какой-то из чинов заявил Эльзе, что ей не следует отрицать возможность действительной связи, и вообще изрекал невероятные благоглупости.

С этим рассказом Луначарского совпадает в основном (некоторые детали, как мы сейчас увидим, различны) то, что Зелиг передает со слов Эренфеста²⁴.

В начале 1925 г. Эйнштейна ждали в Лейдене с утренним поездом, но он приехал только вечером и рассказал Эренфесту, что ему пришлось побывать в тюрьме, куда посадили некую женщину, хотевшую его застрелить в качестве Азефа. В подъезде ее увидела Марго и подумала, что эта явно ненормальная дама может направляться только к Эйнштейну. Позвонив из автомата домой, Марго предотвратила опасный визит, и Евгения Диксон попала в

²³ Журнал «30 дней». М., 1930, № 1, с. 39—42.

²⁴ *Seelig*, 307—308.

тюрьму. Там ее посетил Эйнштейн; дама удостоверялась, что он не Азеф («у вас гораздо короче нос»), а Эйнштейн помог ее освобождению и принес ей в тюрьму вещи, о которых она просила. Быть может, эта история не была столь простой и забавной, какой она выглядела в рассказе Эльзы, переданном Луначарским, и в рассказе самого Эйнштейна. В книге Гарбедиана говорится о серьезном покушении на жизнь Эйнштейна:

«Политическая активность Эйнштейна создала ему много новых друзей и множество ожесточенных врагов. Одному из таких врагов удалось обмануть бдительное око Эрнесто Отто (швейцар в доме Эйнштейна). Мария (sic!) Эргевцева-Диксон (Maria Erguewseva-Dickson), русская вдова американца, проживавшая после русской революции в Париже, тайком проникла в квартиру Эйнштейна в Берлине. Она задумала убийство при помощи отравленной шляпной булавки, но не предусмотрела бдительности Эльзы Эйнштейн, которая обезоружила коварную посетительницу, вызвала полицию и сделала все так умело и спокойно, что Эйнштейн узнал об угрожавшей его жизни опасности только много времени спустя»²⁵.

Вернемся, однако, к очерку А. В. Луначарского. Рассказанная в нем история была поводом для литературного портрета, в котором передана не только наружность Эйнштейна, но и то особенное состояние духа (Луначарский называет его «величайшей симпатией, смешанной с некоторым благоговением»), которое появлялось у всех, сталкивавшихся с Эйнштейном.

«Глаза у Эйнштейна близорукие, рассеянные. Кажется, что уже давно и раз навсегда больше половины его взоров обратились куда-то внутрь. Кажется, что значительная часть зрения Эйнштейна постоянно занята вместе с его мыслью каким-то начертанием исчислений. Глаза поэтому полны абстрактной думой и кажутся даже немного грустными. Между тем в общении Эйнштейн чрезвычайно веселый человек. Он любит пошутить... он смеется добродушным, совершенно детским смехом. При этом на мгновение глаза его делаются совершенно детскими. Его необыкновенная простота создает обаяние, и так и хочется как-то приласкать его, пожать ему руку, хлопнуть по плечу — и сделать это, конечно, с огромным

²⁵ *Garbedian H. Albert Einstein. New York, 1939, p. 199.*

уважением. Получается какое-то чувство нежного участия, признания большой беззащитной простоты и вместе с тем чувство беспредельного уважения».

Луначарский пишет и об Эльзе Эйнштейн.

«Она — женщина не первой молодости, густо седая, но обворожительная, все еще прекрасная красотой нравственной, больше даже, чем красотой физической. Она вся — любовь к своему великому мужу, она вся готова отдаться защите его от грубых прикосновений жизни и предоставлению ему того великого покоя, где зреют его мировые идеи. Она проникнута сознанием великого значения его как мыслителя и самым нежным чувством подруги, супруги и матери к нему как к привлекательнейшему и своеобразному взрослому ребенку».

Двадцатые годы были переломными в жизни Эйнштейна. Он наблюдал тяжелую картину роста националистических реваншистских настроений. В научном творчестве блестящие успехи общей теории относительности сменились очень тяжелыми, сложными, подчас мучительными поисками единой теории поля. Общая теория относительности развивалась, ее аппарат совершенствовался. Но центр тяжести научных интересов Эйнштейна лежал теперь в иной области.

Сразу же после появления общей теории относительности была поставлена в порядок дня проблема единой теории поля. Мы можем отождествить тяготение с *искривлением* пространства. Нельзя ли найти другие геометрические свойства пространства, с которыми можно отождествить иные силовые поля, помимо гравитационных? Нельзя ли таким путем свести к единым геометрическим соотношениям все силовые поля и объединить их в единое поле, выражающееся в некоторых геометрических свойствах пространства? Из иных полей, помимо гравитационного, тогда было известно только электромагнитное поле. Предпринимались попытки его геометризовать, т. е. представить в виде изменения геометрических свойств пространства. В этом и состояла задача построения единой теории поля.

В 1918 г. Герман Бейль предложил геометризовать наряду с теорией тяготения и теорию электромагнитного поля. Эйнштейн отождествил тяготение с искривлением пространства-времени, иными словами, он предположил, что пространство-время, в котором действуют гравитаци-

онные поля, подчинено не геометрии Евклида, а геометрии Римана. В геометрии Римана вектор, обойдя замкнутый контур, меняет свое направление. В этом и выражается кривизна пространства. Но в геометрии Римана такой изменивший свое направление вектор сохраняет первоначальную длину. В геометрии Бейля этот вектор уже не сохраняет свою первоначальную длину. Изменение направления вектора отождествляется с гравитационным полем, изменение его длины — с электромагнитным полем.

Таким образом, единая геометрическая схема, единое представление о геометрических свойствах пространства-времени позволяет найти и уравнения гравитационного поля, и уравнения электромагнитного поля.

Эйнштейн был восхищен стройностью и виртуозностью геометрического решения. Но только геометрического. О физической содержательности схемы Бейля, о действительном подчинении закономерностей бытия этой схеме, о возможности экспериментально решить вопрос о геометрической структуре мира, обо всем этом нельзя было говорить. Между тем для Эйнштейна важно было не геометрическое, а *физическое*, «внутреннее совершенство» теории. В июне 1918 г. в письме Бейлю Эйнштейн со столь характерной для его писем иронической терминологией обращается в Бейлю:

«Можно ли обвинять господ бога в непоследовательности, если он упустил указанную Вами возможность сделать физический мир гармоничным?». Если бы бог воспользовался этой возможностью, продолжает Эйнштейн, то явился бы «Вейль-II», который обратился бы к нему с иными упреками. «Но поскольку господь бог задолго до появления теоретической физики понял, что не может приспособиться к суждениям всего света, он предпочитает делать то, что ему хочется»²⁶.

Речь идет о неоднозначности геометрических схем, об отсутствии *experimentum crucis*, который может им придать физическую однозначность.

Эйнштейн выдвинул ряд других геометрических схем, каждая из которых первоначально представлялась ему способной обрести физическую однозначность, а потом оказывалась далекой от такого подтверждения. Бейль впоследствии отказался от развития своей схемы, а Эйнш-

²⁶ Seelig, 278—279.

тейн продолжал подобные попытки. Бейль вспоминал свои споры с Эйнштейном, начатые в 1918 г., и сближал позднейшие построения Эйнштейна со своими первоначальными концепциями.

«Эйнштейн был с самого начала против них, и мы вели многочисленные дискуссии. Я надеялся опровергнуть его конкретные возражения. Наконец Эйнштейн сказал мне: «Ну, Бейль, оставим это. Умозрительно, без указывающего путь наглядного физического принципа физику нельзя конструировать». Сейчас мы поменялись ролями. Эйнштейн думает, что между идеей и опытом здесь глубокая пропасть и нужно действовать математическими умозрительными конструкциями. Их, конечно, придется развить и сопоставить с наблюдениями. Такой путь ведет к успеху. Но я смотрю теперь на дело иначе. Моя вера в логический путь утрачена, и я теперь надеюсь на другое: связь с экспериментальной квантовой физикой приведет к результату. Такая связь особенно необходима потому, что теперь вопрос уже не сводится к единству гравитационного и электромагнитного полей. Мы уже знаем о волновом поле электронов, мы можем узнать о других полях, связанных с иными элементарными частицами. Все это должно быть включено в единую теорию поля»²⁷.

Все дело в том, однако, что конструирование геометрических схем без физической расшифровки, с переносом такой расшифровки на будущее не могло удовлетворить Эйнштейна. Он с поразительным упорством воздвигал новые бастионы и с не менее поразительным самоотречением разрушал их, чтобы перейти к еще более новым. Он ждал физической однозначности. Геометрические конструкции были душами, которые ищут воплощения. Эти поиски были мучительными для Эйнштейна. В его сознании они переплетались с впечатлениями общественной дисгармонии. С этой стороны интересны строки письма Эйнштейна, отправленного Эренфесту в апреле 1920 г.:

«В общей теории относительности я не достиг продвижения: электрическое поле по-прежнему ни с чем не связано. Связь не получается. И ничего у меня не выходит в понимании электронов. Мой ум потерял гибкость или действительно спасительная идея очень далека? Я с восторгом читаю «Братьев Карамазовых». Это самая поразитель-

²⁷ Seelig, 274—275.

ная книга из всех, которые попадали мне в руки... Что касается внешних событий, то как будто воцарился покой. Но везде чувствуются неимоверно острые противоречия. В городе потрясающая нищета, голод, неимоверная детская смертность...»²⁸

Отметим, что фраза о «Братьях Карамазовых» находится между жалобами на неудачи единой теории поля и рассказом о тяжелых впечатлениях берлинской жизни. Это единственное, что воодушевляет Эйнштейна из всего упомянутого в письме. Как часто Эйнштейн в поисках мировой гармонии уходил из области абстрактно-логических схем в область литературно-художественных восприятий. Такой переход облегчался эмоциональностью научного творчества и рационализмом художественных интересов и склонностей.

О единой теории поля речь впереди и еще не близко.

Заметим только, что уже в двадцатые годы в письмах и дневниках Эйнштейна часто звучит грустное ощущение величайшей трудности постижения мировой гармонии. И величайшей трудности установления общественной гармонии. Это ощущение появляется, в частности, в путевых письмах и путевых дневниках Эйнштейна.

Эйнштейн относился с некоторым недоумением к деятельности Галилея, направленной на защиту гелиоцентризма. Он говорил, что в отношении собственных идей предпочел бы рассчитывать на убедительность, присущую самой истине, которая не нуждается для своего признания в слабых усилиях мыслителя. И вместе с тем Эйнштейн утверждал, что без чувства солидарности с единомышленниками жизнь показалась бы ему пустой. Противоречие здесь кажущееся. Для Эйнштейна его концепция мира представлялась непоколебимой в своей основе, в своих исходных принципах. Она казалась ему простой и постижимой в силу своей естественности и стройности — «внутреннего совершенства», завоевывающего умы независимо от сложных вычислений и наблюдений. Эйнштейн доводил свои работы до безукоризненной логической и математической корректности, он тратил долгие годы на разработку очень сложных математических построений, он понимал их спорность и их недоступность широким кругам. Но наряду со сложным, спорным и эзотерическим содержанием

²⁸ Seelig, 265.

теоретические конструкции Эйнштейна включали простые и ясные принципы, допускавшие экзотерическое, простое и ясное изложение. Эти принципы нужно было раскрыть перед людьми, и их внутренняя стройность и убедительность должны были довершить все остальное.

В двадцатые годы Эйнштейн почувствовал с особенной силой необходимость изложения указанных простых, ясных и бесспорных принципов науки. Отравленные замыслы реванша, безыдейная и бессильная позиция Лиги Наций, сращивание националистической стихии с выступлениями против основ научного мировоззрения — все это вызывало у Эйнштейна мысль о социальном эффекте науки.

Не математические расчеты, а рациональный дух физических теорий и общая картина вселенской гармонии должны были противостоять реакции. В этой сфере единомышленниками Эйнштейна, к которым он тянулся и чьей солидарности искал, были широкие круги. Общение с ними не укладывалось в рамки физических журналов.

В 1615 г. Галилей поехал в Рим, чтобы отстаивать гелиоцентризм и классический принцип относительности перед конгрегацией кардиналов. В двадцатые годы нашего столетия Эйнштейн предпринимал длительные и многократные путешествия, чтобы отстаивать новую картину мира перед коллективным разумом человечества.

Интересно, что противники Эйнштейна отметили расширение аудитории, к которой обращался Эйнштейн. В Германии появилась брошюра под названием «Теорию относительности внушают массам». Ее автор писал:

«Поскольку ошибочный характер теории относительности стал очевиден для научных кругов, Эйнштейн все более и более начал обращаться к массам и придавать своей теории и себе все более публичный характер»²⁹.

В начале двадцатых годов Эйнштейн и Эльза побывали в Голландии, Чехословакии и Австрии, затем отправились в Америку, остановились в Англии, посетили Францию и, наконец, совершили путешествие в Японию, Палестину и Испанию.

В Голландии, в Лейдене, Эйнштейн прочитал перед полуторатысячной аудиторией лекцию «Эфир и принцип относительности». Эта лекция — популярная и затрагивав-

²⁹ Frank, 167.

шая основные идеи физики — характерна для поисков нецеховых единомышленников. Она пронизана мыслью о рациональной схеме мироздания, мыслью, общественный резонанс которой оценивали теперь и друзья, и враги. Последние писали о взглядах Эйнштейна:

«Долгое время нас старались убедить в сенсационном факте, что эфира не существует, а теперь сам Эйнштейн восстанавливает его. Этого человека нельзя принимать всерьез, он постоянно противоречит сам себе»³⁰.

Энтузиазм друзей Эйнштейна и, главное, небывалое расширение их контингента после лекции в Лейдене показывали, что дело идет не только о физике, а о защите рационального, научного мировоззрения против сил реакции.

В лейденском докладе 1920 г. «Эфир и принцип относительности» Эйнштейн подошел к понятию эфира исторически. Это понятие появилось в науке, отвечая стремлению к единству физической картины мира. Идея дальнего действия противоречит представлению о толчках как о причине движения тел. Поэтому казалось необходимым ввести гипотезу среды, давление или толчки которой заставляют тела стремиться одно к другому. Далее, волновая теория света требовала представления о среде, механические колебания которой распространяются волнообразно и служат причиной оптических явлений. В XIX в. оптические эксперименты привели к убеждению, что указанная среда не участвует в движении тел, что тела при своем движении смещаются относительно эфира. Но эксперимент Майкельсона показал, что вытекающее из такого смещения различие скорости света в различных направлениях внутри движущегося тела не подтверждается. Специальная теория относительности вывела отсюда, что движение относительно эфира есть понятие, не имеющее физического смысла: мы не в силах указать физические наблюдения, с которыми можно было бы сопоставить подобную конструкцию разума.

Но общая теория относительности открывает путь к некоторой реабилитации эфира, к приписыванию этому понятию некоторого физического смысла. Дело в том, что тяжелые тела — источники гравитационных полей — меняют метрические свойства пространства. Последние

³⁰ Frank, 168.

рассматриваются как физические свойства. Но если пространство обладает определенными, наблюдаемыми физическими свойствами, мы можем рассматривать его как материальную среду и назвать ее эфиром, только ни в коем случае не наделяя реабилитированный эфир классическими свойствами, не предполагая, что физические объекты движутся в эфире или что части эфира смещаются со временем. Допуская, таким образом, в физику понятие эфира, Эйнштейн говорил:

«Согласно общей теории относительности пространство обладает физическими качествами, в этом смысле, следовательно, существует эфир».

Нужно отметить, что понятие эфира в последующие годы все же не вошло в физику. Предпочитали говорить просто о гравитационном поле, изменяющем свойства пространства.

Поездка в Лейден в 1920 г. была началом систематических посещений этого города. Помимо Лоренца, об отношении к которому уже говорилось, Эйнштейна притягивало общество Эренфеста. Дом Эренфеста был родным домом Эйнштейна, а Пауль Эренфест и его жена Татьяна Алексеевна Афанасьева-Эренфест — самыми близкими друзьями Эйнштейна и Эльзы. В 1923 г. преемником Лоренца в Лейденском университете стал Эренфест, а Эйнштейн был приглашен в качестве внештатного профессора. Он ездил из Берлина в Лейден, приходил к Эренфестам, где для него каждый раз готовили то, что он любил. Эренфесты запомнили радостный возглас Эйнштейна по приходе в эту квартиру: «Что нужно человеку, кроме скрипки, кровати, стола и стула!»

На следующий год после лейденской лекции пражское научное общество «Урания» пригласило Эйнштейна прочесть лекцию. Эйнштейн приехал в Прагу. Он был гостем Филиппа Франка. Франк с женой жили в это время в физической лаборатории немецкого университета, в том кабинете, который раньше принадлежал Эйнштейну. В Чехословакии в это время трудно было найти квартиру. Эйнштейна устроили тут же, и это помогло ему избавиться от толпы корреспондентов. Вместе с Франком они посетили чешский университет и затем побывали в нескольких кафе — Эйнштейну хотелось посмотреть вблизи на жизнь города, по которому он в свое время так много бродил.

Вечером состоялась лекция Эйнштейна в переполненном зале общества «Уrania», а затем — встреча членов этого общества с Эйнштейном. После ряда приветственных речей наступила очередь Эйнштейна. «Будет, по-видимому, приятнее и понятнее, — сказал он, — если вместо речи я сыграю вам на скрипке». И к всеобщему удовольствию Эйнштейн сыграл сонату Моцарта³¹.

Из Праги Эйнштейн направился в Вену, где прочел публичную лекцию в огромном концертном зале, вмещавшем три тысячи человек.

В Вене Эйнштейн узнал подробности нашумевшего тогда дела Фридриха Адлера. Во время войны Адлер застрелил главу австрийского правительства, когда тот обедал в ресторане. Адлер был приговорен к смерти, но император заменил приговор пожизненным заключением. Во время следствия защита попыталась объяснить поступок Адлера невменяемостью. Подтверждение этому хотели найти в следующем факте. Вслед за Махом Адлер выступил против теории относительности и в тюрьме написал работу, которая, по его мнению, неопровержимо доказывала ложность взглядов Эйнштейна. Суд назначил экспертизу, которая должна была определить, не свидетельствует ли эта работа об умственном расстройстве подсудимого. В числе экспертов был и Филипп Франк. Он рассказывает, что эксперты оказались в затруднительном положении. Признание умственного расстройства помогло бы облегчить приговор, но нанесло бы удар Адлеру, дискредитировало бы труд, в который он глубоко верил, и заглушило бы политический резонанс его выстрела³².

Эйнштейн остановился у Феликса Эренгафта, талантливого австрийского физика. С Эйнштейном они постоянно спорили, но, несмотря на это, а отчасти именно поэтому Эйнштейн любил с ним встречаться. Жена Эренгафта, известный организатор женского образования в Австрии, хотела, чтобы Эйнштейн выглядел на лекции вполне прилично; поэтому из двух пар привезенных им брюк она одну дала выутюжить портному и вручила их Эйнштейну, однако на лекции он все же появился в неотутюженных брюках.

³¹ *Frank*, 172.

³² *Ibid.*, 174.

В том же 1921 г. Эйнштейн предпринял значительно более далекое путешествие. Он посетил Америку и прочитал там ряд лекций, посвященных теории относительности. В нью-йоркской гавани Эйнштейна ждала огромная толпа. Как только пароход пришвартовался, репортеры заполнили палубу. Тесным кольцом репортеры окружили Эйнштейна. Как ни старался Эйнштейн избежать интервью, ему пришлось отвечать на вопросы. На просьбу изложить в нескольких фразах существо теории относительности Эйнштейн ответил:

«Если вы согласитесь не слишком серьезно отнестись к ответу и принять его как своего рода шутку, я могу дать следующее объяснение. Прежде считали, что, если все материальные тела исчезнут из Вселенной, время и пространство сохранятся. Согласно же теории относительности, время и пространство исчезнут вместе с телами»³³.

Его спросили, правда ли, что только двенадцать человек понимают теорию относительности. Эйнштейн ответил, что он никогда не утверждал этого. И действительно, это замечание принадлежит Ланжевону, который сделал его на заре теории относительности. Эйнштейн сказал, что любой физик может легко понять теорию относительности и все его студенты в Берлине понимают ее. Действительно, в это время множество физиков во всех странах не только понимало теорию относительности, но и участвовало в ее разработке.

Эльзе тоже был задан вопрос, понимает ли она эту теорию, и она ответила:

«О, нет, хотя он и не раз объяснял ее мне, но это вовсе не нужно для моего счастья»³⁴.

Из лекций, прочитанных в Америке, наиболее важны четыре лекции в Принстонском университете. Они были изданы и стали на долгое время классическим изложением теории относительности.

По пути из Америки Эйнштейн по приглашению лорда Холдейна остановился в Лондоне, где прочитал лекцию в Kings College. Обширная аудитория отнеслась к Эйнштейну сдержанно: он был всемирно известный ученый, но представлял немецкую науку. Впервые его не встретили аплодисментами. Эйнштейн говорил об интернациональ-

³³ Frank, 179.

³⁴ Ibid., 180.

ной роли науки, о контакте ученых, о роли английского народа в развитии науки, о Ньюtone. Он поблагодарил английских коллег и отметил, что без их участия он вряд ли увидел бы наиболее важное подтверждение своей теории. Лекция была программой интернационального сотрудничества ученых. Она вызвала значительный перелом не только в настроении аудитории, но и в настроении английских научных кругов в целом. И этот этап путешествия также демонстрировал общественный резонанс и общественное значение идей Эйнштейна.

В Лондоне Эйнштейн и Эльза остановились в аристократическом особняке, где им были отведены внушительных размеров апартаменты — большие, чем берлинская квартира ученого. Эйнштейн был смущен обстановкой, но это чувство превратилось в настоящий ужас, когда к нему был приставлен личный слуга. Увидев этот одетый в форму монумент, Эйнштейн обратился к жене: «Эльза, как ты думаешь: они нас выпустят, если мы попытаемся убежать?» Они ночевали в огромной спальне с окнами, закрытыми тяжелыми гардинами. Утром Эйнштейн, как обычно, встал рано и тщательно пытался поднять гардины. Позади раздался веселый голос жены: «Альбертль, почему ты не позвал слугу, чтобы он это сделал?» — «Нет, это слишком страшно». Наконец, общими силами гардины были побеждены, и Эйнштейн с Эльзой отправились в столовую завтракать.

Вечером был дан обед в честь гостя. На обеде присутствовал архиепископ Кентерберийский. Его интересовало, каково отношение теории относительности к религии, и он спросил об этом Эйнштейна. Ответ был кратким и категоричным: «Никакого». Архиепископ облегченно вздохнул. Теперь он мог не беспокоиться.

В июне 1921 г. Эйнштейн вернулся в Берлин. Триумф в Америке и в Англии привел к дальнейшему накалу общественной борьбы вокруг Эйнштейна и теории относительности. В Германии реакция поднимала голову.

В июне 1922 г. был убит Вальтер Ратенау — сторонник сближения с Советской Россией. В день его похорон в университетах были отменены занятия, и только Филипп Ленард в Гейдельберге демонстративно пригласил своих политических единомышленников на очередную лекцию. Нападки на Эйнштейна и на теорию относительности стали частью большого заговора против демократии, мира и

прогресса. Когда гейдельбергские рабочие в день похорон Ратенау выбросили Ленарда из его аудитории, а Ленард в ответ усилил истерические расистские атаки на теорию относительности, здесь все становилось ясным. Ленард и террористические националистические организации видели в теории относительности торжество ненавистной им рациональной мысли. Рабочие и демократическая интеллигенция видели в ней нечто противостоящее реакции. Все, что интуитивно угадывалось в 1919—1920 гг., теперь подтвердилось ходом общественной борьбы вокруг Эйнштейна и теории относительности.

Идейное размежевание усиливалось или становилось более явным после поездок Эйнштейна. В марте 1922 г. Эйнштейн поехал во Францию, куда его по инициативе Ланжевена пригласил Collège de France. Встречали его Ланжевен и Нордман — французский физик, много сделавший для распространения идей Эйнштейна во Франции.

Ланжевен и Нордман знали, что националистическо-монархические круги готовят провокационные выступления на вокзале. Поэтому они провели Эйнштейна в город через боковой выход. Но оказалось, что толпа, стоявшая перед вокзалом, состояла из студенческой молодежи, хотевшей приветствовать Эйнштейна и в случае нужды дать отпор провокационным вылазкам. Молодежью руководил сын Ланжевена.

В пятницу, 31 марта, в 5 часов вечера в самой большой аудитории Collège de France собрались ученые и некоторое число студентов. Присутствующие удивлялись, что на сенсационном вечере нет «всего Парижа», т. е. обычных посетителей театральных премьер. Ланжевен позаботился, чтобы билеты попали только тем, кто интересовался существом предстоявшей дискуссии.

В своем выступлении Эйнштейн говорил о коллизии между классическим принципом относительности и электродинамикой. Электродинамика заставила заинтересоваться вопросом: остается ли в силе принцип относительности и невозможность зарегистрировать прямолинейное и равномерное движение системы, если учитывать не только механические процессы, но и распространение света в системе. Постоянство скорости света означает, что движение системы остается относительным, если принимать во внимание и оптические процессы: скорость света не ме-

няется при инерционном движении и не дает какого-либо внутреннего критерия движения. Эйнштейн указал на объективный, субстанциальный характер этого исходного положения теории относительности. Он говорил о некоторых математиках, усвоивших формулы, но не понявших существа теории: «Они напрасно видят в ней лишь формальные соотношения и не задумываются над физическими реальностями, соответствующими употребленным математическим символам». Эйнштейн понимает под физической содержательностью возможность сопоставить основанные на логических заключениях абстрактные конструкции с наблюдениями. Такая возможность демонстрирует существование внешней объективной реальности — причины ощущений, и сопоставление с последними доказывает, что конструкции имеют объективный смысл.

Пространственное расстояние — понятие, которое должно быть сопоставлено с наблюдением. Но к такому сопоставлению пригодно лишь расстояние, пройденное каким-то физическим объектом. Поскольку физический объект не может двигаться с бесконечной скоростью, мы можем сопоставить с наблюдением понятие, объединяющее пространственное расстояние и интервал времени. Такое понятие обладает физическим смыслом. В объективном мире нет «мгновенных» пространственных расстояний, существуют лишь пространственно-временные интервалы.

3 апреля в физической аудитории Collège de France происходила дискуссия в несколько более узком кругу. Эйнштейн указал на невозможность синхронизировать часы при наблюдении их хода в движущихся одна относительно другой системах. Главным оппонентом был Пенлеве — знаменитый математик, восторженно говоривший о блеске эйнштейновского гения, но критиковавший основные посылы теории относительности. Он приводил примеры, противоречащие этим выводам, но, как разъяснял Эйнштейн, в этих примерах неявно фигурируют ускорения систем. На них компетенция специальной теории не распространяется.

Еще через три дня, 6 апреля, в Сорбонне состоялось заседание Французского философского общества, где Эйнштейн излагал свои взгляды на философию Канта, затем спорил с Бергсоном, защищавшим идею особого «внутреннего» интуитивно постигаемого времени. Эмиль Мейерсон задал Эйнштейну вопрос о его отношении к философии

Маха. В ответ он услышал уже приводившуюся характеристику: «жалкий философ»³⁵.

Во Французской Академии наук Эйнштейн не выступал. Здесь для многих имя Эйнштейна было одиозным — он был сторонником свободы, мира, социального прогресса. Другие (а иногда те же самые) члены Академии видели в теории относительности опасность для канонизированной классической науки. Для них, по выражению Эйнштейна, «все, чему они научились до 18 лет, является опытом, все позднейшее — измышлением»³⁶.

Реакционные в научном и политическом отношении (эти критерии с течением времени все больше совпадали) круги ссылались на формальные мотивы. В зале заседаний Французской Академии наук имели право находиться только ее члены. Эйнштейн не входил в их число и мог занять место на хорах среди публики. Тридцать академиков заявили, что они покинут собрание, если Эйнштейн появится на нем. Все это дошло до Эйнштейна, и он отказался от приглашения, избавив многих своих друзей от неприятных эксцессов.

«Как раз те самые группы, — пишет Франк, — которые бурно протестовали против приема Эйнштейна, потому что он немец, стали наиболее усердными коллаборационистами, когда нацисты захватили власть. Эти французские „патриоты“ подготовили поражение Франции и немецкое вторжение в 1940 г.»³⁷

Из Парижа Эйнштейн вернулся в Берлин, но оставался недолго. Настойчивые приглашения шли из Японии. Там готовились к его лекциям, ждали встреч. Осенью 1922 г. Эйнштейн и Эльза приехали в Марсель и на японском пароходе отплыли на восток. Они пересекли Средиземное море и Индийский океан, останавливались в Коломбо, Сингапуре, Гонконге и Шанхае. Всюду приезд Эйнштейна воспринимался как радостное событие для очень широкого круга людей.

Для Эйнштейна путь от Коломбо до Шанхая был серией весьма сложных впечатлений. Все время продол-

³⁵ Bulletin de la Société française de philosophie. Séance du 6 avril 1922, p. 92; *Meyerson E.* La déduction relativiste. Paris, 1925, p. 62.

³⁶ *Frank*, 186,

³⁷ *Ibid.*, 197.

жалась напряженная интеллектуальная деятельность: Эйнштейн думал о проблемах, которые стали для него надолго, на тридцать лет, источником надежд, разочарований, подчас трагических, новых надежд, новых разочарований. Размышления о единой теории поля не выталкивались из сознания впечатлениями путешествия, но и не мешали этим впечатлениям. Наибольший интерес вызывали у Эйнштейна картины жизни обитателей Коломбо, Сингапура, Шанхая. В своем путевом дневнике Эйнштейн рассказывает о цейлонских рикшах, «нищих с королевской осанкой», о своем нежелании воспользоваться варварским транспортом, о перенаселенных бедных кварталах восточных портовых городов, «где голые люди с мускулистыми телами и тонкими и спокойными лицами заставляют критически отнестись к европейцам, у которых вырождение, вульгарность и жадность считаются практической сметкой и предпринимательскими данными...»³⁸

В конце ноября Эйнштейн прибыл в Кобе. Его приветствовала огромная толпа жителей города. Началась серия лекций, встреч, приемов и визитов, тем более утомительных, что каждое слово требовало перевода. На лекциях сотни людей слушали непонятную немецкую речь и потом, еще внимательнее, — японского ученого, переводившего слова Эйнштейна. Первая лекция с переводом продолжалась более четырех часов. Эйнштейн решил пощадить своих покорных слушателей, и в следующем городе лекция с переводом длилась два часа. Но он ошибся. Японские спутники Эйнштейна с некоторым смущением объяснили ему, что сокращение огорчило аудиторию.

В Японии Эйнштейна застала весть об избрании его в Российскую Академию наук. В представлении, подписанном А. Ф. Иоффе, П. П. Лазаревым и В. А. Стекловым, говорилось: «...Поразительные успехи, которых добилась физика за последние пятнадцать лет, в значительной степени обязаны его идеям».

В каждом новом городе повторялись приемы, встречи, подношения, сопровождаемые сложными обрядами. Эйнштейну подарили «Чайную энциклопедию», в четырех то-

³⁸ *Michelmores*, 117—118.

мах которой содержалось описание многообразных церемоний чаепития.

Япония произвела на Эйнштейна сильное впечатление.

«В Японии было чудесно, — писал он Соловину. — Деликатные манеры, интерес ко всему, художественное чутье, интеллектуальная наивность в соединении со здравым смыслом. Изящный народ в живописной стране»³⁹.

Эйнштейн встретился с японскими детьми. Прощаясь, он сказал им, что знания, полученные ими в школе, — это наследие предыдущих поколений, к которому они сами должны кое-что добавить и передать своим детям, ибо «таким образом мы, смертные, достигаем бессмертия в остающихся после нас вещах, которые мы создаем сообща»⁴⁰.

Пробыв несколько недель в Японии, Эйнштейн и Эльза, напутствуемые пожеланиями и нагруженные подарками, направились в Палестину. Британский верховный комиссар Герберт Самюэль поселил их в своем дворце и принял на себя роль гида. Здесь Эйнштейну также пришлось подчиниться ритуалу. При каждом его выезде из резиденции раздавался пушечный залп. Всюду за Эйнштейном следовал отряд кавалерии в парадных мундирах. На торжественных приемах, обедах и завтраках тщательно соблюдались все предписания английского этикета. Эйнштейн относился к ним с иронической снисходительностью, но Эльза взбунтовалась.

«Я только простая домохозяйка. Меня не интересуют все эти нелепые парады, — жаловалась она мужу.

— Будь терпелива, дорогая. Мы на пути домой.

— Тебе легко быть терпеливым. Ты знаменитый человек. Когда ты совершаешь ошибку в этикете или поступаешь как заблагорассудится, на это смотрят сквозь пальцы. А меня постоянно дразнят в газетах. Зная мою близорукость, они пишут, что вместо салата я съедаю зеленые листья цветов, разложенные на моей тарелке»⁴¹. И она под любым предлогом старалась уклониться от участия в церемониях.

Эйнштейн выступал с лекциями в Иерусалимском университете, в Тель-Авиве и других городах. Повсюду его

³⁹ *Lettres à Solovine*, 45.

⁴⁰ *Garbedian H.* Albert Einstein, p. 218.

⁴¹ *Freeman.* The story of Albert Einstein. New York, 1958, p. 128.

встречала широкая аудитория, с которой он делился своими научными и политическими взглядами.

Покинув Палестину, Эйнштейн и Эльза в марте 1923 г. прибыли в Марсель, откуда направились в Испанию и вскоре вернулись в Берлин. В Испании Эйнштейн читал лекции в Мадридском университете.

В июле 1923 г. Эйнштейн выехал в Швецию на церемонию вручения Нобелевской премии, присужденной ему в ноябре 1922 г., вскоре после того как началось его путешествие по Востоку. В Гётеборге он выступил с лекцией перед собранием скандинавских ученых, на котором присутствовал шведский король.

На торжественной церемонии вручения премии, вернее при подготовке этой церемонии, имел место дипломатический казус. Швейцарский посол претендовал на роль представителя страны, гражданином которой является новый нобелевский лауреат. Эйнштейн действительно сохранил швейцарское подданство. Но посол Германии претендовал на такую же роль: в качестве члена Прусской Академии наук Эйнштейн считался гражданином Германии. Уже известная нам шутка Эйнштейна в «Таймсе» («сейчас, после экспедиции Эддингтона, в Германии автора теории относительности называют немецким ученым, а в Англии — швейцарским евреем, в ином случае произошло бы обратное») оправдывалась. В Швеции отдали предпочтение более официальной и более постоянной швейцарской версии, и родину Эйнштейна представлял посол Швейцарии.

Нобелевскую премию Эйнштейну собирались присудить уже давно. Но в Нобелевском комитете колебались. Теория относительности встречала немало возражений. У Нобелевского комитета существовала тогда традиция давать премии за конкретные открытия — бесспорные и практически применимые. Шведская Академия и Нобелевский комитет боялись политического резонанса присуждения премии за теорию относительности, боялись неизбежной реакции со стороны Ленарда и иже с ним. Поэтому присуждение премии было сформулировано следующим образом: «Премия присуждается Эйнштейну за открытие закона фотоэлектрического эффекта и за его работы в области теоретической физики»⁴².

⁴² Frank, 202.

Ленард сразу же направил в Шведскую Академию наук резкий протест.

Получив премию, Эйнштейн отдал всю сумму Милеве.

После возвращения в Германию Эйнштейн чаще, нежели раньше, выступал с научно-популярными лекциями и с докладами на общие темы перед сравнительно широкой аудиторией. Он участвовал также в благотворительных концертах. На этом поприще слава пришла к нему с неожиданной стороны. Как-то в одном из городов Германии он выступал в концерте. В публике сидел молодой журналист, которому предстояло написать отчет о концерте. Он обратился к одной из зрительниц:

— Кто этот Эйнштейн, который выступает сегодня?

— Боже мой, разве вы не знаете? Это же великий Эйнштейн!

— Ах, да, конечно. — И он принялся что-то строчить.

На следующий день в газете был напечатан отчет о выступлении великого музыканта Альберта Эйнштейна. О нем говорилось как о музыкальной знаменитости, как о несравненном виртуозе-скрипаче.

На Габерландштрассе очень веселились и больше всех сам Эйнштейн. Он вырезал заметку, постоянно носил ее с собой и, показывая знакомым, говорил: «Вы думаете, я ученый? Я знаменитый скрипач, вот кто я на самом деле!»⁴³

В 1928 г. Эйнштейн ездил в Давос, где читал лекцию для больших студентов. После этого ему пришлось остаться в Швейцарии в качестве пациента — у Эйнштейна после усиленной гребли на тяжелой лодке появились симптомы расширения сердца. В Цуосе, в отеле, он пожалел старика портъе, не дал ему нести чемодан, понес чемодан наверх и слег с тяжелым нарушением сердечной деятельности. Ему пришлось долгое время провести в постели. Эльза искала помощника, который сделал бы возможным для больного дальнейшую научную работу. Ей порекомендовали Эллен Дюкас, которая осталась секретарем Эйнштейна до конца его жизни.

Наступил 1929 год. Приближался день пятидесятилетия Эйнштейна. Появились уже первые «ласточки» с фотоаппаратами и репортерскими блокнотами. Эйнштейна

⁴³ *Freeman*. The story of Albert Einstein, p. 124.

испугала надвигавшаяся гроза, он сбежал и за несколько дней до юбилея поселился в маленьком коттедже на берегу озера вблизи Берлина. В день рождения собралась семья. Эльза и ее дочери привезли обед с любимыми блюдами Эйнштейна, в том числе грибами, тушеными овощами, салатом, фруктами и тортом. Кофе и вино были запрещены.

Эйнштейн еще не оправился от болезни. Он был в своей обычной одежде: старых брюках и простом свитере. Ему разрешили выкурить трубку (он так и не смог отказаться от курения). Когда Эльза спрашивала его: «Сколько трубок ты выкурил сегодня?» — он неизменно отвечал: «Одну». — «Ты все-таки плохой математик», — говорила ему Эльза⁴⁴.

Берлинский муниципалитет решил подарить Эйнштейну ко дню рождения загородный дом. Однако муниципальные чиновники допустили при этом удивительную небрежность. Дважды Эйнштейну дарили участки, на которые права муниципалитета не распространялись. Сошло крайне неловкое положение. Ученого попросили, чтобы он сам подыскал подходящий участок, который муниципалитет мог бы купить и построить на нем дом. Эльза нашла такой участок в деревне Капут, вблизи Потсдама. Был заключен контракт с владельцами, приглашены архитектор и строители. Между тем вопрос о выделении средств на покупку участка и постройку дома встретил сопротивление националистической группы членов муниципального совета, и решение затянулось. Вся история приняла совершенно недостойный характер, и Эйнштейн решительно отказался от подарка. Он написал бургомистру Берлина письмо, в котором говорилось:

«Дорогой господин бургомистр! Человеческая жизнь коротка, а власти действуют медленно. Моя жизнь, я чувствую, тоже слишком коротка, чтобы я мог приспособиться к Вашим методам. Я благодарю Вас за Ваше дружественное намерение, но сейчас день моего рождения уже позади, и я отказываюсь от подарка»⁴⁵.

Работы по постройке дома были уже начаты, и Эйнштейну пришлось самому оплатить и участок, и строительство дома.

⁴⁴ *Garbedian H. Albert Einstein*, p. 240.

⁴⁵ *Frank*, 223.

Эльза по этому поводу говорила Филиппу Франку: «Таким образом, мы, сами не желая того, приобрели прелестный собственный дом, расположенный в лесу, возле воды. Но мы истратили почти все наши сбережения. Теперь у нас нет денег, но есть свой дом. Это позволяет чувствовать себя в большей безопасности»⁴⁶.

Тихая деревушка Капут расположена в холмистой местности возле озера и окружена лесом. Дом Эйнштейна находился за деревней, в нескольких минутах ходьбы от озера. На берегу озера — причал и возле него на якоре маленькая яхта «Туммлер». Кругом — спокойный сельский ландшафт, тишина и свежий воздух.

Эйнштейн садился в яхту, поднимал паруса и брался за руль. Часами он оставался в этом убежище, недоступном телефону и визитам.

В 1930 г. на Эйнштейна обрушилось большое горе — тяжелая душевная болезнь его младшего сына Эдуарда. Старший сын Ганс-Альберт часто приезжал в Берлин, интересовался идеями и жизнью отца, знакомил его со своими работами. Он рассказывал, как на озере близ виллы Капут Эйнштейн катался с ним на яхте и чуть не разбил ее, увлекшись рассказом о единой теории поля. Младший сын давно уже тревожил Эйнштейна. Способный, с поразительной памятью, виртуозный пианист, он отличался патологической неспособностью к конструктивным результатам в науке, а в музыке — к выявлению собственных настроений. Но худшим было другое. Эдуард переходил от болезненно напряженного преклонения перед отцом к еще более болезненным пароксизмам недовольства, к упрекам и жалобам. В начале лета 1930 г. Эйнштейн получил от Эдуарда письмо с истеричными обвинениями. Эйнштейн поспешил в Цюрих. Милева в отчаянии рассказала ему о возрастающей патологической меланхолии Эдуарда. Цюрихские и потом венские психиатры не могли остановить быстрого угасание мозга, болезнь развивалась и надежды на выздоровление не оставалось. Эйнштейн вернулся в Берлин резко изменившимся, сразу постаревшим, подавленным.

Это тяжелое настроение не рассеялось во время нового путешествия. В 1930 г. Эйнштейну предложили прочесть цикл лекций в Калифорнийском технологическом

⁴⁶ Ibid.

институте в Пасадене в качестве «приглашенного профессора» (visiting-professor). На этот раз Эйнштейну хотелось ограничиться чисто научными беседами. Развитие теоретической физики во второй половине двадцатых годов дало множество поводов для подобных дискуссий.

Но уже в нью-йоркской гавани все обернулось по-иному. Здесь пароход стоял пять дней, которые вспоминались Эйнштейну как сплошной круговорот речей, приемов, интервью, осмотров и снова речей. Пароход не успел причалить, как на палубе появилось больше сотни журналистов, и Эйнштейн, не опомнившись от натиска, обещал одному из них часовую беседу и уже отвечал другому на вопросы: «Как изложить в одной фразе теорию относительности?», «Где ваша скрипка?», «Содействует ли религия миру?» («Пока — нет», — ответил Эйнштейн), «Каково будущее человечества?» и т. д. Тут же появились фотографы и запечатлели пытавшегося скрыться, немного растерянного, бледного человека в черном пальто с развевающимися седыми волосами.

Перед отъездом из Нью-Йорка в Калифорнию Эйнштейн зашел в собор Черч-Риверсайд на берегу Гудзона. Собор украшен скульптурными изображениями великих людей всех времен и народов. Шестьсот скульптур, и лишь одна из них изображает здравствующего великого человека — Эйнштейна. Тут Эйнштейну не помогло его постоянное юмористическое отношение к собственной славе. Он был очень смущен и подавлен.

Подавленное состояние было, по-видимому, результатом сложных причин. Эйнштейн не мог забыть трагической судьбы сына. К этому присоединялась усиливавшаяся и внушавшая все большие опасения активность черносотенных организаций. Иррациональная стихия давила на сознание сторонника научного и общественного рационализма. Эйнштейн уже не мог уйти в сферу чистой физической мысли. Он стал пассивнее, поток внешних условностей, требований этикета уже не встречал былого юмористического, но весьма твердого сопротивления. Вероятно, Эйнштейн уже не уходил с такой энергией от повседневности в область научных интересов, потому что новые замыслы, представления о едином поле, критика квантовой механики не могли привести к позитивным результатам, и Эйнштейн в какой-то мере предчувство-

вал долгий путь дальнейших поисков. Дорога в Калифорнию была в этом отношении достаточно тяжелой.

В Пасадене было немало торжественных приемов и речей, но впечатление сгладилось большим числом научных сообщений, коллоквиумов и частных бесед. Неизбежные посещения достопримечательностей и поездки по окрестностям здесь были не такими тягостными, как под Нью-Йорком. В Аризоне Эйнштейн посетил индейское племя. Индейцы присвоили ему титул вождя и подарили индейский костюм. Он получил имя: «Вождь Великой Относительности».

Посетив обсерваторию Маунт-Вилсон, Эйнштейн и Эльза заинтересовались гигантским телескопом. «Для чего нужен такой великан?» — спросила Эльза. «Цель состоит в установлении структуры Вселенной», — ответил директор обсерватории. «Действительно? Мой муж обычно делает это на обороте старого конверта»⁴⁷.

Весной 1931 г. Эйнштейн покинул Америку, пообещав вернуться в Калифорнийский институт на следующий год и увозя множество сувениров, в том числе упомянутый наряд индейского вождя, гавайские корзины, окаменевшее дерево из Аризоны, но отказавшись от такого подарка, как бесценная скрипка Гварнери. «На ней должен играть настоящий мастер», — сказал Эйнштейн.

Следующая поездка в Пасадену состоялась в конце 1931 г. Эйнштейн провел всю зиму в общении с калифорнийскими физиками. По-видимому, его привлекали не только научные круги Пасадены, но и самые путешествия; они прерывали берлинские впечатления, становившиеся чем дальше, тем более тяжелыми. Кроме того, собственно научные связи с привычной средой европейских физиков становились менее необходимыми. Младшее поколение, увлеченное успехами квантовой механики, шло по новой дороге, которая казалась тогда далекой от пути Эйнштейна. Путешествия, общение с новой средой, участие в новых начинаниях становились все более существенными для Эйнштейна. По дороге в Америку он занес в свой дневник: «Я решил покончить с берлинской оседлостью и стать перелетной птицей на весь остаток жизни. Чайки по-прежнему эскортируют

⁴⁷ *Seelig*, 291.

корабль в своем непрерывном полете. Они — мои новые коллеги»⁴⁸.

В Калифорнии Эйнштейн пробыл всю зиму, а весной 1932 г. вернулся в Берлин. Обстановка в Германии и международная обстановка в Европе вызвала у него новый подъем политической активности. В мае Эйнштейн отправился в Женеву, где происходила конференция по вопросам разоружения. Приведем несколько выдержек из корреспонденций Конрада Берковичи, публиковавшихся в американском журнале «Пикчеризл Ревью».

Берковичи рассказывает, как на заседании конференции стало известно о приезде Эйнштейна и множество делегатов и почти все корреспонденты вышли на ступени Дворца мира, чтобы встретить ученого.

«Это было удивительным зрелищем. По широким ступеням дворца тяжело поднимался человек с серебряными волосами. Его сопровождали на почтительном отдалении сотни людей. Корреспонденты, даже не раз встречавшие Эйнштейна, не проявляли бесцеремонности, столь характерной для них даже при встречах с коронованными особами. Корреспонденты остановились в нескольких шагах от Эйнштейна. Он обернулся и сказал, что встретится с ними позже. Затем Эйнштейн вошел в зал заседаний. Докладчик, говоривший о деталях воздушной войны, приостановился на мгновение, затем продолжал свою речь. Эта секунда молчания произвела на всех сильное впечатление, большее, чем если бы Эйнштейна встретили овацией. Все смотрели на Эйнштейна и видели в нем олицетворение Вселенной. Он обладал сверхчеловеческим обаянием».

Фраза об олицетворении Вселенной в какой-то мере передает весьма распространенное ощущение. Очень многие видели в Эйнштейне олицетворение науки, ищущей и находящей вселенскую гармонию, рациональную гармонию мироздания, ассоциирующуюся в глазах широких кругов с общественной гармонией.

Некоторые выступления на конференции произвели на Эйнштейна тягостное впечатление. Он понимал, что для предотвращения войны нужны не либерально-пацифистские разглагольствования, а действительное разоружение. Берковичи через несколько часов увидел Эйнштейна,

⁴⁸ *Michelmores*, 163.

взволнованного, с гневным взглядом. Портье в гостинице рассказал Берковичи, что Эйнштейн после возвращения из Дворца мира непрерывно играл на скрипке, извлекая из нее звуки, пронизанные гневом и болью, и прерывая игру взволнованными восклицаниями.

Беседа Эйнштейна с Берковичи началась с тяжелых обвинений в адрес государственных деятелей, прикрывавших псевдомиролюбивыми речами действительную подготовку войны.

«Они обманули нас, — говорил Эйнштейн. — Они оставили нас в дураках. Сотни миллионов людей в Европе и Америке, миллиарды людей во всем мире, так же как миллиарды, которым предстоит родиться, подвергались и подвергаются обману и предательству, угрожающим их жизни, здоровью и благополучию»⁴⁹.

Реакционные круги в Европе отвечали Эйнштейну растущей ненавистью. И не только в Европе. Накануне третьей поездки в Пасадену Эйнштейн услышал американские голоса в давно известном ему расистско-клерикальном хоре. Предыдущие выезды в Америку оформлялись без его участия: вся процедура выдачи виз выполнялась самим американским посольством. На этот раз получилось иначе. Посла в это время не было в Берлине, и дело попало в руки сотрудника, который вызвал к себе Эйнштейна и потребовал сведений о цели поездки, о политических взглядах и связях. Эйнштейн возмутился. Он заявил, что не поедет в Америку, и покинул посольство. Это вызвало переполох, всю ночь шли переговоры с Вашингтоном, и наутро визу доставили Эйнштейну с нарочным домой.

Быть может, рвение чиновника было подогрето письмом, копия которого имела в посольстве. «Женская патриотическая корпорация» Америки направила в Государственный департамент протест против приезда Эйнштейна, которого она обвиняла в пацифизме и коммунизме. Это вызвало возмущение всей Америки. Вместе с визой Эйнштейн получил кипу телеграмм с просьбой не обижаться на сотрудника посольства и взбунтовавшихся дам.

По поводу выступления «Женской патриотической корпорации» он написал:

⁴⁹ *Michelmores*, 167—168.

«Никогда еще я не получал от прекрасного пола такого энергичного отказа, а если и получал, то не от стольких сразу. Но разве они не правы, эти бдительные гражданки: разве можно открывать дверь человеку, который пожирает капиталистов с таким же аппетитом, с каким греческий Минотавр пожирал в свое время прелестных греческих девушек, и, сверх того, настолько низок, что отвергает всякого рода войну, кроме неизбежной войны с собственной женой. Поэтому обратите внимание на ваших умных и патриотических жен и вспомните, что столица могущественного Рима была однажды спасена гого-танием ее преданных гусей»⁵⁰.

В конце 1932 г. Эйнштейн и Эльза покинули Берлин и направились в Пасадену.

⁵⁰ Comment je vois le monde, 57.

Нацистский режим в Германии

Евангелие силы и угнетения, господствующее сейчас в Германии, угрожает свободе европейского континента. Эту угрозу нельзя устранить лишь моральным оружием, ей нужно противопоставить организованную мощь.

Эйнштейн (1933)

Великие рационалисты XVIII в. искали в природе объективную логику и находили ее в универсальной причинной связи, в детерминизме, управляющем явлениями природы. Они не ограничивались этим и требовали, чтобы в человеческом обществе царствовали логика и разум, следовательно, право и справедливость. Мишенью их критики был весь арсенал иррационального: «верую, ибо абсурдно», нетерпимость, аргументы костра и плахи против аргументов логики и разума.

В тридцатые годы нашего века демон иррационального поднялся во весь рост. Он попытался взять реванш в войне с разумом. Одним из элементов программы Гитлера была ликвидация объективных и логических критериев в науке. Наука должна исходить не из эксперимента и не из логической связи согласованных с экспериментом умозаключений; она должна исходить из воли диктатора и из преподанных им критериев. Таким критерием оказалась прежде всего расовая принадлежность каждой научной концепции. Этому критерию не удовлетворяло теоретическое мышление в целом. Нацистский министр просвещения Бернад Руст заявил как-то: «Национал-социализм не является врагом науки, он враг только теории»¹.

Теория относительности с ее явной рационалистической тенденцией и явным признанием объективности мира

¹ *Frank*, 233.

была крайне одиозной в глазах нацистов. Ленард и Штарк поняли, что теперь пришло время реванша за бесславный финал их атак в давние годы на теорию относительности и на Эйнштейна. В 1933 г. Ленард в «*Völkischer Beobachter*» писал: «Наиболее важный пример опасного влияния еврейских кругов на изучение природы представляет Эйнштейн со своими теориями и математической болтовней, составленной из старых сведений и произвольных добавок. Сейчас его теория разбита вдребезги — такова судьба всех изделий, далеких от природы. Но ученые с солидными в прошлом трудами не могут избежать упрека: они допустили, чтобы теория относительности могла найти место в Германии. Они не видели или не хотели видеть, какая это ложь, выдавать Эйнштейна — в науке и в равной степени вне ее — за доброго немца»².

Позже Ленард в речи на открытии нового физического института заявил: «Я надеюсь, что институт станет оплотом против азиатского духа в науке. Наш фюрер изгоняет этот дух из политики и политической экономии, где он называется марксизмом. Но в результате коммерческих махинаций Эйнштейна этот дух сохраняет свои позиции в естествознании. Мы должны понять, что недостойно немца быть духовным последователем еврея. Науки о природе в собственном смысле имеют целиком арийское происхождение, и немцы должны сегодня снова находить собственную дорогу в неизвестное»³.

Расовая неполноценность теории доказывалась, помимо персональной ссылки, ссылкой на ее абстрактность: она далека от связи с непосредственным наблюдением — связи, характеризующей «арийскую физику». Впрочем, практика нацистского разгрома науки опиралась не на эти изыскания, а на проверку расовой принадлежности родителей и дедов ученых, их криминальных связей с расово неполноценными коллегами и их взглядов.

Чистка немецких университетов и расправа с наукой в Германии развернулись, когда Эйнштейн был уже вне досягаемости для штурмовых отрядов и тайной полиции. С 1930 г. он был «приглашенным профессором» Калифорнийского технологического института.

² *Frank*, 232.

³ *Ibid.*

Весной 1932 г., как раз в то время, когда Гинденбург был избран президентом Германии, Эйнштейн вернулся в Берлин. В вилле Капут обсуждали дальнейшие события — отставку Брюнинга, назначение Папена, выдвижение на арену Шлейхера. Эйнштейн видел, что финансовые магнаты расчищают Гитлеру путь к власти. Уезжая с женой в Калифорнию, где он должен был снова провести зиму, Эйнштейн, покидая виллу Капут, сказал Эльзе:

«— На этот раз посмотри на нее хорошенько.

— Почему?

— Ты ее больше не увидишь».

Гитлер пришел к власти, когда Эйнштейн был уже в Калифорнии. В разгар «очищения» германских университетов, зимой 1932—1933 г., Эйнштейн приехал из Пасадены в Нью-Йорк и явился к германскому консулу. Тот объявил, что Эйнштейну ничто не угрожает в Германии, где новое правительство действует в духе справедливости. «Если вы не чувствуете себя виновным, — сказал он, — с вами в Германии ничего не случится». Эйнштейн заявил, что он не вернется в Германию, пока там сохранится нацистский режим. Когда официальная беседа закончилась, консул сказал Эйнштейну: «Теперь мы можем говорить как человек с человеком, и я могу вам сказать, что вы поступаете именно так, как и следует»⁴.

Весной 1933 г. Эйнштейн вернулся в Европу и поселился в Бельгии, в приморском местечке Ле Кок, близ Остенде.

Королева Елизавета, давняя поклонница идей Эйнштейна, король и правительство стремились оберегать жизнь Эйнштейна от возможных покушений из-за близкой границы. Стража охраняла его день и ночь. Летом 1933 г. Филипп Франк, захав по дороге в Остенде, направился в Ле Кок и спросил у одного из местных жителей, где живет Эйнштейн. Власти запретили населению Ле Кока давать кому бы то ни было информацию о местопребывании Эйнштейна, поэтому вопрос Франка поставил на ноги охрану. Когда Франк увидел, наконец, Эльзу Эйнштейн, она была уже напугана сообщением о приближении предполагаемого убийцы⁵.

⁴ *Frank*, 233.

⁵ *Ibid.*, 240.

Все эти предосторожности, как ни надоедали они Эйнштейну, были вполне оправданны. Эйнштейн был первым номером в списке ученых, которым угрожали столь частые близ границ Германии нападения нацистских агентов. Поэтому помимо государственной стражи его жизнь охраняли ближайшие друзья.

В Ле Коке Эйнштейн занимал небольшую виллу Са-вояр, в которой жили, кроме него и Эльзы, Марго и Эллен Дюкас. Марго жила здесь недолго. Она успела бежать из Германии, переслав за границу через французское посольство часть личного архива Эйнштейна.

Антонина Валлентен ранней весной 1933 г. посетила Ле Кок и написала в своих воспоминаниях:

«В том году весна задержалась. Небо, еще серое и зимнее, давило своей тяжестью. Серебристые дюны были как бы подметены резким ветром. Свинцовое море билось о берег... Домик отзывался, как раковина, па все звуки: скрип шагов, звон посуды, стук пишущей машинки...»

Эйнштейна она застала в обычном состоянии. Он был поглощен научными интересами и, как всегда, смеялся; на сей раз — над невзгодами. «Если бы большое дерево могло смеяться, качая могучими ветвями, оно смеялось бы как Эйнштейн»⁶.

Антонина Валлентен сообщила Эльзе новости, которые требовали серьезного внимания. Она показала изданный в Германии большой альбом с фотографиями противников гитлеровского режима. Альбом открывался фотографией Эйнштейна с надписью, где список преступных деяний начинался созданием теории относительности и предшествовал фразе: «Еще не повешен»⁷.

Эльза боялась провокаций. Она рассказывала Франку о визите некоего бывшего штурмовика, который хотел отдать Эйнштейну — предполагаемому главе антифашистской эмиграции — секретные документы за крупную сумму⁸. Приходилось опасаться не только провокаций, но и похищения или убийства.

В беседе с Франком Эйнштейн сказал, что отъезд из Берлина освободил его от какого-то постоянного, сквы-

⁶ *Vallentin A. Le drame d'Albert Einstein*, p. 178—179.

⁷ *Ibid.*, p. 181.

⁸ *Frank*, 242—243.

вающего чувства. Эльза Эйнштейн возразила, что в Берлине Эйнштейн чувствовал себя хорошо и с удовлетворением отзывался о среде берлинских физиков. «Да, — подтвердил Эйнштейн, — в чисто научном отношении жизнь в Берлине была приятной. Но я все время ощущал какую-то тяжесть и предчувствовал, что все тут плохо кончится»⁹.

Еще до этого Эйнштейн вышел из состава Берлинской Академии наук. Он знал, что академия под давлением нацистов исключит его из числа своих членов. Подобный акт был бы очень тяжелым испытанием для некоторых ученых, оставшихся в Германии, прежде всего для Планка. Протест против исключения Эйнштейна поставил бы их под удар. Согласие опозорило бы их. Чтобы избавить своих друзей от подобного испытания, Эйнштейн сообщил Берлинской академии, что при существующем правительстве он не может служить Пруссии и слагает с себя обязанности прусского академика.

В Академии не знали, что делать. Нернст заявил, что Прусская академия, которая гордится такими именами своих членов-французов, как Вольтер, Д'Аламбер и Мопертюи, не может обязать своего члена — великого математика, чтобы он проникся немецким национальным духом. Под влиянием нацистов Берлинская Академия наук обвинила Эйнштейна в деятельности, направленной против Германии: он-де распространяет сведения о зверствах, творимых в этом государстве, вместо того чтобы защищать его от подобных обвинений. «Одно Ваше слово в защиту Германии, — писала Эйнштейну Академия, — произвело бы сильное впечатление за границей». Эйнштейн ответил, что «слово в защиту Германии», которого от него добиваются, зачеркнуло бы борьбу за справедливость и свободу, которую он вел всю жизнь, и было бы направлено против принципов, которым Германия обязана своим почетным местом в цивилизованном мире. «Таким заявлением я косвенно поддержал бы моральное одичание и разрушение культурных ценностей»¹⁰.

Макс Планк был слишком основательно опутан классовыми и сословными предрассудками, чтобы понимать в

⁹ Frank, 241—242.

¹⁰ Einstein on Peace. Ed. by A. Nathan a. H. Norden. New York, 1960, p. 216.

ту пору, что происходит в Германии. У него были иллюзии относительно «временных эксцессов» при новом режиме, и он даже советовал одному профессору, собравшемуся бежать из Германии, взять вместо этого годичный отпуск и вернуться, когда все войдет в колею. Чтобы сохранить для Института кайзера Вильгельма ученых, подлежащих изгнанию, он обратился непосредственно к Гитлеру. Тот в обычном для него, но совершенно неожиданном для Планка истеричном тоне кричал о «грандиозной цели» — уничтожении врагов рейха, от которой он не откажется... Планку пришлось стать свидетелем разгрома немецкой науки, и Эйнштейн был доволен, что не возложил на него дополнительной тяжести.

Лето 1933 г. Эйнштейн провел в Ле Коке. В начале сентября бельгийская полиция объявила, что он уплыл на частной яхте в Южную Америку. Это сообщение было рассчитано на то, чтобы сбить со следа возможных нацистских агентов. В действительности Эйнштейн отплыл в Англию, высадился в Норфолке и в закрытой карете был отвезен в поместье одного из своих английских почитателей. Здесь Эйнштейн жил в уединенном бревенчатом доме. Окрестности патрулировались вооруженным верховым отрядом, состоявшим, чтобы не привлекать внимания, из девушек.

В конце сентября Эйнштейна сразила весть о самоубийстве Эренфеста. Мы увидим вскоре, как Эйнштейн объяснял самоубийство Эренфеста: он считал основной причиной не чисто личную трагедию, а разрыв между запросами современной физической мысли и возможностями их удовлетворения. Вероятно, уже в 1933 г. к ощущению утраты самого близкого друга присоединялись мысли об одиноком и тяжелом пути в науке, который предстояло пройти Эйнштейну. Присоединялись и мучительные мысли о социальной дисгармонии и бедствиях народов в Европе — ведь никто из естествоиспытателей его поколения не отличался таким чувством социальной ответственности, как Эйнштейн.

Воспоминания людей, встречавших Эйнштейна в конце 1933 г., рисуют его крайне удрученным. Грация Шварц — жена бывшего германского консула, встретившая Эйнштейна в октябре 1933 г. в Америке, вспоминает: «Как будто что-то умерло в нем. Он сидел у нас в кресле, накручивая на палец белые пряди своих волос,

говорил задумчиво о различных предметах... Он больше не смеялся»¹¹.

Между тем в Германии продолжался и усиливался террор. Уже в марте 1933 г. на вилле Капут появилась полиция. Имущество Эйнштейна было конфисковано (оно якобы было предназначено, сообщила полиция, для финансовой поддержки коммунистического движения). Вскоре работы Эйнштейна, в том числе статьи о теории относительности, были публично сожжены вместе с другой «неарийской и коммунистической литературой» в Берлине, в сквере перед Государственной оперой.

Нужно заметить, что в годы нацистского режима некоторые профессора разъясняли студентам содержание теории относительности. Они не упоминали ни имени Эйнштейна, ни названия теории и большей частью приводили формулы и выводы без изложения основной концепции. Среди некоторых физиков циркулировал план избавления от антирелятивистской опеки Ленарда: они надеялись скомпрометировать чистоту его собственного происхождения, порывшись в архивах Братиславы, где жили предки маститого адепта арийской физики.

¹¹ *Michelmores*, 195.

Принстон

Я Вам пишу, чтобы узнать, существуете ли Вы в действительности.

(Из письма, присланного Эйнштейну школьницей из Британской Колумбии)

Когда Нернст и другие немецкие ученые добивались от Вильгельма Второго организации в Берлине специального научного учреждения, занимающегося наиболее крупными естественнонаучными проблемами, они имели в качестве образца аналогичные учреждения в Америке. Новый этап научно-технического прогресса требовал подобных институтов во всех странах, но форма их, как уже говорилось, соответствовала условиям и традициям: в Германии берлинский институт получил имя кайзера, который взял на себя заботу о средствах; в Америке исследовательские институты, если они непосредственно не принадлежали фирмам, финансировались королями индустрии. В течение двадцатых годов развитие науки в еще большей степени требовало организационного выделения исследований, наиболее широких по поднятым проблемам и выполняемых наиболее крупными теоретиками. В 1930 г. Луис Бамбергер и вдова Феликса Фульда, брат и сестра, владевшие миллиардными капиталами, попросили у Флекснера — известного деятеля просвещения и реформатора школ в Америке — совета и помощи в организации нового научного института. Флекснер заметил, что в Америке достаточно обычных исследовательских институтов, и предложил создать учреждение нового типа. Он стал фактическим организатором этого учреждения, названного Институтом высших исследований (Institut for Advanced Study).

Флекснер хотел полностью освободить группу крупнейших ученых от каких-либо педагогических и административных обязанностей и от всяких материальных забот. Они должны были заниматься наиболее высокими и общими проблемами и образовать ядро института. Вокруг них, предполагал Флекснер, можно будет собрать талантливых молодых ученых. В циркулярных письмах, разъяснявших смысл и задачи нового института, особенно подчеркивалась полная независимость ученых, приглашенных в проектируемый институт. Последний, по словам Флекснера, должен стать «гаванью, в которой ученые могли бы рассматривать мир как свою лабораторию, не погружаясь в Мальштрем непосредственного общения с ним»¹.

Флекснер решил, что для начала ядром института должны стать ученые, разрабатывающие проблемы математики. Первым местопребыванием его стала часть Файн-Холла — здания Математического факультета Принстонского университета. В этом здании готического стиля, напоминающем английские университеты, окруженном тенистыми деревьями, помещался Институт высших исследований в течение десяти лет. В 1940 г. Институт покинул Файн-Холл и университетскую территорию и разместился в собственном, более уединенном здании на расстоянии получаса ходьбы от Принстона.

В январе 1932 г. в Пасадене Милликен посоветовал Флекснеру поговорить о планах Института высших исследований с Эйнштейном, который тогда находился в Калифорнии. Флекснер рассказывал, как после некоторых колебаний он решил подойти к Эйнштейну и как быстро ощутил очарование его непринужденной общительности.

Вскоре они встретились уже в Европе, в Оксфордском университете. На этот раз Флекснер предложил Эйнштейну работать в Институте высших исследований. Они договорились о продолжении начатого разговора.

Этот разговор состоялся. Эйнштейн уже понимал, что дальнейшее пребывание в Германии для него невозможно. У него еще сохранились некоторые надежды — он говорил Флекснеру, что, быть может, часть года будет проводить в Берлине, — но надежды эти были очень слабыми.

¹ Frank, 268.

Они исчезли в 1933 г. В октябре Эйнштейн приступил к работе в Институте высших исследований в Принстоне. Свое положение в Институте Эйнштейн считал несколько неудобным: нельзя, как он говорил, получать деньги за исследовательский труд, который является внутренней потребностью, без педагогических обязанностей. Эйнштейн привык рассматривать как лично ему принадлежащее только то время, которое оставалось после лекций, бесед со студентами, экзаменов, заседаний и т. д. Таких обязанностей в Берлине у него было значительно меньше, чем в Праге и Цюрихе, но все же они оставались. В Принстоне их почти не было. Он руководил небольшой группой молодых ученых. Среди них были Вальтер Майер, которого Эйнштейн привез из Германии (он был ассистентом Эйнштейна в 1929—1934 гг.), Натан Розен (в 1934—1935 гг.), Петер Бергман (в 1937—1938 гг.) и Валентин Баргман (в 1938—1943 гг.) — созвучие фамилии Бергмана и Баргмана было в Принстоне неиссякаемым источником недоразумений и шуток. Были здесь Эрнст Штраус (в 1944—1947 гг.), Джон Кемени (в 1948—1949 гг.), Робер Крайхман (в 1950 г.) и Брурия Кауфман (в 1951—1955 гг.).

В 1936—1938 гг. ассистентом Эйнштейна был Леопольд Инфельд, с которым мы вскоре встретимся снова. Со старшим поколением принстонских коллег Эйнштейн виделся реже.

Следует заметить, что неловкость, которую Эйнштейн чувствовал, получая жалованье за чисто научную работу, имела, быть может, неосознанное, но глубокое основание. Он всегда хотел в качестве источника средств к существованию иметь какое-то занятие, не совпадающее с основной исследовательской деятельностью. Пример Спинозы — гранильщика алмазов — был для него весьма привлекательным. На худой конец он предпочел бы получать деньги как профессор, а исследованиями заниматься в свободное время, никому, кроме него, не принадлежащее. Несмотря на многочисленные заявления организаторов Принстонского института о полной свободе ученых, Эйнштейн предпочел бы обеспечить свою независимость какой-то современной модификацией положения Спинозы.

Но это было невозможно. Проблемы единой теории поля захватили Эйнштейна с такой силой, что он не мог

отказаться от открывшейся возможности уделить им все время. Он и хотел отдавать им все время. Каждое утро Эйнштейн отправлялся в Файн-Холл (а после 1940 г. — в новое здание института), встречал там своих ближайших коллег, узнавал, что они сделали (большой частью речь шла о преодолении математических трудностей), обсуждал пути дальнейшей работы, возвращался к исходным позициям, искал новые. Потом он отправлялся домой и продолжал обдумывать те же проблемы.

Его отрывали от этих размышлений. Очень многие ждали от Эйнштейна совета, помощи, выступлений. В большинстве случаев они получали и то, и другое, и третье. Создавалась очень сложная ситуация: человек, стремившийся к одиночеству, общался с большим числом людей, чем кто бы то ни было из ученых во всем мире. Такая ситуация была связана не только с внешними обстоятельствами, но и с внутренними основами мировоззрения ученого.

Эйнштейну пришлось однажды выступить в Лондоне, когда там обсуждали судьбу ученых — эмигрантов из Германии. Нужно было найти им работу. Эйнштейн предложил в качестве наиболее подходящего места для ученого должность смотрителя маяка. У другого такая неожиданная рекомендация была бы совершенно неуместной. Но когда Эйнштейн говорил об одиночестве на маяке, способствующем исследовательской мысли, это было выражением собственной давней мечты. Эйнштейн многим жаловался на повседневные заботы, отвлекающие от науки. Тут было еще одно обстоятельство — пожалуй, более важное. Эйнштейн чувствовал необходимость полной независимости в научной деятельности. Это был уже упоминавшийся «спинозовский» мотив.

«Он много раз говорил мне, — вспоминает Инфельд, — что охотно работал бы физически, занимался каким-нибудь полезным ремеслом, например сапожным, но не хотел бы зарабатывать, преподавая физику в университете. За этими словами кроется глубокий смысл. Они выражают своего рода «религиозное чувство», с каким он относился к научной работе. Физика — дело столь великое и важное, что нельзя выменивать ее на деньги. Лучше зарабатывать на жизнь трудом, например, смотрителя маяка или сапожника и держать физику в отдалении от вопросов хлеба насущного. Хотя такая позиция

должна казаться наивной, она тем не менее характерна для Эйнштейна»².

Эйнштейну хотелось оказаться на маяке и для того, чтобы освободиться от посещений и просьб, не оставлявших времени для работы. Любовь к людям не носила у него абстрактного характера, Эйнштейн не принадлежал к числу мыслителей, чей интерес к судьбам человечества сочетается с безразличием к судьбе конкретного человека, с которым он сталкивается в повседневной жизни. Но не повседневной жизнью была заполнена его душа, и не эта постоянная забота о сотнях обращающихся к нему людей занимала его мысли. Они были прикованы к надповседневному, и его тянуло к работе всегда, во всякую минуту.

«Хотя только физика и законы природы вызывали у Эйнштейна подлинные эмоции, он никогда не отказывал в помощи, если находил, что нужна помощь, и считал, что эта помощь может быть эффективной. Он писал тысячи рекомендательных писем, давал советы сотням людей, часами беседовал с сумасшедшим, семья которого написала Эйнштейну, что он один может помочь больному. Он был добр, мил, разговорчив, улыбался, но с необычайным, хотя и тайным, нетерпением ожидал минуты, когда наконец сможет вернуться к работе»³.

Эта постоянная тяга к одиночеству не сводится к заполненности сознания ожидающими решения научными задачами. Это более глубокое чувство. В своей, уже неоднократно упоминавшейся книге «*Mein Weltbild*» («*Comment je vois le monde*») Эйнштейн посвятил вводные страницы своему отношению к людям. Он говорит о противоречии между страстным интересом к социальной справедливости и стремлением к одиночеству.

«Страстный интерес к социальной справедливости и чувство социальной ответственности противоречили моему резкому предубеждению против сближения с людьми и человеческими коллективами. Я всегда был лошастью в одноконной упряжке и не отдавался всем сердцем своей стране, государству, кругу друзей, родным, семье. Все эти связи вызывали у меня тягу к одиночеству, и с годами стремление вырваться и замкнуться все возрастало.

² Успехи физических наук, 1956, 59, вып. 1, с. 151.

³ Там же, с. 152.

Я живо ощущал отсутствие понимания и сочувствия, вызванное такой изоляцией. Но я вместе с тем ощущал гармоническое слияние с будущим. Человек с таким характером теряет часть своей беззаботности и общительности. Но эта потеря компенсируется независимостью от мнений, обычаев и пересудов и от искушения строить свое душевное равновесие на шатких основах»⁴.

Одинокий и тянущийся к одиночеству созерцатель — и страстный поборник социальной справедливости. Открытая душа, живая искренняя радость при общении с людьми — и в то же время нетерпеливое стремление уйти от людей (будь то случайные собеседники, друзья, семья) в свой внутренний мир. Образ Эйнштейна кажется очень противоречивым. И все же в этих противоречиях угадывается глубокую гармонию.

Прежде всего слово «созерцатель» в применении к Эйнштейну требует существенных оговорок. Оно скорее подошло бы к стороннику «чистого описания», да и то не полностью; на деле каждый ученый не останавливается на феноменологических позициях. Эйнштейн — мастер «жесточкого эксперимента», učinявший природе весьма энергичный допрос, подчеркивавший активную сторону научных понятий — не был созерцателем в обычном смысле. Что такое теория относительности, как не преодоление созерцаемой «очевидности» и проникновение в мир процессов, о которых можно судить лишь с помощью активного экспериментирования! Для Эйнштейна процесс познания — это процесс вторжения в природу. Оно неотделимо от перестройки на началах разума и науки жизни людей. Из поисков объективной рациональности, упорядоченности, закономерности, причинной обусловленности мира вытекает стремление к разумному устройству общества. Из страстных поисков мировой гармонии вырастает *«страстный интерес к социальной справедливости и чувство социальной ответственности»*. Но этот интерес и это чувство меньше всего удовлетворяются повседневным общением и повседневной помощью людям. Уже в двадцатые годы тяга к одиночеству, о которой говорил сам Эйнштейн и которую отмечали все знавшие его, сочеталась с большой социальной активностью Эйнштейна.

⁴ Comment je vois le monde, 9—10.

Переплетение научных и общественных интересов, широкое понимание или хотя бы ощущение новой социальной функции науки было в кругах ученых делом будущего, впрочем, недалекого. И в этих вопросах, как и в собственно физических, Эйнштейн в двадцатые и тридцатые годы как бы общался с физиками середины столетия, интересовавшимися в гораздо большей степени, чем раньше, проблемами, занимавшими Эйнштейна уже в двадцатые годы.

«Общество» Принстона — наиболее респектабельные и добропорядочные представители академической среды — так же мало привлекало Эйнштейна, как и соответствующая элита европейских университетских городов. Даже меньше. Эйнштейн писал королеве Елизавете:

«Принстон — замечательное местечко, забавный и цемонный поселок маленьких полубогов на ходулях. Игнорируя некоторые условности, я смог создать для себя атмосферу, позволяющую работать и избегать того, что отвлекает от работы. Люди, составляющие здесь то, что называется обществом, пользуются меньшей свободой, чем их европейские двойники. Впрочем, они, как мне кажется, не чувствуют ограничений, потому что их обычный образ жизни уже с детства приводит к подавлению индивидуальности»⁵.

Вообще Принстонский период жизни Эйнштейна характеризуется резким сужением непосредственных связей с «ближними» и таким же резким расширением связей с «дальними» — со средой, далеко стоявшей от профессиональных интересов Эйнштейна. В тридцатые, сороковые и пятидесятые годы Эйнштейн стоит в стороне от того, что интересует подавляющее большинство физиков. Он занимается весьма сложными математическими построениями, но они подчинены одной задаче, колоссальной по общности и трудности. Эйнштейн пытается построить единую теорию поля, где все взаимодействия частиц и само их существование вытекает из единых законов. Выполнение этого замысла не встречало одобрения физиков, вовсе не было понятно непосвященным и в целом не удовлетворяло и самого Эйнштейна. Но замысел вызывал интерес у многих. При всей сложности сменявших друг друга конкретных вариантов решения задачи все время

⁵ *Michelmores*, 196—197.

сохранялась общая схема: мир един, мир рационален, мир подчинен единому закону бытия. У Эйнштейна эта схема была связана с обобщением колоссальных по объему физических и математических построений. Но это не мешало широким кругам угадывать величие замысла.

Ощущение этой очень широкой аудитории, не воспринимающей деталей и специальных вопросов, но тянущейся к идее гармонии мироздания, это ощущение становилось у Эйнштейна все интенсивнее.

Напротив, «ближних» в прямом смысле у Эйнштейна становилось все меньше. В этом отношении Эйнштейн чувствовал себя очень одиноким.

Никто и ничто не могло заменить ему Эльзы. Вскоре после приезда в Принстон Эльза должна была вернуться в Европу: в Париже умирала ее старшая дочь Ильза.

После ее смерти Эльза сразу постарела до неузнаваемости, она не расставалась с пеплом дочери, увезла его в Принстон. Ее сопровождала Марго. У Эльзы появились патологические изменения в глазах.

Это оказалось симптомом тяжелого поражения сердца и почек. Эльзу уложили в постель. Марго, уезжавшая на несколько дней в Нью-Йорк, нашла свою мать совершенно пережившейся. «Она тут чуть не сложила оружие», — сказал Эйнштейн, очень подавленный, бледный, с безысходной тоской во взгляде.

Эльзе становилось хуже. Она писала Антонине Валлентен об Эйнштейне: «Я никогда не подумала бы, что так дорога ему, и сейчас рада этому»⁶.

На лето Эйнштейн снял красивый старый дом недалеко от Монреаля на берегу озера. Он возобновил прогулки под парусом. В прекрасном канадском лесу Эльза почувствовала себя немного лучше. Все ее мысли по-прежнему принадлежали мужу. Она писала Антонине Валлентен: «Он в прекрасной форме и в последнее время решил важные задачи. Пройдет много времени, прежде чем освоят все, что он сделал, и начнут этим пользоваться. Сам он думает, что новые результаты — самое великое и глубокое из всего, что им создано»⁷.

Затем болезнь быстро пошла к роковому исходу. В 1936 г. Эльза умерла.

⁶ *Vallentin A.* Le drame d'Albert Einstein, p. 190.

⁷ *Ibid.*, p. 190—191.

Эйнштейн продолжал ту же жизнь, что и раньше. Он ходил по аллеям Принстона, между напоминающими старую Англию домами из красного кирпича. Он сидел в своем рабочем кабинете, разрабатывая математический аппарат единой теории поля. Но Эйнштейн очень изменился. Когда-то, уже в Принстоне, Эльза говорила: «...Все мы меняемся с годами, потому что подвластны желаниям и внешним воздействиям. Альбертль, напротив, сейчас такой, каким он был в детстве». Но в действительности он уже в начале тридцатых годов потерял былую жизнерадостность, а теперь, после смерти Эльзы, у него стало еще чаще появляться чувство одиночества и грусти.

Этим чувством, усилившимся в сороковые годы, проникнуты письма, посланные Эйнштейном друзьям в ответ на поздравления с семидесятилетием, исполнившимся в марте 1949 г. Он в это время только что поднялся после тяжелой операции в области живота. Подозрения, вызвавшие операцию, к счастью, не оправдались, но надолго осталась слабость. Состояние Эйнштейна не препятствовало обычному юмору, сердечности, интересу к окружающим и прежде всего концентрации всех сил на коренных проблемах единой теории поля. Но общее настроение было минорным.

В конце марта 1949 г. в ответ на поздравления Эйнштейн писал Соловину:

«Я совершенно растроган Вашим сердечным письмом, которое так резко отличается от множества других писем, свалившихся на меня по этому печальному поводу. Вам кажется, что я взираю на труд моей жизни со спокойным удовлетворением. Вблизи все это выглядит иначе. Нет ни одного понятия, в устойчивости которого я был бы убежден. Я не уверен вообще, что нахожусь на правильном пути. Современники видят во мне еретика и одновременно реакционера, который, так сказать, пережил самого себя. Конечно, это мода и близорукость. Но неудовлетворенность поднимается и изнутри. Да иначе и не может быть, когда обладаешь критическим умом и честностью, а юмор и скромность создают равновесие вопреки внешним влияниям...»⁸

Приведенное письмо проливает свет и на настроение Эйнштейна в момент, когда оно написано, и на общие

⁸ Lettres à Solovine, 95.

характерные для всей жизни мыслителя особенности его души и творчества. Основное — неудовлетворенность результатами разработки единой теории поля. Но вместе с тем письмо бросает свет на весь творческий путь Эйнштейна. Как уже говорилось, Эйнштейн был не только далек от позы пророка, излагающего раз навсегда данную абсолютную истину. Само содержание научных идей Эйнштейна исключало их абсолютизирование. Этому содержанию соответствовали критический ум, честность, скромность и юмор — все эти антидогматические силы. Поэтому таким широким был резонанс, вызванный теорией Эйнштейна в эпоху общей переоценки ценностей.

Но переоценка ценностей не означает отказа от ценностей, относительность не означает абсолютного релятивизма — она сама относительна, критический ум, скромность и юмор не приводят к скептицизму и нигилистическому отрицанию. Подлинно антидогматическая мысль не догматизирует самое отрицание, она создает вечные ценности, вечные не в смысле неподвижности, а в смысле сохранения в изменяющихся формах.

Эта общая позиция Эйнштейна была глубоко оптимистической по своему существу, но на нее неизбежно накладывались колебания, сомнения, неуверенность — все, что отличает живую, ищущую мысль от схемы. Стихией Эйнштейна было однозначное и отчетливое отображение мира. Он воспринимал полутона и полутени в картине мира, но не они, а строгий рисунок доставлял ему наибольшее удовлетворение. Когда полутени набегали на рисунок и он переставал быть уверенным, однозначным и точным, это вызывало неудовлетворенность. Здесь — психологическая сторона коллизии между строгим рисунком теории относительности и полутенями квантовой физики, коллизии, логический аспект которой будет рассмотрен позже.

В конце сороковых и начале пятидесятых годов психологический тонус Эйнштейна снижался потерями близких людей. Они заставляли его вспоминать об ушедших еще в тридцатые годы друзьях и соратниках. Эйнштейн в это время часто возвращается к воспоминаниям о Пауле Эренфесте, покончившем с собой в 1933 г. Его самоубийство представляется Эйнштейну в некоторой степени результатом конфликта между научными интересами поколений и в еще большей степени между вопро-

сами, которые наука ставит перед ученым, и ответами, которые он может найти. Непосредственная причина самоубийства Эренфеста была чисто личной, но более глубокая причина состояла в трагической неудовлетворенности ученого.

В статье, написанной в 1934 г., вскоре после смерти Эренфеста, и посвященной памяти друга и характеристике ученого, Эйнштейн говорил, что выдающиеся люди сравнительно часто уходят добровольно из жизни, не в силах противостоять ее ударам и внешним конфликтам.

«Отказ прожить жизнь до естественного конца вследствие нестерпимых внутренних конфликтов — редкое сегодня событие среди людей со здоровой психикой; иное дело среди личностей возвышенных и в высшей степени возбудимых душевно. Такой внутренний конфликт привел к кончине нашего друга Пауля Эренфеста. Те, кто был знаком с ним так же хорошо, как было дано мне, знают, что эта чистая личность пала жертвой главным образом такого конфликта совести, от которого в той или другой форме не гарантирован ни один университетский профессор, достигший пятидесятилетнего возраста»⁹.

Этот конфликт состоит в недостаточности сил ученого для решения тех задач, которые ставит перед ним наука. Эренфест обладал необычайно ясным пониманием этих задач. Но он считал свои конструктивные возможности очень малыми по сравнению с критическими способностями.

«В последние годы, — говорит Эйнштейн, — это состояние обострилось из-за удивительно бурного развития теоретической физики. Всегда трудно преподавать вещи, которые сам не одобряешь всем сердцем; это вдвойне трудно фанатически чистой душе, для которой ясность — все. К этому добавлялось все возрастающая трудность приспособляться к новым идеям, трудность, которая всегда подстерегает человека, перешагнувшего за пятьдесят лет. Не знаю, сколько читателей этих строк способны понять эту трагедию. Но все-таки именно она была главной причиной бегства из жизни»¹⁰.

У Эйнштейна разрыв между запросами науки — построением единой теории поля — и возможностями одно-

⁹ Эйнштейн, 4, 192.

¹⁰ Там же, с. 227.

значного и ясного ответа не был таким трагическим, каким был разрыв между задачами и решениями у Лоренца и тем более у Эренфеста. Оптимизм Эйнштейна был глубоко органическим. Он был связан с уверенностью в гармонии и познаваемости мира. Преодоленные в 1916 г. трудности построения общей теории относительности и гораздо более тяжелые, так и не преодоленные трудности единой теории поля приносили Эйнштейну немало тяжелых переживаний, но за этим стояло непоколебимое убеждение: как ни сложны, как ни запутаны пути науки, они ведут к адекватному познанию реальной гармонии бытия. Душевный мир Эйнштейна не был похож на гладкую поверхность тихого озера, он скорее напоминал поверхность моря, по которой пробегает не только рябь, но и большие волны. Под поверхностью в морской толще сохранялись глубинные течения, не возмущаемые никакими бурями. Но эти бури происходили, и Эйнштейн не был тем спокойным небожителем, каким представляют иногда Гёте. Когда Эйнштейн писал о «математических мучениях» при построении единой теории поля и о невозможности довести ее до состояния, допускающего сопоставления с наблюдениями, это были не только напряженные поиски, но и подлинные мучения мысли, осознавшей вопросы, но не нашедшей ответов. В принстонские годы Эйнштейн часто вспоминал о трагедии Эренфеста. Он рассказывал о ней приехавшей в Принстон Антонине Валлентен и вновь говорил о характерном для Эренфеста ощущении конфликта с новым поколением.

Антонина Валлентен прибавляет:

«Он это говорил с острым, но безропотным волнением, потому что подобный конфликт он и сам переживал. Драма, наметившаяся в счастливые годы постоянной связи с современной мыслью, теперь становилась все более напряженной. Это не был разрыв поколений, из которых одно представляет дерзновенную мысль, а другое защищает старое и напоминает неподвижный камень у покинутой дороги. Драма Эйнштейна была драмой человека, который вопреки возрасту следует своим путем, становящимся все более пустынным, в то время как почти все друзья и молодежь объявляют этот путь бесплодным и ведущим в тупик»¹¹.

¹¹ Vallentin A. Le drame d'Albert Einstein, p. 200.

Именно это ощущение заставляло Эйнштейна возвращаться мыслью к ушедшим друзьям. Среди них была Мария Склодовская-Кюри, после смерти которой Эйнштейн писал, что ее моральный облик оказал, быть может, еще большее влияние на науку, чем открытие радия.

«Моральные качества выдающейся личности, — говорит Эйнштейн, — имеют, возможно, большее значение для данного поколения и всего хода истории, чем чисто интеллектуальные достижения. Последние зависят от величия характера в значительно большей степени, чем это обычно принято считать»¹².

Воспоминания об ушедших друзьях и об их душевных драмах вызывали не только тихую, примиренную грусть. Эти душевные драмы были свидетельством большой моральной чистоты, непоколебимой преданности истине, сочувствия людям — качеств, внушающих уверенность в будущем науки и человеческого общества. Мария Склодовская-Кюри принадлежала к числу людей, создававших вокруг себя как бы силовое поле, направлявшее окружающих к идейным интересам.

«К моему великому счастью, в течение двадцати лет мы были связаны с мадам Кюри возвышенной и безоблачной дружбой. Мое восхищение ее человеческим величием постоянно росло. Сила ее характера, чистота помыслов, требовательность к себе, объективность, неподкупность суждений — все эти качества редко совмещаются в одном человеке. Она в любой момент чувствовала, что служит обществу, и ее большая скромность не оставляла места для самолюбования. Ее постоянно угнетало чувство жестокости и несправедливости общества. Именно это придавало ей вид внешней строгости, так легко неправильно понимаемой теми, кто не был к ней близок, — странной строгости, не смягченной каким-либо искусственным усилием»¹³.

Теперь, через много лет, к мартирологу науки прибавилось еще одно имя — символ той же возвышенной идейной силы: в начале 1947 г. Эйнштейн узнал о смерти Поля Ланжевена. «Он был для меня одним из

¹² Эйнштейн, 4, 193.

¹³ Там же.

самых дорогих друзей, воистину святым и исключительно одаренным», — написал Эйнштейн Соловину¹⁴.

От ушедших друзей, братьев по науке, мысль переносилась к образу Эльзы — о ней Эйнштейн не забывал никогда.

В эти же годы Эйнштейн был вынужден наблюдать медленное угасание своей сестры Майи.

Майя, очень похожая на Альберта девочка, которая стоит рядом с ним, маленьким мальчиком, на мюнхенской фотографии, приехала в Принстон в 1939 г. из Флоренции. Там Майя жила с мужем — сыном преподавателя кантональной школы в Аарау, в которой когда-то учился Эйнштейн. Им хотелось отдохнуть от впечатлений фашистского режима. Муж Майи поехал в Швейцарию, а она решила повидаться с братом.

В Принстоне удивлялись не только сходству наружности, но и поразительному совпадению интонаций, выражения лица и часто даже манеры, которую Франк называет «детской, но в то же время скептической». Оба они — и Альберт, и Майя — во многом оставались теми же детьми, изображенными на упомянутой фотографии.

В 1947 г. Эйнштейн писал Соловину: «Моя сестра чувствует себя субъективно хорошо, но находится уже на склоне пути, ведущего туда, откуда нет возврата. Ее путь склонился раньше, чем у большинства сверстников»¹⁵.

В последующих письмах Эйнштейн рассказывает об ухудшении здоровья Майи. Он проводил много времени у ее постели, читал ей книги — среди них были произведения античных авторов. Летом 1951 г. сестра Эйнштейна умерла.

Теперь самыми близкими людьми для Эйнштейна остались Марго и Эллен Дюкас.

Они жили в двухэтажном коттедже неподалеку от Института высших исследований. По этой улице Эйнштейн направлялся утром в институт, сворачивал на еще более тенистую аллею, которая шла между рощами и лугами до здания института. Принстонский институт окружен большим парком. Луга перемежаются зарослями орешника, рощами, состоящими из платанов, кленов,

¹⁴ Lettres à Solovine, 83.

¹⁵ Ibid., 85.

лип. Здесь много и фруктовых деревьев, особенно яблонь — осенью аллеи усыпаны плодами. Аллеи переходят в улицы; по обеим сторонам — коттеджи, где живут принстонские профессора. Дом № 112 на Мерсер-стрит не выделялся бы среди таких коттеджей, если бы фотографии не сделали его известным большому числу людей во всем мире.

Проход в подстриженной живой изгороди ведет к дверям. За дверью слева деревянная лестница на второй этаж около стены, украшенной сухими стеблями кукурузы.

В рабочем кабинете Эйнштейна стены почти полностью заняты книжными полками. Напротив входа — большое окно в сад. Слева от окна, на боковой стене, — портрет Ганди. В правой стене — дверь, ведущая на террасу, и дверь в спальню Эйнштейна. На этой же стене — прекрасные полотна Иозефа Шарля, портреты Фарадея и Максвелла.

Перед окном — прямоугольный стол, возле него — небольшой столик с трубками и тут же австралийский бумеранг. Ближе к входной двери — круглый стол и кресло.

Эйнштейн писал, сидя в кресле, держа бумагу на колене и разбрасывая по полу исписанные листы.

Общественно-политические выступления Эйнштейна во время войны и в последующие годы были очень личными: в них выражалась не какая-либо четкая программа, а скорее непреодолимая потребность сделать что-либо для людей, для их избавления от страданий. Бертран Рассел, поселившийся в 1943 г. в Принстоне, писал об Эйнштейне:

«Я думаю, его работа и его скрипка давали ему значительную меру счастья, но глубокое сочувствие к людям и интерес к их судьбе предохранили Эйнштейна от неподобающей такому человеку меры безнадежности»¹⁶.

Рассел видел, что позиции Эйнштейна были тесно связаны с его моральными качествами. Мысли о значении собственной личности оставались для Эйнштейна такими же далекими, как и пренебрежение к другим людям. Рассел сопоставляет характерное для Эйнштейна отсутствие позы, тщеславия, безучастия, недоброжелательства,

¹⁶ Einstein on peace, p. XVI.

ощущения превосходства с его борьбой за самодовлеющую ценность каждого человека, против угнетения и третиования человеческой личности.

«Общение с Эйнштейном доставляло необычайное удовлетворение. Несмотря на гениальность и славу, он держал себя абсолютно просто, без малейших претензий на превосходство... Он был не только великим ученым, но и великим человеком».

Рассел заметил характерную черту Эйнштейна: его общественные идеи вытекали из психологических и моральных черт; в сущности, они были некоторым постоянным стремлением к счастью и свободе всех людей, постоянным признанием самодовлеющей ценности человеческой личности. Поэтому они ярче всего выражались в непосредственном общении.

Население Принстона ощущало роль Эйнштейна несколько ярче и предметней, чем люди, никогда не видевшие ученого. Но и последние угадывали его постоянную, тревожную, эмоциональную заботу о человеческом счастье. В этом смысле жители Принстона выражали общее убеждение человечества. Они окружили Эйнштейна атмосферой, о которой трудно дать представление. С одной стороны, фигура Эйнштейна, идущего из его дома в институт или обратно по длинной тенистой дорожке, стала обычной, почти частью принстонского пейзажа. Переброситься с Эйнштейном каким-либо замечанием стало для принстонского жителя таким же привычным делом, как беседа с прочими соседями. Кроме того, жители Принстона видели в Эйнштейне легендарную фигуру столетия¹⁷.

В этом смысле они не отличались от одной школьницы из Британской Колумбии, которая прислала Эйнштейну строки: «Я Вам пишу, чтобы узнать, существуете ли Вы в действительности»¹⁸. Это впечатление несомненной и в то же время непостижимо легендарной личности очень близко к дошедшему до широких кругов представлению об идеях Эйнштейна: нечто трудно постигаемое по величии, общности и парадоксальности и вместе с тем опирающееся на естественную интуицию каждого человека.

¹⁷ Frank, 297.

¹⁸ Seelig, 344.

Почему в Принстоне, где жили многие выдающиеся ученые, только Эйнштейн был одновременно и самым «своим» и самым легендарным человеком? Мы опять возвращаемся к вопросу о популярности Эйнштейна как характерном симптоме основных черт нашего столетия.

Годы, прожитые Эйнштейном в Принстоне, позволили конкретизировать ответ на этот вопрос. Научные интересы Эйнштейна были чужды в этот период большинству физиков и неизвестны широким кругам. Но они позволяли еще конкретнее почувствовать то, что все угадывали уже в двадцатые годы, — стремление Эйнштейна нарисовать рациональную, объективную, лишённую какого бы то ни было антропоцентризма и какой бы то ни было мистики картину мира — раскрыть в природе царство разума. И тогда и сейчас люди чувствовали также неотделимость рациональных идеалов науки от рациональных общественных идеалов. Легендарным человеком, который хотел увидеть в космосе и построить на Земле царство гармонии, мог быть очень «свой», очень обыкновенный человек. Жители Принстона, видевшие Эйнштейна изо дня в день, догадывались о его историческом подвиге. Люди, никогда не видевшие Эйнштейна, но знакомые с духом его творчества, угадывали черты его личности.

Много материалов о жизни Эйнштейна в Принстоне дают воспоминания Инфельда. Уже говорилось о его знакомстве с Эйнштейном, о встрече в Берлине. В 1936 г. Инфельд был доцентом Львовского университета. В это время над польскими университетами все тяжелее нависала туча реакции, и Инфельд чувствовал, что ему не удастся удержаться в университете. Он написал Эйнштейну и вскоре получил приглашение от Принстонского института; Инфельду была предоставлена небольшая стипендия, с тем чтобы он мог под руководством Эйнштейна вести исследовательскую работу по теоретической физике. Он приехал в Принстон и вскоре позвонил в дверь под номером 209 в Файн-холле, где помещался Институт математики и теоретической физики. Эйнштейн показался ему сильно постаревшим — прошло шестнадцать лет после предыдущей встречи. Но сверкающие, полные мысли глаза собеседника и сейчас поразили Инфельда. Его поразила также молниеносная манера, с которой Эйнштейн сразу начал излагать идею своих последних работ. Он не спрашивал Инфельда о том, когда тот приехал,

как доехал и т. д. Но здесь не было ни грама гелертерской черствости. Инфельд понимал это не только потому, что Эйнштейн с большой сердечностью помог ему в беде. Обаяние задушевной беседы охватило Инфельда и на этот раз. Но душа Эйнштейна была поглощена проблемами «надличного». Эйнштейн начал излагать результаты своих попыток построить единую теорию поля. В это время в комнату вошел Леви-Чивита — один из создателей математических приемов, примененных Эйнштейном в общей теории относительности. Леви-Чивите было тогда около шестидесяти лет. Этот маленький и тщедушный итальянский математик отказался принести присягу в верности фашистскому режиму и нашел убежище в Принстоне. Войдя в комнату, Леви-Чивита хотел сразу же уйти, чтобы не мешать беседе Эйнштейна с Инфельдом. Больше жеста, чем словами (итальянская жестикуляция давалась ему лучше английской речи), он сообщил о своем намерении. Но Эйнштейн попросил его остаться и принять участие в беседе. Пока Эйнштейн кратко излагал содержание предшествующего разговора, Инфельд с трудом удерживался от смеха, вслушиваясь в англо-итальянскую речь Леви-Чивиты, которая была понятна только потому, что наполовину состояла из формул. Эйнштейн тоже плохо владел английским языком, но все же гораздо лучше своего собеседника. К тому же его фразы становились понятными благодаря спокойной и медлительной манере, выразительным интонациям и, главное, благодаря последовательности и прозрачности содержания.

«Я внимательно наблюдал, — вспоминает Инфельд, — за спокойным Эйнштейном и маленьким, худым, живо жестикулирующим Леви-Чивитой в то время, как они указывали на формулы, написанные на доске, пользуясь языком, по их мнению, английским. Вся эта картина и вид Эйнштейна, то и дело подтягивающего брюки (без пояса и подтяжек), была столь великолепно и комична, что я, вероятно, никогда ее не забуду. Я старался сдерживать смех, прибегая к самовнушению.

— Вот ты разговариваешь и обсуждаешь физические проблемы с самым прославленным физиком мира и смеешься, потому что он не носит подтяжек, — думал я. Внушение подействовало, и я удержался от смеха в тот момент, когда Эйнштейн заговорил о своем последнем, еще

не опубликованном труде о гравитационных волнах»¹⁹.

Забавная картина, которую наблюдал Инфельд, представляет интерес для биографии Эйнштейна. В начале книги уже говорилось, что жизнеописание Эйнштейна не может быть летописью повседневных событий и перечнем житейских деталей, но оно не может быть и схематическим. Чисто личные детали подчеркивают сквозную для жизни Эйнштейна тенденцию ухода от повседневности. Отказ от подтяжек мог быть забавным, но не мог быть смешным. Он был трогательным, и если вызывал улыбку, то вместе с тем напоминал об интеллектуальной жизни, во имя которой Эйнштейн жертвовал респектабельностью. Когда впоследствии один из знакомых спросил Инфельда, почему Эйнштейн не стрижет волос, носит какую-то немислимую куртку, не надевает носков, подтяжек, пояса, галстука, Инфельд объяснил это стремлением освободиться от повседневных забот.

«Ответ прост, и его легко можно вывести из одиночества Эйнштейна, из присущего ему стремления к ослаблению связей с внешним миром. Ограничивая свои потребности до минимума, он стремился расширить свою независимость, свою свободу. Ведь мы — рабы миллиона вещей, и наша рабская зависимость все возрастает. Мы — рабы ваннх комнат, самопишущих ручек, автоматических зажигалок, телефонов, радио и т. д. Эйнштейн старался свести эту зависимость к самому жесткому минимуму. Длинные волосы избавляют от необходимости часто ходить к парикмахеру. Без носков можно обойтись. Одна кожаная куртка позволяет на много лет разрешить вопрос о пиджаке. Можно обойтись без подтяжек точно так же, как без ночных рубашек или пижам. Эйнштейн реализовал программу-минимум — обувь, брюки, рубашка и пиджак обязательны. Дальнейшее сокращение было бы затруднительно»²⁰.

Вспоминается одно, в сущности очень глубокое, замечание Горького. В рассказе «Кирилка» есть сцена, где человек безуспешно борется с полкой, которую отворачивает ветер. «...А я, глядя на него, думал о том, как много человек тратит энергии на борьбу с мелочами. Если бы нас не одолевали гнусные черви мелких будничных

¹⁹ Успехи физических наук, 1956, 59, вып. 1, с. 140—141.

²⁰ Там же, с. 157—158.

з о л , —мы легко раздавили бы страшных змей наших несчастий»²¹.

Для стремления Эйнштейна максимально упростить и ограничить свои потребности существенное значение имело обостренное чувство социальной справедливости. В книге «Mein Weltbild» Эйнштейн писал:

«Вот о чем я думаю очень часто в продолжение каждого дня. Моя внешняя и внутренняя жизнь зависит от труда моих современников и наших предков. Я должен напрягать свои усилия, чтобы отдавать соответственно тому, что получаю и буду получать. И я ощущаю необходимость вести самую простую жизнь, и у меня часто бывает тягостное подозрение, что я требую от себе подобных больше необходимого...»²²

Таким образом, более чем скромный костюм Эйнштейна каким-то логическим и эмоциональным ходом был связан с основными чертами его внутренней жизни. Это вообще характерно для Эйнштейна: каждая деталь быта, привычек, склонностей в последнем счете (обычно довольно простым и прозрачным образом) связана с основными идеалами мыслителя. Это и создает впечатление удивительного единства образа Эйнштейна.

Когда Леви-Чивита ушел, Эйнштейн и Инфельд отправились в дом, где жил Эйнштейн. По дороге он рассказывал Инфельду о своем отношении к квантовой механике. Она, говорил Эйнштейн, неудовлетворительна с эстетической точки зрения.

«Я зашел, — продолжает свои воспоминания Инфельд, — с ним в дом, в его кабинет с большим окном, выходящим в прекрасный сад, полный живых красок американской осени, и тут услышал от него первое и единственное за весь день замечание, не относящееся к физике:

— Прекрасный вид из этого окна»²³.

Замечание это не относилось к физике, но было не так уж далеко от нее. Ощущение красоты природы переплеталось у Эйнштейна с ощущением красоты научной теории. За несколько минут до взгляда в окно на осенний пейзаж Эйнштейн говорил об эстетической неполноцен-

²¹ Горький М. Собр. соч., т. 3. М., 1930, с. 436.

²² Comment je vois le monde, 8.

²³ Успехи физических наук, 1956, 59, вып. 1, с. 141.

ности квантовой механики. У Эйнштейна критика квантовой механики была в большой мере интуитивной («свидетель — мой мизинец», — писал он Борну). Известно также, как тесно связана у Эйнштейна научная интуиция с эстетическими критериями при выборе научной теории. Поэтому нам ясен смысл замечания о неудовлетворительности квантовой механики с эстетической точки зрения.

Совместная работа Эйнштейна с Инфельдом была посвящена проблеме уравнений движения. Она состоит в следующем. В классической физике существуют уравнения поля, по которым, зная источники поля, можно определить его напряженность в каждой точке, т. е. силу, с которой поле действует на единичный заряд, оказавшийся в этой точке. Например, зная расположение электрически заряженных тел, можно с помощью уравнений электромагнитного поля узнать, с какой силой будет притягиваться или отталкиваться заряд, оказавшийся в данной точке. Таким же образом классические уравнения гравитационного поля позволяют узнать, какова сила тяготения в каждой точке, если известно распределение тяжелых масс. Наряду с уравнениями поля в классической физике существуют уравнения движения. Здесь напряженность поля — заданная величина. Зная эту величину, можно с помощью уравнений движения найти положение тела в каждый последующий момент. Уравнения поля и уравнения движения в классической физике независимы. Напротив, в эйнштейновской теории тяготения уравнения поля и уравнения движения нельзя рассматривать как независимые. Уравнения движения можно вывести из уравнений поля. Но это очень сложная задача. В конце тридцатых годов Эйнштейну с помощью своих учеников удалось ее решить.

Получение уравнений движения из уравнений поля было трудной математической задачей. Но преодоление математических трудностей сопровождалось некоторой физической интуицией, интуитивным, чисто физическим представлением о значении указанной задачи для исходных идей физической картины мира.

В общей теории относительности поле тяготения или искривление пространства и времени рассматривается как результат существования в пространстве и во времени материальных тел — источников поля. Уравнения

поля показывают, как искривляется пространство-время или, что то же самое, какова напряженность поля тяготения при заданных источниках поля, при заданном распределении центров тяготения — материальных тел. В гравитационном поле движется частица. Если закон ее движения (уравнения движения) независим от уравнений поля, то речь идет о двух реальностях: 1) поле и 2) движущихся в поле и создающих поле телах. Если же уравнения движения не самостоятельны, а уже содержатся в заданных уравнениях поля, то перед нами нет другой реальности помимо поля. Если движения частиц определяются в последнем счете уравнениями поля и только ими, значит, мы можем рассматривать частицы как некие концентрированные средоточия поля.

Этот ход мысли не связан однозначно с решением задачи — получением уравнений движения из уравнений поля. Но у Эйнштейна такое выведение таило в себе, по-видимому, указанный подтекст. Он связан с линией развития физических идей Эйнштейна в «бесплодный» период.

Герман Бейль когда-то писал, что в классической науке пространство рассматривалось «как наемная квартира» — оно не зависело от того, что в нем происходит²⁴. Неевклидова геометрия показала возможность различных свойств пространства, а общая теория относительности показала зависимость этих свойств от наличия в пространстве тел — центров тяготения. «Наемная квартира» превратилась в квартиру, которую жители непрерывно перестраивают. Чтобы иллюстрировать новый взгляд на пространство и тела, нужно отказаться от аналогии Бейля: трудно представить себе, что жители квартиры оказались чем-то вроде ее архитектурных деталей.

В течение 1936—1937 гг. Инфельд почти ежедневно виделся с Эйнштейном у него и много гулял с ним по Принстону. Воспоминания Инфельда, относящиеся к этому периоду, вносят новые штрихи и краски в портрет Эйнштейна. Инфельду принадлежит одно совершенно неожиданное сравнение при попытке охарактеризовать колоссальную напряженность непрерывной деятельности Эйнштейна. Он говорит о вечно вращающемся интеллектуальном механизме, но, чтобы дать представление о

²⁴ См. сб.: Об основаниях геометрии. М., 1956, с. 341.

невероятной жизненности этого процесса, он пользуется другим сравнением.

«В Америке, — пишет Инфельд, — я впервые в жизни увидел негритянские танцы, пронизанные огнем и жизненной силой. Танцевальный зал в „Савойе“ в Гарлеме преобразуется в африканские джунгли с палящим солнцем и богатой густой растительностью. Воздух полон вибрации. Жизненную силу излучают громкая музыка и страстные танцы; зритель теряет ощущение реальности. В отличие от негров белые кажутся полуживыми, смешными и приниженными. Они создают фон, на котором еще сильнее поражает примитивная, безграничная живучесть негров. Кажется, что не нужно никакой передышки, что это интенсивное движение может продолжаться вечно.

Эта картина часто стояла у меня перед глазами, когда я наблюдал за Эйнштейном. Словно существовал какой-то предельно живучий механизм, вечно вращающийся в его мозгу. Это была сублимированная жизненная сила. Порой наблюдение было попросту мучительным. Эйнштейн мог говорить о политике, с удивительнейшей, присущей ему добротой выслушивать просьбы, отвечать на вопросы, но за этой внешней деятельностью чувствовалась постоянная работа мысли над научными проблемами; механизм его мозга действовал без перерыва, вечное движение этого механизма оборвала лишь смерть»²⁵.

Обращенная к мирозданию мысль Эйнштейна была потоком, который не могли остановить или повернуть не только сравнительно незначительные эпизоды, но и самые трагические личные и общественные события. И это вовсе не свидетельствовало о личной или общественной безучастности. Эйнштейн с большой остротой воспринимал все, что происходило с его близкими, общественные бедствия были для него глубокой трагедией, но работать он продолжал всегда с неизменной интенсивностью. Инфельд вспоминает, как Эйнштейн жил и работал в то время, когда болезнь его жены приближалась к трагическому концу²⁶. Она лежала на первом этаже, превращенном в домашнюю больницу. Эйнштейн работал на втором этаже. Он очень тяжело переживал надвигающуюся раз-

²⁵ Успехи физических наук, 1956, 59, вып. 1, с. 142.

²⁶ Там же, с. 149.

луку с самым близким ему человеком, но работал, как всегда, очень интенсивно. Вскоре после смерти жены он пришел в Файн-холл пожелтевший, осунувшийся, резко постаревший. И сразу же начал обсуждать трудности в работе над уравнениями движения. По-видимому, напряженная абстрактная мысль была для Эйнштейна такой же постоянной, как дыхание.

В воспоминаниях Инфельда затронута очень важная проблема интеллектуальных истоков сердечности Эйнштейна. У нас уже был случай заметить, что моральный облик Эйнштейна находился в глубокой, хотя и не явной, гармонии с чертами интеллекта. Редко можно было найти ученого, у которого мысль в такой степени была бы пронизана чувством, имела бы такой отчетливый эмоциональный тон, в такой степени питалась бы эмоциональным ощущением «служения надличному» и эстетическим восхищением перед лицом природы. В свою очередь, редко можно было найти человека, у которого сердечное отношение к людям, любовь к людям, чувство ответственности перед людьми в такой степени вытекало бы из мысли.

Инфельд дает очень меткую характеристику этой черты Эйнштейна.

«Я многому научился у Эйнштейна в области физики. Но больше всего я ценю то, чему научился у него помимо физики. Эйнштейн был — я знаю, как банально это звучит, — самым лучшим человеком в мире. Впрочем, и это определение не так просто, как кажется, и требует некоторых пояснений.

Сочувствие — это вообще источник людской доброты. Сочувствие к другим, сочувствие к нужде, к человеческому несчастью — вот источники доброты, действующие через резонанс симпатии. Привязанность к жизни и к людям через наши связи с внешним миром будит отзвук в наших чувствах, когда мы смотрим на борьбу и страдания других.

Но существует и совершенно другой источник доброты. Он заключается в чувстве долга, опирающемся на одинокое, ясное мышление. Добрая, ясная мысль ведет человека к доброте, к лояльности, потому что эти качества делают жизнь более простой, полной, богатой, потому что таким путем мы сокращаем число бедствий в нашей среде, уменьшаем трения со средой, в которой

живем, и, увеличивая сумму человеческого счастья, укрепляем и свое внутреннее спокойствие. Надлежащая позиция в общественных делах, помощь, дружба, доброта могут вытекать из обоих названных источников, если мы выразимся анатомически, — из сердца или из головы. С годами я учился все сильнее ценить второй род доброты — тот, который вытекает из ясного мышления. Много раз приходилось мне видеть, как разрушительны чувства, не поддерживаемые ясным рассудком»²⁷.

Многие, знавшие Эйнштейна, спрашивали себя, что является более великим в этом человеке: интеллект, проникающий в структуру Вселенной, или сердце, резонирующее на каждое человеческое горе и на каждое проявление общественной несправедливости? Это впечатление проходит и через другие воспоминания о жизни Эйнштейна в Принстоне. Густав Букки, врач, лечивший Эйнштейна, пишет, что каким бы сильным ни было впечатление, производимое глубиной и неожиданностью мыслей Эйнштейна, «все его человечность была наибольшим и самым трогательным чудом»²⁸. Букки рассказывает, что Эйнштейн не соглашался на просьбы позировать художникам, но существовал аргумент, действовавший на него безошибочно. Достаточно было художнику сказать, что портрет Эйнштейна поможет ему хоть на время выйти из нужды, и Эйнштейн безропотно тратил долгие часы, позировав бедняку. Букки говорит, что на улицах у прохожих при взгляде на Эйнштейна всегда появлялась добрая улыбка. Он немного смущенно отвечал на эти улыбки. В Принстоне его знали все.

«Даже в Принстоне, маленьком университетском городке, все смотрели на Эйнштейна жадными изумленными глазами. Во время наших прогулок мы избегали нескольких более оживленных улиц, выбирали поля и безлюдные улочки. Однажды, например, из какого-то автомобиля нас попросили задержаться. Из машины вышла немолодая уже женщина с фотоаппаратом, и, зарумянившись от волнения, попросила:

— Господин профессор, разрешите мне сфотографировать вас.

— Пожалуйста.

²⁷ Успехи физических наук, 1956, 59, вып. 1.

²⁸ Helle Zeit, 61.

Он несколько секунд стоял спокойно, а потом продолжил свои рассуждения.

Я уверен, что через несколько минут он забыл об этом инциденте.

Как-то в Принстоне мы пошли в кино на картину „Жизнь Эмиля Золя“. Купив билеты, мы вошли в переполненное фойе, где узнали, что придется ждать еще 15 минут. Эйнштейн предложил пройтись. Выходя, я сказал контролеру:

— Мы вернемся через несколько минут.

Эйнштейн, однако, забеспокоился.

— У нас уже нет билетов, вы нас узнаете?

Контролер, считая, что это удачная шутка, ответил Эйнштейну:

— Да, профессор, я вас наверное узнаю. Когда я смотрел картину, я думал, что если не я сам, то мои дети увидят, вероятно, когда-нибудь фильм „Жизнь Альберта Эйнштейна“ и он будет так же исторически правдив, как этот»²⁹.

В начале 1937 г. Инфельд после долгих колебаний решил поговорить с Эйнштейном по одному чисто личному вопросу. Он получил стипендию в Принстоне на один год. Пора было подумать о дальнейшей возможности работы с Эйнштейном. Несмотря на энергичные просьбы последнего, Инфельду отказали в продлении стипендии. Тогда ему пришла в голову мысль написать вместе с Эйнштейном популярную книгу. Достаточно было сказать любому издателю о согласии Эйнштейна, чтобы половины полученного аванса хватило Инфельду еще на год жизни в Принстоне. С трудом преодолевая сковывающую неловкость, запинаясь и сбиваясь, Инфельд изложил Эйнштейну этот план. Эйнштейн спокойно слушал и ждал, пока Инфельд объяснит, наконец, чего он хочет. Наконец, он тихо произнес: „Эта мысль недурна. Совсем недурна!“

Потом он протянул Инфельду руки.

— Мы сделаем это»³⁰.

Эйнштейн не захотел писать популярную книгу о теории относительности. Его привлек, а потом и захватил другой план — показать логику основных физических идей, последовательно входивших в научную картину

²⁹ Успехи физических наук, 1956, 59, вып. 1, с. 155.

³⁰ Там же, с. 162.

мира. Именно физических, без математического аппарата. Историческое изложение физики неизбежно улавливает предварительные, чисто физические картины, которые сменяются формулами и расчетами при позднейшем строгом и систематическом изложении. В историческом аспекте явственно выступает романтика поисков и идейных столкновений.

«Это драма, драма и д е й , — говорил Эйнштейн о содержании будущей книги . — Наша книга должна быть интересной, захватывающей для каждого, кто любит науку»³¹.

Интерес Эйнштейна к предваряющим строгое изложение интуитивным и полуинтуитивным картинам, представление о том, что именно эти картины образуют «драму идей», — все это связано с исходными гносеологическими принципами. В наглядных картинах сохраняется в явном виде принципиальная возможность экспериментальной проверки теории, исключая ее априорную природу. Если бы наука была результатом однозначного логического развития априорных посылок, присущих познанию, или условных посылок, она была бы чем угодно, но только не драмой. Если бы она была собранием феноменологических констатаций, «чистым описанием», результатом субъективного «опыта», в ней не было бы «бегства от очевидности», неожиданных парадоксов, столкновения и д е й , — всего того, что превращает науку в драму и что выявляется в истории науки.

Представлению о содержании книги соответствовали замыслы, относившиеся к характеру изложения. Эйнштейн и Инфельд хотели избежать внешних эффектов, всякого рода внешних, не связанных с предметом украшений. Они не хотели поражать воображение читателя сопоставлением гигантских масштабов Вселенной, межгалактических расстояний в миллиарды световых лет и т. п. с размерами атомов. Кроме того, по мнению Эйнштейна и Инфельда, задуманная книга не должна была создавать представления о принципиальном отличии науки от простого здравого смысла. Если наука — логическое развертывание условных априорных схем, она не может иметь что-либо общее с представлениями, вырастающими из повседневного опыта. Но из гносеологиче-

³¹ Успехи физических наук, 1956, 59, вып. 1.

ских позиций Эйнштейна следует противоположный вывод: научная мысль идет по той же дороге, что и повседневный здравый смысл, но идет дальше, в те области, где встречаются новые закономерности, которые кажутся повседневному здравому смыслу (по крайней мере первоначально) парадоксальными.

В апреле 1938 г. «Эволюция физики» вышла в свет.

В предисловии к этой книге говорится:

«Когда мы писали книгу, мы вели длинные дискуссии о характере нашего идеализированного читателя и сильно беспокоились о нем. Мы восполняли полное отсутствие у него каких-либо конкретных сведений по физике и математике большим числом достоинств. Мы считали его заинтересованным в физических и философских идеях и были вынуждены восхищаться тем терпением, с каким он пробивался через менее интересные и более трудные страницы»³².

Следует сказать, что такой читатель не слишком идеализирован, он существует. «Эволюция физики» не требует специальных знаний, но она предъявляет очень высокие требования к интеллигентности, способности к абстрактному мышлению, последовательности. Прежде всего она требует глубокого интереса к идейной эволюции человечества. Очень важным знаменем времени служит многочисленность реальных прообразов читателя, обладающего такими способностями и склонностями. Так много людей сейчас напряженно ищут в истории науки ответа на современные вопросы. Основной ответ — гармония и познаваемость мира — выражен в следующих строках: «Без веры в то, что возможно охватить реальность нашими теоретическими построениями, без веры во внутреннюю гармонию нашего мира не могло быть никакой науки. Эта вера есть и всегда останется основным мотивом всякого научного творчества. Во всех наших усилиях, во всякой драматической борьбе между старыми и новыми воззрениями мы узнаем вечное стремление к познанию, непоколебимую веру в гармонию нашего мира...»

Этим строкам предшествует краткая характеристика развития научной картины мира, из которой следует идея его гармонии и познаваемости.

³² Эйнштейн, 4, 359.

Исходный пункт — понятия массы, силы и движения по инерции, не нарушающего хода событий в движущейся системе. При помощи этих понятий формируется механическая картина мира: между частицами действуют силы, зависящие только от расстояния. «Нужно было смелое научное воображение, чтобы понять, что не поведение тел, а поведение чего-то находящегося между ними, т. е. поля, может быть существенно для направления событий и для их понимания». Далее было отброшено абсолютное время, а затем было преодолено ограничение относительности движением инерциальных систем. Во всех системах события сводятся к относительным смещениям тел. События определяются не одномерным временем и трехмерным пространством, а четырехмерным пространственно-временным многообразием. Наконец, «квантовая теория раскрыла новые и существенные стороны нашей реальности. Прерывность стала на место непрерывности». На всех очерченных этапах физика ставила перед собой одну и ту же цель: найти в лабиринте наблюдаемых фактов объективную гармонию. Существование и постижимость такой гармонии — итог истории науки. «Мы желаем, чтобы наблюдаемые факты логически следовали из нашего понятия реальности»³³.

Этот итог стоял в центре научных, а следовательно, и всех жизненных интересов Эйнштейна. Рационализм, преемственно связанный с мировоззрением Спинозы, обогащенный трехвековым развитием науки и практики, приобретает наиболее общую форму: логика научной мысли в идеале приводит к совокупности эмпирически постигаемых физических соотношений.

Характерно отношение Эйнштейна к вышедшей книге. Подготовка «Эволюции физики» очень увлекла его, но как только рукопись была закончена, он потерял к ней всякий интерес, не взглянул ни на корректуру, ни на вышедшие экземпляры. Чтобы не обидеть издателей, Инфельд отвечал на их вопросы, что Эйнштейну понравилось оформление книги. В действительности он и не раскрывал книгу.

³³ Там же, с. 542—543.

Трагедия атомной бомбы

Атом — это скупой богач, который при жизни вовсе не тратит денег (энергии). Но в завещании он оставляет свое состояние двум сыновьям M' и M'' с условием, что они отдадут обществу небольшую часть — меньше одной тысячной — состояния (энергии или массы). Состояние, получаемое сыновьями, таким образом, несколько меньше, чем состояние, которым владел отец (сумма масс $M'+M''$ несколько меньше, чем масса M делящегося атома). Но часть, отдаваемая обществу, относительно небольшая, все же настолько громадна (рассматриваемая как кинетическая энергия), что она несет с собой для общества угрозу несчастья. Отвратить эту угрозу — стало самой настоятельной проблемой нашего времени.

Эйнштейн

С самого начала цивилизации вплоть до середины нашего века энергетической основой производства были процессы перегруппировки атомов — химические реакции горения, освобождающие количества энергии, несопоставимо малые по сравнению с внутренней энергией тел. Начиная с первых атомных установок используются процессы, в которых выделяются количества энергии, сопоставимые с массами тел, умноженными на квадрат скорости света. Речь идет об установках мирного значения. Когда был сконструирован тепловой двигатель, в котором поршень уже с первым тактом навсегда покидал цилиндр, т. е. когда было изготовлено огнестрельное оружие, — новая эра в энергетике не началась. Она началась с первых тепловых двигателей, в которых расширение газа или пара приводило к вращению валов рабочих машин. Соответственно и атомная эра открылась не первой атомной бомбой, а первой атомной электростанцией.

Освобождение атомной энергии основано на закономерностях, открытых благодаря применению теории относительности в физике атомного ядра. В последней экспериментальные исследования показали, что масса ядра атома меньше суммы масс всех входящих в это ядро

частиц — протонов и нейтронов. Такая недостаточность массы ядра по сравнению с суммой масс ядерных частиц получила объяснение в атомной физике на основе найденного Эйнштейном соотношения массы и энергии. В различных ядрах частицы как бы упакованы с различной компактностью; для отрыва частицы от остальных требуется различная энергия. Энергия связи частиц в ядре меняется при переходе от одного элемента периодической системы к другому. Согласно соотношению Эйнштейна, различиям в энергии соответствуют различия в массе; масса ядра отстает в той или иной мере от точного значения суммы масс частиц, образующих ядро.

Превращения одних ядер в другие — деление тяжелых ядер или соединение легких ядер в более тяжелые — приводят к изменению «компактности» упаковки. При подобных реакциях масса получившихся ядер может быть меньше, чем масса исходных. Это уменьшение массы соответствует освобождению энергии: освободившаяся энергия равна уменьшению массы, помноженному на квадрат скорости света.

Расчеты, основанные на указанных выводах теории относительности, позволяют утверждать, что освобождение энергии происходит при ядерных реакциях в наиболее тяжелых ядрах, а также при реакциях, в которых участвуют самые легкие ядра.

Ядра наиболее тяжелых элементов (элементов с наибольшими атомными весами), стоящих в конце периодической системы Менделеева, обладают меньшей «компактностью», чем ядра средних элементов. Поэтому при переходе от тяжелых ядер к средним, иначе говоря, при делении тяжелых ядер, состоящих из большого числа протонов и нейтронов, на меньшие, энергия освобождается. Эти соотношения и описаны во взятых в качестве эпиграфа к этой главе строках Эйнштейна, посвященных скупому богачу, делящему свое состояние между сыновьями.

Напротив, у легких ядер, стоящих в самом начале системы Менделеева, выигрыш в «компактности» происходит при слиянии ядер в несколько большие. Когда ядра водорода соединяются в ядра гелия, освобождается большое количество энергии.

Таким образом, теория относительности, примененная в ядерной физике, позволила предвидеть два типа реакций: деление тяжелых ядер и соединение самых легких

ядер. Эти реакции выделяют энергию; ядра, получившиеся в результате таких реакций, обладают меньшей массой, чем исходные. Энергия, равная уменьшению массы, помноженному на квадрат скорости света, должна выделяться при таких реакциях в гигантских количествах. Из грамма вещества получится в сотни тысяч раз больше энергии, чем при сгорании вещества.

В конце тридцатых годов была открыта реакция деления ядер урана. Эти тяжелые ядра, когда их бомбардируют нейтронами, раскалываются каждое на две части — ядра средних элементов. При этом должна выделиться энергия, равная уменьшению массы, умноженному на квадрат скорости света.

Вскоре выяснилось, что при делении ядра урана возникают нейтроны, которые способны вызвать деление соседних ядер, — таким образом, процесс приобретает характер цепной реакции, и, раз начавшись, деление охватывает всю массу урана, в которой началось деление. К таким результатам пришел Фредерик Жолио-Кюри во Франции, а также Энрико Ферми, начавший работать над делением урана в Италии и вскоре бежавший из-под власти Муссолини и поселившийся в США. Здесь над проблемой урана работали Лео Сцилард и другие.

Заря атомной эры занималась, когда политический горизонт был омрачен тучами. Гитлеровская Германия быстро наращивала свой военный потенциал. Больше, чем когда-либо, Эйнштейн задумывался о том, в чьи руки попадут результаты физических исследований. Он предвидел близкое начало мировой войны. Инфельд рассказывает, что Эйнштейн хорошо понимал значение событий в Испании — нападения на республику — как репетиции тотальной фашистской агрессии. Он надеялся на успешное отражение нападения.

«Помню блеск его глаз, когда я сказал ему, что дневные выпуски газет сообщили о большой победе республиканцев. — Это звучит, как песня ангелов, — сказал он с подъемом, который мне редко приходилось у него наблюдать»¹.

Не прошло двух лет, и война началась. Летом 1939 г. Эйнштейн был поставлен перед вопросом, ни с чем не сопоставимым по важности и остроте.

¹ Успехи физических наук, 1956, 59, вып. 1, с. 156.

В июле 1939 г. два физика, Вигнер и Сцилард, направились на берег моря в Лонг-Айленд, где Эйнштейн проводил летнее жаркое время года. Об этой поездке со слов Вигнера и Сциларда рассказывает Роберт Юнг в своей книге «Ярче тысячи солнц»².

Они долго безуспешно искали дачу, которую снимал Эйнштейн. В конце концов Сцилард воскликнул: «Давайте все бросим и отправимся домой! Может быть, здесь виден перст судьбы? Возможно, мы делаем большую ошибку, пытаюсь использовать помощь Эйнштейна в обращении к властям с делом такого рода. Раз правительство получает выгоду от чего-то, оно никогда не допустит...»

«Но наш долг — предпринять такой шаг, — перебил Вигнер. — Мы должны сделать свой вклад в дело предупреждения страшного бедствия»³.

«Страшное бедствие», которое хотели предотвратить ехавшие к Эйнштейну физики, состояло в изготовлении урановой бомбы в нацистской Германии. Сведения, просочившиеся оттуда, возбудили у Сциларда и некоторых других физиков мысль о возможности появления ядерного оружия у гитлеровской армии. Сцилард стучался во все двери, чтобы предупредить о такой опасности и посеять у правительства США тревогу. Но у Сциларда не было тогда связей, его имя не было известно руководящим кругам, в которых такие понятия, как «энергия связи ядер», «деления ядер» и т. п., не ассоциировались с практическими задачами. Сцилард решил обратиться с помощью Эйнштейна к бельгийской королеве-матери Елизавете. Бельгия располагала тогда запасами урана, и Сцилард надеялся помешать их использованию в Германии. У него были и менее определенные намерения через посредство Эйнштейна привлечь к проблеме урановой бомбы внимание правительственных учреждений США. По-видимому, Сцилард чувствовал колоссальную ответственность, связанную с такой инициативой, нервничал, видел в случайных и мелких препятствиях перст судьбы. В его памяти запечатлелись все детали фатальной поездки.

В конце концов семилетний мальчик на улице указал дачу, где жил Эйнштейн, — он хорошо знал его.

² Юнг Р. Ярче тысячи солнц. Повествование об ученых-атомниках. М., 1960, с. 78—81. Воспоминания Сциларда см.: Helle Zeit, 98—104.

³ Юнг Р. Ярче тысячи солнц, с. 78.

«Возможность цепной реакции в уране, — рассказывает Сцилард, — не приходила в голову Эйнштейну. Но почти сразу же, как я начал рассказывать ему о ней, он оценил возможные последствия и изъяснил готовность помочь нам. Но нам казалось все же целесообразным до обращения к бельгийскому правительству информировать о предполагаемом шаге Государственный департамент в Вашингтоне. Вигнер предложил составить проект письма к бельгийскому правительству и послать копию его в Государственный департамент. На этом Вигнер и я покинули дачу Эйнштейна»⁴.

Сцилард посоветовался с некоторыми своими знакомыми и, наконец, повидался с финансистом Александром Саксом, другом и неофициальным советником Рузвельта, часто бывавшим у президента. Сакс оценил значение информации о делении урана. Они решили, чтобы письмо Эйнштейна было адресовано Рузвельту, и заготовили проект письма.

Второго августа Сцилард, на этот раз с Эдвардом Теллером, вновь поехал к Эйнштейну. Впоследствии, когда все участники этого дела в какой-то мере почувствовали бремя ответственности, им хотелось восстановить все детали — выяснить, в частности, кто составил окончательный текст письма.

Сцилард рассказывает:

«Насколько я помню, Эйнштейн диктовал письмо Теллеру по-немецки, а я использовал текст этого письма как основу еще для двух вариантов, одного сравнительно краткого и другого довольно длинного. Оба они были адресованы президенту. Я предоставил Эйнштейну выбрать тот, который он предпочитал. Он выбрал длинный вариант. Я подготовил также меморандум в качестве пояснения к письму Эйнштейна»⁵.

Теллер, напротив, утверждал, что Эйнштейн только подписал привезенное письмо. Так же рассказывал об этом и Эйнштейн.

Приведем текст письма.

«Альберт Эйнштейн, Олд Гров-Род,
Нассау Пойнт Пеконик,
Лонг-Айленд, 2 августа 1939.

⁴ Там же, с. 79.

⁵ Там же, с. 80.

Ф. Д. Рузвельту
Президенту Соединенных Штатов
Белый дом, Вашингтон
Сэр!

Некоторые недавние работы Ферми и Сциларда, которые были сообщены мне в рукописи, заставляют меня ожидать, что элемент уран может быть в ближайшем будущем превращен в новый и важный источник энергии. Некоторые аспекты возникшей ситуации, по-видимому, требуют бдительности и в случае нужды быстрых действий со стороны правительства. Я считаю своим долгом обратиться Ваше внимание на следующие факты и рекомендации.

В течение последних четырех месяцев благодаря работам Жолио во Франции, а также Ферми и Сциларда в Америке стала вероятной возможность ядерной реакции в крупной массе урана, вследствие чего может быть освобождена значительная энергия и получены большие количества радиоактивных элементов. Можно считать почти достоверным, что это будет достигнуто в ближайшем будущем.

Это новое явление способно привести также к созданию бомб, возможно, хотя и менее достоверно, исключительно мощных бомб нового типа. Одна бомба этого типа, доставленная на корабле и взорванная в порту, полностью разрушит весь порт с прилегающей территорией. Такие бомбы могут оказаться слишком тяжелыми для воздушной перевозки.

Соединенные Штаты обладают малым количеством урана. Ценные месторождения находятся в Канаде и Чехословакии. Серьезные источники — в Бельгийском Конго.

Ввиду этого положения не сочтете ли Вы желательным установление постоянного контакта между правительством и группой физиков, исследующих проблемы цепной реакции в Америке? Для такого контакта Вы могли бы уполномочить лицо, пользующееся Вашим доверием, неофициально выполнять следующие обязанности:

а) поддерживать связь с правительственными учреждениями, информировать их об исследованиях и давать им необходимые рекомендации, в особенности в части обеспечения Соединенных Штатов ураном;

б) содействовать ускорению экспериментальных работ,

ведущихся сейчас за счет внутренних средств университетских лабораторий, путем привлечения частных лиц и промышленных лабораторий, обладающих нужным оборудованием.

Мне известно, что Германия в настоящее время прекратила продажу урана из захваченных чехословацких рудников. Такие шаги, быть может, станут понятными, если учесть, что сын заместителя германского министра иностранных дел фон Вейцекер прикомандирован к Институту кайзера Вильгельма в Берлине, где в настоящее время повторяются американские работы по урану.

Искренне Ваш

*Альберт Эйнштейн»*⁶.

Вмешательство Эйнштейна было завершением длительной эволюции его отношения к окружающему. Вместе с тем этот акт связан с очень характерными особенностями начала атомной эры.

К какому типу мыслителей принадлежит Эйнштейн — к затворникам или же к активным участникам исторических событий? Куно Фишер когда-то сравнивал двух философов нового времени. Один из них — Спиноза, никогда не общавшийся с властью имущими, независимый от них, выбравший себе в качестве профессии гранение алмазов, чтобы никто и ничто не мешало уединенным размышлениям. Второй — Лейбниц, советник королей, автор бесчисленных политических и административных проектов, человек, эпистолярное наследство которого состоит из 15 000 писем. Между ними не только различие индивидуальных склонностей, но и различие требований, адресуемых мыслителю в разное время, и различие общих концепций, из которых в одном случае вытекает бегство от житейской суеты, а в другом — активное вмешательство в жизнь.

Эйнштейн по своим склонностям был близок к Спинозе. Он не раз говорил о профессии рабочего, ремесленника, смотрителя маяка как об идеальном общественном положении мыслителя. И он долго отказывался от вмешательства в жизнь окружающих, от общественных выступлений, от активного воздействия на события, происходившие в университете, городе, стране, мире... Его при-

⁶ Helle Zeit, 96—97.

званием, мечтой, служением была наука, чистая — в самом различном смысле этого слова — наука.

И тем не менее ни один из естествоиспытателей не вмешивался в мирские дела с такой энергией и с таким эффектом, как Эйнштейн. Это началось не в 1939 г., а почти на двадцать пять лет раньше, во время первой мировой войны; потом еще больше Эйнштейн занимался делами мира в годы нагрянувшей славы, во время путешествий, в борьбе с нацизмом, — в общем, всю жизнь в нарастающей степени. И вот теперь ему предстояло «перерезать ленту» перед таким, быть может, роковым вмешательством науки в дела людей, какого еще никогда не было.

Разумеется, никто — и меньше всех Эйнштейн — не мог думать, что последовавшие события зависели от действий Эйнштейна. Подпись Эйнштейна на письме, адресованном Рузвельту, не была ключом к ящику Пандоры. Но участие Эйнштейна, хотя бы и минимальное, в организации экспериментальных работ по делению урана и его последующая весьма активная борьба против военного применения атомной энергии — характерное знамение времени. Не только потому, что Эйнштейну принадлежит формула, связывающая энергию с массой. Теория относительности стала в свое время символом чего-то очень далекого от жизни, интересов и надежд людей. И вместе с тем она была объектом самого напряженного общего интереса. Теперь интуитивная уверенность в не только теоретической значительности концепции Эйнштейна начинала оправдываться. Человечество приблизилось к такому историческому рубежу, когда наука стала источником самых светлых надежд и самых мрачных опасений. Теперь отказываться от активного вмешательства было бы изменой науке: ее существо, ее объективность, рациональность и правдивость требуют, чтобы надежды людей оправдались, а опасения исчезли.

Перед Эйнштейном стоял призрак Гитлера, вооруженного атомной бомбой. С другой стороны, он не чувствовал доверия к правящим кругам США.

Это недоверие было настолько сильным, что уже в сентябре 1940 г. Эйнштейн говорил о своем письме Рузвельту как о «самом печальном воспоминании жизни» и оправдывал его опасениями, связанными с подготовкой атомной бомбы в Германии.

Письмо Эйнштейна было вручено Саксом Рузвельту не скоро — только 11 октября — и не произвело впечатления на президента. Как ни странно, на Рузвельта подействовал (на следующий день за завтраком) рассказ Сакса о том, как Наполеон прогнал Фултона с его проектом парохода и не мог использовать суда с новыми двигателями для вторжения в Англию. «Прояви тогда Наполеон больше воображения и сдержанности, история XIX столетия могла бы развиваться совершенно иначе», — добавил Сакс.

Выслушав эту фразу, Рузвельт написал записку слуге Белого дома, сервировавшему завтрак, и тот вскоре принес бутылку французского коньяка наполеоновских времен и налил его в рюмки. Рузвельт вызвал своего военного помощника генерала Уотсона, и машина подготовки к созданию атомной бомбы завертелась. Вертелась она не слишком быстро, и в марте следующего 1940 г. Эйнштейн послал президенту второе письмо, где снова говорилось о возросшем интересе нацистской Германии к урану. Но, несмотря на поддержку Рузвельта, в правительственных и деловых кругах задерживали развертывание работ. Судя по воспоминаниям Сциларда и других первых участников этих работ, в указанных кругах теоретическая мысль пользовалась очень небольшим кредитом. Делу помогал энтузиазм привлеченных к выполнению программы физиков и инженеров. Они разделяли с инициаторами дела и веру в теоретические расчеты и страх перед нацистской бомбой.

Разгром нацистской Германии устранил этот страх. Но появилась новая опасность.

«В 1945 г., когда мы перестали беспокоиться о том, что немцы могут сделать с нами, мы начали беспокоиться о том, что правительство Соединенных Штатов может сделать с другими странами»⁷, — писал впоследствии Сцилард.

И вот он снова едет к Эйнштейну, чтобы с его помощью вручить Рузвельту свой меморандум — попытку предотвратить атомную бомбардировку городов Японии. Письмо было Эйнштейном послано, но не дошло до адресата. 12 апреля 1945 г., в день неожиданной смерти Рузвельта, оно лежало неп прочитанным на его столе.

⁷ Юнг Р. Ярче тысячи солнц, с. 157.

Трагедия Хиросимы и Нагасаки была тяжелым испытанием для Эйнштейна. Антонина Валлентен рассказывает о своей беседе с Эйнштейном, в которой была затронута эта тема.

«„В действительности я выполнил роль почтового ящика а, — говорил Эйнштейн. — Мне принесли готовое письмо, и я должен был его подписать". Мы говорили об этом в рабочем кабинете Эйнштейна в Принстоне. Сероватый свет проникал сквозь стекла большого окна и падал на изборожденное морщинами лицо и на глаза Эйнштейна, казалось, опаленные огнем его взгляда. Наступило молчание, тяжелое от немых вопросов. Его взгляд, как всегда, сверкающий, был обращен на меня. Я сказала: „И тем не менее вы нажали кнопку". Он быстро отвернулся и посмотрел в окно на пустынную долину и ярко-зеленую лужайку с группой заслоняющих горизонт старых деревьев. Потом, отвечая, казалось, не мне, а верхушке дерева, на которой остановился его взгляд, Эйнштейн произнес тихо и задумчиво, разделяя слова: „Да, я нажал на кнопку..."»⁸

Фраза: «Да, я нажал на кнопку» — может быть понята таким образом, будто Эйнштейн считал свое письмо Рузвельту причиной катастрофы, обрушившейся в 1945 г. на Хиросиму и Нагасаки и нависшей над всей Землей. Такое впечатление осталось, по-видимому, у Антонины Валлентен и высказано в приведенном отрывке. Эллен Дюкас сказала однажды, что фраза: «Да, я нажал на кнопку» — не соответствует характерному для Эйнштейна представлению о значении его личности и его поступков для судеб человечества. Эйнштейну было органически чуждо представление о зависимости больших исторических событий от воли выдающихся людей — «творцов истории». Себя он во всяком случае не причислял к таким творцам — подобная мысль, как и вообще мысли о себе, о своей роли в науке и в истории, никогда не приходила и не могла прийти Эйнштейну в голову. Он в абсолютной степени владел искусством толстовской «зеленой палочки»; вернее, отрешенность от мыслей о себе была для него не искусством, а органическим свойством внутреннего мира.

⁸ Vallentin A. Le drame d'Albert Einstein, p. 215.

К этому следует прибавить, что письмо Рузвельту для всех знакомых с историей работ по ядерной энергии не могло соответствовать выражению «я нажал на кнопку». Не этот эпизод был причиной глубокой трагедии, которую ощущал Эйнштейн в 1945 г. и в последующие годы.

Трагедия атомной бомбы была лишь наиболее тяжелым выражением того, что мучило Эйнштейна издавна. С присущим ему чувством личной ответственности за все зло, которое существует в мире, он особенно глубоко переживал большую, многовековую трагедию иррационального и разрушительного использования достижений разума. Разум человечества ищет гармонию в природе и по своим внутренним тенденциям ведет общество к гармонии, к рациональной организации общественной жизни. Но в антагонистическом обществе плоды разума могут стать отравленными, и каждая научная идея, каждое открытие внутреннего *ratio* мира могут стать оружием иррациональных сил. Подобные мысли Эйнштейн высказывал не раз в течение многих лет. Теперь речь шла о применении одного из основных выводов теории относительности. Но Эйнштейн ощущал свою ответственность за характер указанного применения не потому, что он был создателем теории относительности, — Эйнштейн никогда не думал о себе как о ее создателе, и вообще строй его мыслей исключал подобные самооценки. Слияние с коллективным разумом человечества, чувство ответственности за науку в целом делали для Эйнштейна таким тяжелым новым актом длительной трагедии научного творчества. Эта тяжесть не подрывала уверенности в том, что человечество может устранить опасность атомной войны и использовать плоды науки для созидания. Сама по себе атомная энергия не угрожает человечеству — ему угрожает злоупотребление новыми силами природы. «Открытие ценных атомных реакций, — писал Эйнштейн, — так же мало грозит человечеству уничтожением, как изобретение спичек; нужно только сделать все для устранения возможности злоупотребления этим средством».

Эйнштейн говорил, что атомная энергия приводит к количественному возрастанию срочности и важности старой проблемы. «Освобождение атомной энергии не создает новой проблемы, но делает более настоятельным разрешение старой проблемы», — писал Эйнштейн в ноябре 1945 г. Проблема состоит в возможности агрессивного и

разрушительного применения научных открытий. Эйнштейн верил в грядущее радикальное разрешение этой старой проблемы, в перестройку общества на рациональных началах и в полное использование научных открытий в интересах людей.

Однако эта уверенность, в свою очередь, не устраняла трагедии, не позволяла Эйнштейну забыть о том, что произошло вчера в Хиросиме и может произойти завтра в другом городе. Она не освобождала Эйнштейна от ощущения моральной ответственности за пути использования науки. Всю свою жизнь Эйнштейн не мог примириться с общественными противоречиями, забыть о них хотя бы на минуту, опуститься до социального и этического равнодушия и житейских компромиссов.

В мае 1946 г. Эйнштейн говорил о трагедии атомной бомбы с Ильей Эренбургом. Приведем прежде всего отрывок из воспоминаний Эренбурга.

«Эйнштейну, когда я его увидел, было за шестьдесят лет; очень длинные седые волосы старили его, придавали ему что-то от музыканта прошлого века или от отшельника. Был он без пиджака, в свитере, и вечная ручка была засунута за высокий воротник, прямо под подбородком. Записную книжку он вынимал из брючного кармана. Черты лица были острыми, резко обрисованными, а глаза изумительно молодыми, то печальными, то внимательными, сосредоточенными, и вдруг они начинали смеяться задорно, скажу, не страшась слова, по-мальчишески. В первую минуту он показался мне глубоким стариком, но стоило ему заговорить, быстро спуститься в сад, стоило его глазам весело поиздеваться, как это первое впечатление исчезло. Он был молод той молодостью, которую не могут погасить годы, он сам ее выразил брошенной мимоходом фразой: „Живу и недоумеваю, все время хочу понять...”»⁹

Эренбург записал некоторые замечания Эйнштейна, в том числе относившиеся к атомной бомбе. Эйнштейну казалось особенно страшным, что у многих людей в Америке разрушение Хиросимы и Нагасаки не ассоциировалось с тревогой за моральные идеалы и культурные ценности, накопленные за тысячелетия, прошедшие после появления человека на Земле. Такая потеря памяти ка-

⁹ Эренбург И. Собр. соч., т. 9. М., 1967, с. 520.

залась Эйнштейну величайшей угрозой для цивилизации. Он говорил Эренбургу:

«В Центральной Африке существовало небольшое племя — говорю „существовало" потому, что читал о нем давно. Люди этого племени давали детям имена Гора, Пальма, Заря, Ястреб. Когда человек умирал, его имя становилось запретным (табу), и приходилось подыскивать новые слова для горы или ястреба. Понятно, что у этого племени не было ни истории, ни традиций, ни легенд, следовательно, оно не могло развиваться — чуть ли не каждый год приходилось начинать все сначала. Многие американцы напоминают людям этого племени... Я прочитал в журнале „Ньюйоркер" потрясающий репортаж о Хиросиме. Я заказал по телефону сто экземпляров журнала и роздал моим студентам. Один потом, поблагодарив меня, в восторге сказал: „Бомба чудесная!.." Конечно, есть и другие. Но все это очень тяжело...»

Далее Эйнштейн упомянул об отказе от логики, от разума, от рационализма как о фатальной опасности.

Речь идет не об неизбежной эволюции логики, о ее парадоксализации, об изменении самого разума (его «углублении в самого себя»), об эволюции рационализма. Речь идет о логике в целом, которой угрожают алогические прорисания. «Дважды два — четыре» противостоит фразе, приведенной в романе Германа Гессе «Игра в бисер»: «Сколько будет дважды два, должны решить не ученые, а господин генерал...» Речь идет о рационализме, противостоящем иррационализму и деспотизму.

Трагедия Эйнштейна и трагедия неклассической науки состоит в разрыве между рационалистическим духом науки и иррациональным характером ее применения. Философские выводы науки, ее эмоциональный аккомпанемент, ее моральные эквиваленты обосновывают претензии разума на суверенитет, неклассическая наука направлена против иррационализма и неизбежно переходит от идеала космической гармонии к моральной и социальной гармонии. Но использование выводов науки, особенно тогда, когда эти выводы кристаллизуются в определенную рецептуру и как бы отделяются от ищущего разума, пронизанного спинозовский *amor intellectualis*, могут быть использованы в интересах воинствующего иррационализма, тянущего историю вспять от идеалов общественной гармонии. Поэтому для Эйнштейна борьба против атомной

угрозы была частью общей борьбы против общественной неправды.

Общественная и моральная непримиримость характерна для многих подлинных ученых. Служение науке требует такой независимости, последовательности, честности и смелости, которые в общем случае несовместимы с моральными компромиссами. Житейский и общественный оппортунизм часто бывает прологом идейного оппортунизма в науке и полного или частичного отказа от подлинно научных поисков. Но если для всех ученых научные и этические критерии переплетены, то у Эйнштейна, как это уже говорилось, они были слиты.

Поэтому он глубже, чем кто-либо другой из естествоиспытателей его поколения, переживал трагедию военно-агрессивного применения науки. Именно глубже, потому что непосредственные участники изготовления атомной бомбы пережили катастрофу в Хиросиме, быть может, острее и болезненнее. Для Эйнштейна речь шла не только о ряде ядерных исследований, в которых он, собственно, и не участвовал, а о науке в целом. С другой стороны, деятельность атомных учреждений США была наиболее рельефным выражением зависимости науки от иррациональных сил. Тот же демон иррационального выглядывал из протоколов всякого рода совещаний в военном ведомстве, в промышленных корпорациях и в зависимых от них университетах и институтах. Этот демон теперь не проклинал науку, но он заставлял науку служить ему. С вершин абстрактной мысли, где Эйнштейн чувствовал себя в своей стихии, было видно, что наука в целом попала в тяжелую зависимость от кругов, чуждых и враждебных бескорыстному служению истине. Для Эйнштейна наука была синонимом свободной мысли, служащей чему-то надличному и рациональному. Наука служит практическим интересам, не изменяя своему рациональному смыслу и выявляя этот смысл наиболее полным образом, если практические интересы состоят в рациональном, основанном на разуме и науке, а следовательно, на истине и справедливости, переустройстве общества и природы. Практика рационального, гармоничного общества — основа свободного и гармоничного развития, рациональной мысли. Интересы антагонистического строя враждебны истине и служат для науки внешними для нее, принудительными условиями.

Милитаризация науки и агрессивный курс внешней политики заставили Эйнштейна в феврале 1950 г. выступить по телевидению со следующей оценкой послевоенного положения в США:

«Создавали военные базы во всех пунктах Земли, которые могут приобрести стратегическое значение. Вооружали и усиливали потенциальных союзников. Внутри страны в руках военных сосредоточилась невероятная финансовая сила, молодежь была милитаризована, производилась тщательная слежка за лояльностью граждан, особенно государственных служащих, с помощью все более внушительного полицейского аппарата. Людей с независимой политической мыслью всячески запугивали. Радио, пресса и школа обрабатывали общественное мнение»¹⁰.

Выступления Эйнштейна против проверки лояльности продолжались и позже. В мае 1953 г. к нему обратился за советом Вильям Фрауэнгласс, учитель из Бруклина. Он был вызван в комиссию по расследованию, его обвиняли в поддержке интернациональных культурных связей. Фрауэнгласс отказался давать показания о своих политических взглядах. Это грозило ему множеством бед. Получив письмо Фрауэнгласса, Эйнштейн в мае направил ему, а в июне 1953 г. опубликовал в газете следующий ответ:

«Дорогой мистер Фрауэнгласс!

Проблема, вставшая перед интеллигенцией этой страны, весьма серьезна. Реакционные политики посеяли подозрения по отношению к интеллектуальной активности, запугав публику внешней опасностью. Преуспев в этом, они подавляют свободу преподавания, увольняют непокорных, обрекая их на голод. Что должна делать интеллигенция, столкнувшись с этим злом? По правде, я вижу только один путь — революционный путь неповиновения в духе Ганди. Каждый интеллигент, вызванный в одну из комиссий, должен отказаться от показаний и быть готовым к тюрьме и нищете. Короче, он должен жертвовать своим благополучием в интересах страны. Отказ от показаний не должен сопровождаться уловками... Он должен быть основан на убеждении, что для гражданина позорно подчиниться подобной инквизиции, оскверняя-

¹⁰ *Einstein. Ideas and Opinions*, p. 159—160.

щей дух конституции. Если достаточное число людей вступит на этот тяжелый путь, он приведет к успеху. Если нет — тогда интеллигенция этой страны не заслуживает ничего лучшего, чем рабство»¹¹.

Вернемся к противопоставлению Спинозовской традиции изоляции от мира и Лейбницевской традиции непрерывного участия в мирских делах.

Для Эйнштейна характерно единство Спинозовского «телескопического» и Лейбницевского «микроскопического» взгляда на мир. В классической науке постижение общих закономерностей бытия в уединенных размышлениях и изучение деталей мира, неотделимое от вмешательства в дела мира, идут рядом, оплодотворяя друг друга. Они связаны с двумя критериями: внутреннего совершенства и внешнего оправдания теории и могут реализовываться в какой-то мере изолированно. В неклассической науке они связаны гораздо ближе и тесней. Здесь постижение деталей все время сталкивается с парадоксальными фактами, которые находят рациональное объяснение в рамках преобразованной общей схемы мироздания.

Соответственно, изоляция от мира оказывается поисками нового мира, новой его картины, новых интегральных принципов бытия. Соответственно, «ученый-отшельник» становится активным преобразователем мира.

Фундаментальный динамизм неклассической науки меняет отношение поисков космической гармонии к борьбе за социальную гармонию, отношение постижения *сущего* к реализации *должного*, отношение науки к морали, научных идеалов к общественным. К этой проблеме мы вернемся в третьей части книги. Сейчас отметим только, что указанная проблема — не биографическая; это переход от биографии к истории. Причем не простой отбор биографических данных, обладающих историческим значением, оказавшихся ступенями общего поступательного движения науки. Нет, ощущение космической гармонии и социальной гармонии, соединение объяснения сущего с реализацией должного включает исторический процесс в содержание индивидуальной жизни, делает это содержание бессмертным. К этим понятиям и проблемам мы сейчас и перейдем.

¹¹ Ibid., p. 33—34.

Смерть

ПОСЛЕДНИЕ ГОДЫ
НЕКЛАССИЧЕСКАЯ НАУКА
И ПРОБЛЕМА СМЕРТИ
И СТРАХА СМЕРТИ
СМЕРТЬ ГУЛЛИВЕРА

Последние годы

Стремление к истине ценнее, дороже уверенного обладания ею.

Лессинг

С конца сороковых годов в письмах Эйнштейна все чаще мелькают замечания об усталости, общей усталости от жизни. И вместе с ними все чаще звучит печальная, хотя и примиренная нота прощания с уходящими из жизни и с самой жизнью. Эта спокойная грусть похожа на то настроение, которое иногда охватывает человека в тихие вечера. Подобное настроение редко входит в логически упорядоченное мировоззрение человека, оно остается эмоциональным, сотканным из полутонов, неосознанным. Человеку жалко прошедшего дня, его навсегда исчезающей неповторимой индивидуальности, того, что было и уже навсегда кануло в Лету. Ему жалко и индивидуальной человеческой жизни. Грусть об уходящем дне не закрывает радостного ожидания следующего дня, грусть об уходящей индивидуальной жизни не противоречит оптимистическому ощущению бессмертия бытия в целом. Она дополняет его и неотделима от него. Признание ценности и неповторимости локального, конкретного, индивидуального делает эпикурейское отрицание смерти более человеческим, оно превращает логическую формулу в человеческую эмоцию. В свою очередь, мысль о бессмертии бытия делает примиренной и какой-то прозрачной и акварельной грусть об исчезающей индивидуальной жизни.

Позже, в главе о связи между проблемой смерти и неклассической наукой, мы увидим очень яркую, отчетливо выраженную эпикурейско-оптимистическую линию в соз-

нании Эйнштейна, его действительное игнорирование индивидуальной смерти и безразличие по отношению к ней. Но она не исключала грусти об уходящей жизни. Что характерно для Эйнштейна, это сочетание относительного безразличия к собственной жизни с интенсивной, хотя и примиренной, грустью об ушедших и уходящих близких людях. Они уходили один за другим. Выше говорилось о реакции Эйнштейна на смерть Эльзы, о его мыслях, связанных с самоубийством Эренфеста, с кончиной Ланжевена и Марии Кюри, с медленным угасанием Майи Эйнштейн, о котором он писал Соловину с такой — повторим еще раз это слово — примиренной и в то же время глубокой, щемящей грустью.

Эти чувства накладывались на постоянное ощущение одиночества, связанное с непостижимостью космической гармонии — все новыми неудачами при построении единой теории поля, с уже давним разделением дороги, по которой шел Эйнштейн, и дороги, по которой шло большинство физиков в тридцатые — пятидесятые годы. Но недостижимой оказалась и моральная гармония, впечатления окружающей действительности были источником глубокой неудовлетворенности.

Как уже было сказано, трагический разрыв между тем, что ученый ждет от науки, и тем, что он может сделать в ней, был характерен не только для Эренфеста, но и для самого Эйнштейна. Но здесь существовало радикальное различие. Для Эйнштейна конфликт между научным прогнозом и научными результатами был по преимуществу внеличным. Он видел дальше, чем Эренфест, дальнейшие пути науки, и вместе с тем он глубже ощущал недостаточность того, что сделано, и трудность предстоящего пути. Недостаточность того, что сделано к середине столетия наукой в целом. Трудность того, что предстоит сделать науке в будущем.

Эйнштейн ощущал указанный разрыв как объективную черту новой, неклассической науки. Она лишила былой неподвижности самые фундаментальные принципы, и теперь частные результаты колеблют основные устои науки и открывают новые перспективы все более радикальных преобразований картины мира. Новые результаты включают не только ответы (лессинговское «уверенное обладание истиной»), но и новые вопросы, противоречия, прогнозы (лессинговское «стремление к истине»).

Поэтому для неклассической науки приобретают особую ценность прогнозы, идеалы физического объяснения, еще не получившие сколько-нибудь однозначного характера. Прогнозно-вопрошающая компонента в современной науке находится в ином отношении к результативно-утверждающей, чем это было в классической науке, ценность ее стала большей и, что особенно важно, более явной.

Разрыв между указанными компонентами был в глазах Эйнштейна великим, он был объективным. Именно подобные объективные констатации превращали личную драму в объективную «драму идей». Последняя и выталкивала из сознания мысли о собственной судьбе и собственном жизненном пути.

Не следует понимать это утверждение слишком односторонне и прямолинейно. Превращение личной драмы в объективную не лишало ее в полной мере личного характера, иначе она перестала бы быть фактом биографии. Впрочем, не только биографии, но и истории — ведь речь идет о *человеческой* истории, которая включает все индивидуальные драмы людей.

Но во всяком случае разрыв между прогнозно-вопрошающей компонентой познания — поисками единой теории поля и жадной моральной гармонии, с одной стороны, и «уверенным обладанием истиной», с другой, — не вызывал в душе Эйнштейна желания подвести итоги своему личному вкладу в науку, и в литературном наследстве Эйнштейна трудно найти итоговую оценку жизненного пути.

Из выступлений Эйнштейна весной 1955 г. — последнюю весну его жизни — одно может в некоторой степени считаться итоговим. Это «Автобиографический набросок» — несколько страниц, написанных в марте 1955 г. для юбилейного издания, посвященного столетию Цюрихского политехникума¹. Здесь рассказывается о первой попытке поступления в политехникум и о полугодовом пребывании в кантональной школе в Аарау. Эйнштейн вспоминает о свободной атмосфере в этой школе. Он вспоминает также о занимавшем его в Аарау мысленном эксперименте — движении со скоростью световых волн, которые должны стать неподвижными для наблюдателя, движущегося с такой же скоростью. Несоответствие по-

¹ Эйнштейн, 4, 350—356.

добной картины принципу относительности было началом размышлений, логически связанных с позднейшими идеями, изложенными в 1905 г. в работе «К электродинамике движущихся тел».

Далее Эйнштейн рассказывает о студенческих годах, об отношении к математическим знаниям. Теплые строки посвящены памяти Марселя Гроссмана. Эйнштейн вспоминает бернское патентное бюро: работа в нем создавала благоприятные условия для научного творчества.

После совсем беглого упоминания о специальной теории относительности Эйнштейн сравнительно подробно — на трех страницах — говорит об общей теории относительности. Характеристика идейных поисков, приведших в 1916 г. к законченной формулировке общей теории, очень яркая и оригинальная, она редко встречается в такой лапидарной форме в других высказываниях Эйнштейна.

Автобиографический набросок заканчивается следующими строками о единой теории поля:

«Со времени завершения теории гравитации теперь прошло уже сорок лет. Они почти исключительно были посвящены усилиям вывести путем обобщения из теории гравитационного поля единую теорию поля, которая могла бы образовать основу для всей физики. С той же целью работали многие. Некоторые обнадеживающие попытки я впоследствии отбросил. Но последние десять лет привели, наконец, к теории, которая кажется мне естественной и обнадеживающей. Я не в состоянии сказать, могу ли я считать эту теорию физически полноценной; это объясняется пока еще непреодолимыми математическими трудностями; впрочем, такие же трудности представляет применение любой нелинейной теории поля. Кроме того, вообще кажется сомнительным, может ли теория поля объяснить атомистическую структуру вещества и излучения, а также квантовые явления. Большинство физиков, несомненно, ответят убежденным „нет“, ибо они считают, что квантовая проблема должна решаться принципиально иным путем»².

После этого следует приведенная в эпиграфе фраза: «Как бы то ни было, — прибавляет Эйнштейн, — нам остаются в утешение слова Лессинга: „Стремление к истине ценнее, дороже уверенного обладания ею“».

² Там же, 355—356.

Почему же эти слова подводят итог упоминанию о единой теории поля и автобиографическому наброску в целом?

Для Эйнштейна «истина» — это правда о реальном мире, это картина мира; такая картина бесконечно приближается к своему оригиналу, все более освобождается от произвольных допущений и все в большей степени совпадает с идеалом науки — картиной, где нет эмпирических, не нашедших каузального объяснения физических констант. Но, бесконечно приближаясь к этому идеалу, наука на каждой ступени своего развития обладает некоторой относительной правдой, относительным, приближенным, подлежащим дальнейшей модификации представлением о бытии. «Обладать истиной» — это и значит иметь в руках некоторую определенную картину мира.

Но наука не только «обладает истиной» — рисует некоторую определенную (и ограниченную данным состоянием знаний) схему мироздания. Каждая такая схема, уступая место новой схеме, сохраняет для развивающегося представления о реальном мире некоторое исторически инвариантное, не подлежащее пересмотру содержание. Но этого мало. Наука на каждой ступени своего развития включает внутренние силы развития, проблемы, которые она передает в наследство следующей эпохе. Эта внутренняя энергия науки не облекается обычно в твердые, позитивные формы. Противоречия, которые часто бывают незаметными в данную эпоху и выявляются в следующую, гипотезы, которые ждут пока еще отсутствующего подтверждения, — это связи, соединяющие научные теории эпохи с последующим развитием науки. От них в большей мере зависит скорость научного прогресса.

Указанные потенции науки выявляются, когда некоторая конкретная теория сменяется иной, передавая ей в наследство свои нерешенные проблемы. Когда мы рассматриваем науку в таком аспекте — как бесконечный ряд все более точных и глубоких концепций, мы должны понимать под правдой науки ее сквозные, непрерывно развивающиеся и углубляющиеся проблемы, находящиеся все новые, все более точные и общие решения, служащие основой тождественности науки самой себе, основой бессмертия науки. «Стремиться к истине» — значит подготавливать переход к новой теории, модифицировать исходную теорию.

Единая теория поля была в глазах Эйнштейна еще очень далека от однозначного объяснения структуры мироздания. Эйнштейн это хорошо знал и в приведенном отрывке не впервые выразил мысль о предварительном характере теории. Он не обладал в этой теории истиной. Но единая теория поля вносила в науку очень мощную тенденцию. Она толкала теоретическую физику к синтезу релятивистских и квантовых идей, к синтезу различных, пока еще не связанных и иногда противоречащих одна другой концепций, относящихся к различным полям. В этом смысле единая теория поля находилась в основном фарватере науки. Конкретная форма единой теории поля, предложенная Эйнштейном в сороковые — пятидесятые годы, могла не войти в исторически инвариантное содержание науки. Но лежащая в ее основе тенденция сохранится — мы видим это сейчас особенно отчетливо в связи с развитием квантово-релятивистских представлений о трансмутациях частиц, выражающих взаимодействие различных полей. Ввести такую тенденцию в науку — значит не «обладать истиной», но «стремиться к истине».

Тяжелые, не приводившие к однозначным позитивным результатам поиски единой теории поля были той Голгофой гения, которая (сейчас, в семидесятые годы, это видно весьма явственно) открывала дорогу новой истине, новым звеньям бесконечного приближения к объективной действительности.

Эйнштейн очень глубоко ощущал живую связь между сохраняющимся, сквозным содержанием науки и ее переходящими ценностями. Такая концепция развития науки была подтекстом его уже упоминавшейся беседы с Бернардом Коэном — автором работ о Франклине и Ньюtone. Коэн посетил Эйнштейна за две недели до его смерти³.

В апрельское воскресное утро Коэн подошел к домику с зелеными ставнями. Эллен Дюкас проводила Коэна в кабинет Эйнштейна.

Эйнштейн вошел, познакомился с Коэном, затем вышел и вернулся с трубкой. Он курил, сидя в кресле, покрыв ноги шерстяным одеялом. Эйнштейн был в синем джемпере, в серых фланелевых брюках и в домашних кожаных туфлях.

³ *Cohen B.* An Interview with Einstein. — *Scientific American*, 1955, 193, N 1, p. 69—73.

«Его ли ц о , — пишет К о э н , — казалось созерцательно-трагичным, оно было испещрено глубокими морщинами, но сверкающие глаза разрушали впечатление старости. Глаза слезились, особенно когда Эйнштейн смеялся: он вытирал при этом слезы тыльной стороной руки».

Английский язык Эйнштейна показался Коэну вполне удовлетворительным — Эйнштейн прожил в Америке уже двадцать лет. Сильное впечатление произвел на собеседника контраст между тихой речью и очень громким, отражавшимся от стен смехом Эйнштейна.

Разговор был посвящен в основном истории науки, но коснулся и собственно философских вопросов. Эйнштейн говорил о коренной противоположности между его позициями и позициями Маха и рассказал сравнительно подробно о свидании с Махом в Вене и происходившем у них споре, главным образом относившемся к существованию молекул и атомов. Были упомянуты и философские увлечения следующего поколения физиков. «Они — плохие философы», — сказал Эйнштейн и в качестве примера привел «логический позитивизм». Это направление, как уже говорилось в начале книги, поддерживал «венский кружок» (Филипп Франк, Шлик, Карнап, Нейрат и др.). В отличие от Маха они допускали в науке непосредственно не связанные с ощущениями логические конструкции, но в основном гносеологическом вопросе следовали за Махом и отрицали стоящую за наблюдениями вызывающую ощущения объективную реальность. Эйнштейн, как можно думать, считал несущественным характер различий между «логическим позитивизмом» и ортодоксальным махизмом, как и другие различия между отдельными направлениями позитивизма.

Наибольшее внимание в беседе было посвящено творчеству Ньютона. Коэн отметил одну особенность историко-научных экскурсов Эйнштейна, которую можно поставить в связь с самыми основными чертами его отношения к науке.

Эйнштейн говорил об исторической интуиции в отношении научного творчества.

«С точки зрения Эйнштейна, — передает смысл его слов Коэн, — есть внутренняя, или интуитивная, и внешняя, или документальная, история. Последняя объективнее, а первая интереснее».

Иллюстрируя значение исторической интуиции, Эйн-

штейн попытался вскрыть цепь логических и неосознанных, чисто психологических мотивов, толкающих Ньютона к идее эфира от идеи действия на расстоянии через пустоту. Этот ряд можно интуитивно угадывать, но догадка остается недокументированной; Эйнштейн говорил, что и сам он не может часто рассказать о том, как он пришел к той или иной идее. Историк, быть может, лучше разберется в ходе мысли ученого, чем сам ученый.

Предметом *исторической* интуиции в историко-физических конструкциях служит по преимуществу физическая интуиция. Она, как мы знаем (об этом говорилось в связи с «Эволюцией физики»), приводит к представлениям, которые предваряют, а иногда интерпретируют строгие математические соотношения, сталкиваются друг с другом, образуют «драму идей».

Самое важное для Эйнштейна — это *сохранение* в науке таких идей и их коллизий. Даже в том случае, когда исторические эпизоды «драмы идей» не приводят к эпическим результатам, не выливаются в бесспорные, исторически инвариантные формы, не увенчиваются эпилогами, все равно они продолжают жить в науке.

С этого, собственно, и начался разговор Эйнштейна с Козном на историко-научные темы. Он коснулся частых в истории науки случаев, когда, казалось бы, решенная проблема вновь всплывает в новом аспекте.

«Эйнштейн высказал мысль, что это, быть может, характерно для физики и что некоторые проблемы — из числа основных — могут навсегда остаться с нами».

Речь идет именно не о решениях, а о проблемах, коллизиях, столкновениях, противоречиях, о том, что превращает историю науки в драму идей. Сохранение проблемы, *несмотря на ее решение в данную эпоху*, свидетельствует о приближенном, временном, относительном характере решения. Оно вносит в картину мира позитивное, исторически инвариантное содержание, но не снимает проблему, а углубляет и модернизирует ее, подготавливает ее возвращение в науку.

Чтобы судить о состоянии движения частицы, нужно знать не только ее положение в данный момент, но и производную по времени от ее координат, скорость частицы. Чтобы судить о движении научной мысли, нужно знать не только, до какой точки она дошла, какой ответ она дала на стоявшие перед ней вопросы, но и какова ее скорость,

ее градиент, а это связано не только с ответами, но и с новыми вопросами, с модификацией и углублением старых вопросов, со всем, что адресовано будущему и продолжает жить, когда данный ответ, данная точка, достигнута наукой, уходит в прошлое. Аналогия с движущейся частицей здесь недостаточна, потому что наука движется не только под действием внешнего поля, а в значительной мере спонтанно, в результате внутренних коллизий. Впрочем, быть может, и частица движется так же.

Если видеть в истории науки — даже в самых прочных, достигших ранга очевидности и действительно в *основном* нерушимых концепциях — накопление, углубление и модификацию вопросов, вновь и вновь адресуемых будущему, то историческая ретроспекция превращается в дискуссию с мыслителями прошлого и каждый из этих мыслителей прошлого выступает, «как живой с живыми говоря».

Какими бы примитивными знаниями ни был ограничен кругозор Аристотеля, Демокрита и Эпикура, тем не менее аристотелева проблема «фтора» (уничтожения) и «генезис» (возникновения) в связи с движением живет поныне; демокритова проблема «реального небытия» — пустоты — не может устареть; проблема превращения эпикуровых «кинем» в непрерывное движение остается проблемой и сейчас: эти *живые* коллизии прошлого, адресованные нам и сопряженные с направлением, скоростью, градиентом научного развития, оказываются бессмертными.

Именно так подходил Эйнштейн к мыслителям прошлого и прежде всего к Ньютону. Такая точка зрения не исключает собственно исторического интереса к тому, что ограничивало позитивные ответы науки. Эйнштейн писал, обращаясь к Ньютону: «Ты нашел путь, который в твоё время только и был возможным...» Но эта фраза написана после нескольких страниц вполне современной беседы с Ньютоном о вполне современных вопросах и начинается она, как мы помним, личным обращением: «Прости меня, Ньютон...»

Коэн пишет, что его поразило следующее. Эйнштейн видел в Ньютоне мыслителя XVII в. Позитивные решения принадлежали ему, а также следующим двум столетиям. Нерешенные вопросы, противоречия и проблемы

XVII в. принадлежат и будущим векам. Они-то и вызывают у Эйнштейна ощущение бессмертия Ньютона и возможность обсуждать с ним, как с живым, проблемы мироздания.

Тот, кто беседует с бессмертными, приобщается к бессмертию. Ощущение живого сотрудничества с прошедшими и грядущими поколениями исследователей мира вызывает у Эйнштейна столь характерное для него спокойное отношение к той конкретной форме, которую получила схема основных закономерностей бытия под его пером. Он знал, что единая теория поля как конкретное решение может исчезнуть, не достигнув степени однозначной физической теории. В своих беспрецедентных по интенсивности поисках Эйнштейн относится к проблематичности найденного с тяжелым, подчас трагическим чувством, но никогда у него не было ощущения безнадежности. Он знал, что проблема будет решаться, усложняться и вновь появляться в науке, что исчезновение данного конкретного решения будет смертью во имя истины, непрерывно развивающейся и поэтому бессмертной.

У Эйнштейна наука была в такой степени содержанием жизни, что с отношением к науке было очень тесно связано отношение к собственной судьбе, к своей жизни и к своей смерти. В конце жизни в автобиографическом наброске 1955 г. и в «некрологе» 1949 г. он не столько подводил итоги, сколько намечал перспективы. Впрочем, как уже говорилось, итоговая оценка своей жизни никогда не интересовала Эйнштейна.

Неклассическая наука и проблема смерти и страха смерти

Свободный человек меньше всего думает о смерти, его мудрость в исследовании не смерти, а жизни.

Спиноза

Однажды некий назойливый посетитель — их у Эйнштейна всегда было достаточно — спросил его: «Что бы вы ответили на смертном одре на вопрос: успешной или напрасной была прожитая жизнь?» Эйнштейн, как обычно, не обратил внимания на бестактность вопроса и ответил со своей постоянной простодушной искренностью: «Ни на смертном одре, ни до него подобный вопрос не мог меня интересовать... Я ведь только крошечная частица природы»¹.

Отношение Эйнштейна к смерти запечатлено во многих воспоминаниях. В 1916 г. Эйнштейн заболел и его жизни угрожала опасность. Если бы не заботы Эльзы, непрерывно дежурившей у постели больного, Эйнштейн не выжил бы. Гедвига Борн (жена Макса Борна), посетив Эйнштейна во время болезни, услышала его рассуждение о смерти. Причем он говорил с таким спокойным безразличием, что Гедвиге показалось уместным спросить, не боится ли он смерти. «Нет, — ответил он, — я так слился со всем живым, что мне безразлично, где в этом бесконечном потоке начинается или кончается чье-либо конкретное существование»².

Разумеется, это не было фразой. Гедвига Борн, так ценившая веселые шутки Эйнштейна, поняла абсолютную серьезность этих слов. Она прибавляет к словам Эйнштей-

¹ Helle Zeit, 87.

² Ibid., 36.

на несколько очень глубоких замечаний. В словах Эйнштейна, говорит она, выразилось то слияние с людьми, к которому Эйнштейн стремился всю свою жизнь в поисках законов природы.

Гедвига Борн с удивительным чутьем подходит к самой сути научного подвига Эйнштейна и вместе с тем к самой сути его отношения к людям. Выход в «надличное», интерес к объективным законам мироздания вызывал у него чувство слияния с Космосом, с жизнью во всех ее проявлениях, с человечеством, с людьми, которые в ряде поколений расширяют свои знания о природе, свою власть над природой и приближаются к рациональной организации человеческого общества. То, что казалось идущим от мысли, а не от сердца в его отношении к людям, было выражением абсолютной гармонии сердца и мысли. Однажды в разговоре с Инфельдом Эйнштейн сказал:

«Жизнь — это возбуждающее и великолепное зрелище. Она мне нравится. Но если бы я узнал, что через три часа должен умереть, это не произвело бы на меня большого впечатления. Я подумал бы о том, как лучше всего использовать оставшиеся три часа. Потом бы я сложил свои бумаги и спокойно лег, чтобы умереть»³. За две тысячи лет до Эйнштейна мыслитель, которого по прихоти судьбы считают адептом личного наслаждения, говорил о своем отношении к смерти. В знаменитом письме к Менекию Эпикур выдвинул сотни раз потом повторявшийся аргумент против страха смерти: пока мы существуем, смерти нет; когда смерть есть, нас нет⁴. Убедительную силу этого аргумента не только понимают, но и в той или иной мере воспринимают люди, заполнившие жизнь надличным содержанием. Сам Эпикур, умирая, сел в теплую ванну, потребовал неразбавленного вина и в предсмертном письме назвал день смерти своим самым счастливым днем, ибо он был полон воспоминаний о философских рассуждениях⁵. Трудно найти человека, который меньше, чем Эйнштейн, мог претендовать на титул эпикурейца и был бы дальше, чем Эйнштейн, от ванны и вина Эпикура. Но трудно найти человека, который был бы ближе к эллинской гармонии мировоззрения и жизни. Эта гармония вы-

³ Успехи физических наук, 1956, 59, вып. 1, с. 158.

⁴ См. фрагменты Эпикура в приложении к кн.: *Лукреций*. О природе вещей, т. 2. М., 1948, с. 583.

⁵ Там же, с. 635.

ражалась и в том, что логически безупречная формула Эпикура стала у Эйнштейна постоянным настроением, она *реализовалась* в сознании мыслителя XX в. Реализовалась и соответственно модифицировалась, приобрела эмоциональное бытие, перестала быть формулой и дополнилась ощущением умиротворенной грусти. Но к этому мы еще вернемся. Сейчас — существенный вопрос: является ли отношение Эйнштейна к смерти чисто личной его чертой?

Разумеется, она — личная черта. Но только ли личная, чисто ли личная?

К ответу на этот вопрос мы подойдем, вспомнив весьма многозначительную фразу Спинозы, которая приведена в качестве эпиграфа.

Почему «свободный человек меньше всего думает о смерти», иначе говоря — почему мысль о смерти не только логически обесценивается — это сделал Эпикур, — но и вытаскивается из сознания *свободного* человека?

Понятие свободы у Спинозы весьма специфическое, оно означает, что жизнь человека определяется не внешними импульсами, а его сущностью, подобно тому как геометрические свойства некоторой фигуры определяются ее природой. Такая концепция свободы имеет онтологический смысл: чисто механическая зависимость индивида от целого наподобие зависимости тела от внешних импульсов лишает индивид автономного бытия и, следовательно, делает его иллюзорным.

Здесь мы подошли к коренному онтологическому и гносеологическому вопросу. К вопросу о двух компонентах бытия, о дополнительности индивидуального, автономного, имманентного, не тождественного иному, и целостного, объединяющего индивидуальное с целым. Этот вопрос будет основным вопросом третьей части книги, где он связан с проблемой бессмертия. Здесь мы его коснемся только с одной стороны и в связи с характером неклассической науки.

Теория относительности в своей завершенной форме, в аспекте «обладания истиной» описывает поведение индивида — частицы, сигнала, вообще физического объекта — как результат воздействия других тел — источников различных полей, которые искривляют пространство-время (гравитационное поле) либо изменяют мировую линию физического объекта в данном пространстве-времени, с заданной метрикой. Но даже в этой сравнительно

устоявшейся и устойчивой форме теория относительности говорит об объектах, обладающих массой покоя — конечной либо нулевой, обладающих зарядом и обладающих индивидуальностью, нерастворимой в закономерностях целого и несводимой к внешним импульсам. Это становится еще явственней, когда мы рассматриваем теорию относительности как «стремление к истине», как нечто обладающее нереализованными тенденциями, неоднозначными прогнозами.

Эти нереализованные еще тенденции ведут к единой теории элементарных частиц, которая сможет объяснить особенности различных полей и природу отличительных свойств квантов этих полей — спектра масс, зарядов и т. д. элементарных частиц различного типа. На этом пути теория относительности соединяется с квантовой механикой — теорией, которая с самого начала исходила из индивидуального бытия частиц, несводимого по своим закономерностям к макроскопической структуре мира.

Неклассическая наука в целом не ограничивается анализом внешних воздействий на физический объект. Она учитывает и обратную схему: поведение индивида, микрообъекта, частицы, воздействует на состояние макроскопического мира, множества частиц, системы частиц. Неклассическая наука рассматривает реакции, которые начинаются парадоксальным с классической точки зрения актом в микромире и приводят к макроскопическим непосредственно наблюдаемым результатам.

Неклассическая наука — это наука, принципиально не игнорирующая индивидуальные процессы, судьбу индивидов, выход индивидов за пределы того, что им приписано макроскопическим законом.

Классическая термодинамика начинала с того, что игнорировала судьбу молекулы. Неклассическая наука и в эксперименте, и в его теоретическом анализе начинает с характеристики поведения микрообъекта.

Аналогичным образом неклассическая наука в характерном для нее отношении конкретных схем и общих законов уже не сводит конкретные схемы к роли простых иллюстраций раз навсегда установленного общего закона. Здесь тоже происходят своеобразные «цепные реакции». Результат опыта Майкельсона вызвал такую «цепную реакцию» — он заставил изменить общий закон, самые общие представления о пространстве и времени.

Сходное положение и в применении неклассической науки, в технике, основанной на применении релятивистских и квантовых схем. Здесь, как и в эксперименте, результатом производства является не только продукция и не только последующее повторение цикла, но и неизбежное изменение цикла, причем подчас *фундаментальное* изменение, т. е. переход к принципиально новому по своим физическим основам циклу и к сопутствующему изменению фундаментальных физических представлений.

Поэтому характерная для современного ученого свобода перехода к самым парадоксальным, новым представлениям о мире является лишь ярким и явным проявлением общей черты современной цивилизации в целом.

Характерные черты неклассической науки воплощает идеал свободного человека, о котором говорил Спиноза. Заметим только, что неклассическая наука, как и каждое неклассическое воплощение более общей концепции, более общего принципа, модифицирует эту концепцию, этот принцип. Формула Эпикура была негативной. Формула Спинозы — позитивная. Она связывает освобождение человека от страха смерти и от мыслей о смерти с растворением человека в целом, в космосе. Реализация этой концепции изменяет ее: свободный человек не растворяется в природе, а преобразует ее. Преодоление страха смерти происходит не через отчуждение личности, а через ее объективацию. Личность не становится случайным и несущественным всплеском целого, она — эвентуальный источник преобразования целого, а личная смерть остается для людей уже не леденящим душу призраком, но причиной примиренной, «вечерней» грусти. Это не ужас перед необытием, а сожаление об уходящем бытии, о его конкретных индивидуальных звеньях. Такое чувство и такая мысль не выходят за пределы психологии «свободного человека» Спинозы. Это мысль не о смерти, а о жизни, о ее индивидуальных неповторимых проявлениях.

Таким образом, проблема смерти связана с проблемой личной экзистенции и целого. Мы вернемся к этой проблеме в одной из последующих глав.

Смерть Гулливера

Баварский художник Иозеф Шарль, писавший в 1927 г. портрет Эйнштейна, в 1938 г. бежал из нацистской тюрьмы и приехал в Принстон. Здесь он спросил одного старика, почему тот в таком восторге от Эйнштейна, ничего не зная о содержании трудов ученого. Старик ответил: «Когда я думаю о профессоре Эйнштейне, у меня появляется такое чувство, будто я уже не одинок».

Л. Инфельд

В апреле 1955 г. во время визита Коэна Эйнштейн чувствовал себя хорошо. Через несколько дней один из принстонских друзей (Коэн, который рассказывает об этом, не называет его имени) пошел вместе с Эйнштейном в больницу навестить Марго, болевшую ревматизмом. После этого они совершили большую прогулку, во время которой говорили о смерти. Друг Эйнштейна привел какое-то изречение на тему: чем является смерть для человека. «А также облегчением», — добавил Эйнштейн.

Это не было чем-либо новым. Эйнштейн любил жизнь и вместе с тем уже несколькими годами ранее закончил письмо Соловину словами: «умереть — тоже не так плохо»¹. Это не равнодушие к жизни, это высшая любовь к жизни, заполненной «внеличным», это отношение к жизни, близкое к эллинской гармонии, но принадлежащее веку самых важных «внеличных» задач, какие когда-либо знало человечество.

Через неделю, 13 апреля, Эйнштейн почувствовал себя плохо, он испытывал сильную боль в правой стороне живота. Врачи определили аневризму аорты и предложили операцию. Эйнштейн отказался.

Силы его таяли. В воскресенье 17 апреля Эйнштейн почувствовал себя немного лучше. К нему пришел Ганс-Альберт. Эйнштейн говорил с сыном и, в частности, жаловался на трудность построения математического аппарата единой теории поля. Это было, как мы теперь знаем,

¹ Lettres à Solovine, 71.

выражением не временных затруднений, а фундаментальной и глубоко драматической особенности творческого пути Эйнштейна.

Эйнштейн лежал в той же больнице, в которой находилась Марго. Вечером 17 апреля Марго подвезли на кресле к кровати Эйнштейна. Он чувствовал себя хорошо, поговорил с Марго и расстался с ней. Эллиен Дюкас ушла из больницы еще раньше. Ночью, в начале второго часа, сиделка мисс Розсел заметила, что Эйнштейн тяжело дышит во сне. Она хотела позвать врача, направилась к двери, но услышала, как Эйнштейн произнес несколько слов по-немецки. Сиделка не поняла их, но подошла к постели. В этот момент — было двадцать пять минут второго — Эйнштейн умер. Вскрытие обнаружило кровоизлияние из аорты в брюшную полость.

Завещание Эйнштейна было уже известно. Он просил не допускать религиозных обрядов и никаких официальных церемоний. По его желанию, даже время и место похорон не были сообщены никому, кроме нескольких ближайших друзей, которые проводили тело Эйнштейна в крематорий. Пепел развеяли в воздухе.

Впечатление, которое произвела смерть Эйнштейна на человечество, позволяет вспомнить новеллу «Смерть Гулливера», написанную Леонидом Андреевым после смерти Льва Толстого. Когда Гулливер был жив, лилипуты слышали по ночам биение его сердца. Такое ощущение было у людей, пока был жив Эйнштейн. Теперь сердце великана замолкло. Подобное чувство появляется у людей, когда умирает крупный общественный деятель или гениальный писатель. Впервые так ощущалась смерть естествоиспытателя.

В чем же дело? Откуда это ощущение не только общей невозместимой потери, но и личной, индивидуальной потери, у каждого из современников Эйнштейна, хотя бы немного знавшего о нем?

Мне кажется, такая реакция на смерть естествоиспытателя связана с некоторыми фундаментальными особенностями новой эпохи. Речь идет не только о месте науки в современной жизни и в психологии современного человека. Речь идет о более широкой проблеме — о сравнительной роли разума и чувства в истории человечества, о роли рационального познания мира в формировании современных моральных идеалов.

Чувство личной, индивидуальной потери, именно чувство, а не только сознание потери характеризует не только отношение людей к Эйнштейну, но и отношение их к современной науке. Эйнштейн в этом смысле не исключение, а начало; беспрецедентный эмоциональный эффект его смерти свидетельствует о коренном изменении положения науки в обществе, ее воздействия на общественную и индивидуальную психологию. И прежде всего о моральном авторитете современной науки.

Такое утверждение кажется почти парадоксальным. Никогда еще наука не вызывала столь распространенных, хотя, быть может, и необоснованных сомнений в отношении своей моральной ценности. Никогда еще так часто не противопоставляли друг другу совесть человечества и его разум, моральное самосознание человечества и совокупность результатов и методов рационального познания Вселенной.

Но указанные тенденции находятся в довольно явственном противоречии с тенденциями современной культуры. С наиболее важными тенденциями. Современная эпоха требует, чтобы исчез разрыв между рационализмом науки и иррациональностью бытия, между интеллектуальным потенциалом науки и уровнем всего остального, что входит в понятие культуры, — экономической обеспеченности, социальной организованности и зависимости реальной жизни от моральных идеалов.

Может ли рационализм науки рационализировать бытие человека и подчинить его рациональным моральным идеалам? Ответ на этот вопрос связан с радикальным преобразованием проблемы сущего и должного. Исследование сущего, его динамики, его будущего как функции настоящего (в этом основа каузального анализа сущего) превращает должное в нечто объективное, вводит моральные идеалы в систему объективного постижения мира. Опосредствующее звено между рационализмом науки и рационализацией бытия — социальной и моральной гармонией — состоит в развитии производительных сил (наука с течением времени становится все более динамичной и непосредственной компонентой производительных сил), определяющих экономический базис общества и вырастающую на нем общественную надстройку. Развитие производительных сил, неразрывно связанное с рациональным познанием природы, является в последнем счете двига-

телем общего развития, ведущего к социальной гармонии и реализующего этические идеалы человечества.

Если взглянуть в свете такой концепции на роль неклассической науки в общественном развитии и в реализации моральных и общественных идеалов, то можно прийти к следующему заключению. Наука XX в. выражает в несравненно более явной, чем раньше, форме свойственную и классической науке XVII—XIX вв. рационализирующую функцию. Здесь уже нет длинной цепи неявных и косвенных звеньев перехода от рационализма науки, от постижения космического *ratio* к рациональным общественным формам. Неклассическая наука отчетливым и явным образом привязана к обоим полюсам — и к *ratio* Вселенной, и к *ratio* общественного бытия. Первая связь вытекает из подвижности общих принципов и общих представлений о Вселенной, которая так характерна для неклассической науки и является основной характеристикой ее стиля. В современной физике частные вопросы, относящиеся, например, к определенному типу частиц, явным образом неразрешимы без того или иного пересмотра спектра частиц, а может быть, и астрофизических представлений, т. е. без пересмотра всей общей картины космоса и микрокосма, без приближения к более конкретной и точной концепции *ratio* мира. С другой стороны, неклассическая наука, не теряя своего интегрального стиля, оказывает наиболее динамическое воздействие на технику, причем уровень динамизма, тот факт, что наука вызывает не только незатухающую скорость, но и не затухающее ускорение технического прогресса, зависит от этого интегрального стиля, от подвижности и изменчивости фундаментальных представлений о мире.

С рационализирующим эффектом науки, с ее постоянным движением к социальной и моральной гармонии связан и эмоциональный эффект науки. Современная наука, так же как и классическая, не только дает человеку сведения о мире, но и внушает ему определенные эмоции. Но классическая наука сопровождалась эмоциональным подъемом у широких кругов при своем генезисе и при очень радикальных переменах курса. В современной науке такие перемены стали почти непрерывными. Наука внушает современному человеку надежды, тревоги, ощущение связи с прошлыми поколениями и с будущим — очень широкий спектр эмоций. В частности, интерес к

будущему, тревогу за будущее, любовь к будущему — прогнозную компоненту современной общественной психологии. Эта компонента неотделима от позитивных идеалов. Ретроспективные оценки обращены в прошлое, позитивные идеалы — в будущее. Современный взрыв прогнозного мышления характерен не только для научной мысли и вообще не ограничивается мышлением, он приобретает эмоциональный характер. И он, по-видимому, глубже и длительней, чем противостоящее ему отрицание позитивных идеалов.

Следует подчеркнуть, что воздействие науки на социальную психологию происходит в значительной мере через интуицию, через то, что можно было бы назвать *социальной интуицией*. Именно поэтому моральный авторитет Эйнштейна был так высок не только в научных кругах, но и в более широких, где содержание его идей было известно только понаслышке — недостаточно для логических выводов, но достаточно для интуитивного ощущения связи этих идей с моральными идеалами. Впрочем, и в научных кругах, где исходные физические концепции Эйнштейна были хорошо известны, их моральный эффект постигался по большей части интуитивно. Во всяком случае интуиция была необходимым условием постижения морального эффекта идей Эйнштейна и неклассической науки в целом.

И еще один момент, связанный интуитивным, по преимуществу психологическим, а не логическим постижением связи неклассической науки с эмоциональным миром человека и его моральными идеалами. Эта связь была очень личной. На сознание широкого круга людей воздействовало не абстрактное содержание идей Эйнштейна, а его живой образ, конкретные особенности, наружность, привычки, поведение. А если это не было известно, то «гулливеровское» ощущение вызывалось все время присутствующим, все время сохраняющимся знанием, что где-то живет человек, который обладает абсолютной смелостью мысли, прикованной к самым фундаментальным тайнам мироздания. Именно такое представление, никогда не исчезающее из сознания или подсознания современников Эйнштейна, было «стуком гигантского сердца». Логической и абстрактной связи между наукой и идеалами общественной гармонии было достаточно для морального авторитета ученого. Но здесь был не только авторитет,

Эйнштейна любили, и его смерть вызвала повсеместную скорбь как свидетельство очень личной связи мыслителя со своими современниками. Это все та же «вечерняя» примиренная грусть об исчезающей индивидуальной жизни. Примиренная, — потому что основное содержание индивидуальной жизни не экзистенция, а бытие: индивидуальная жизнь заполнена внеличным, неисчезающим, бессмертным. Грусть, потому что бытие включает надличное, реализованное в личное, включает индивидуальную неповторимость. Сама эта грусть выражает бессмертие личного. Смерть Эйнштейна и ее резонанс навевают мысль не о бессмертии как растворении личного в надличном, а о бессмертии как гармонии, в которой личность вносит в надличное свой неповторимый вклад. Его неповторимость, его сохранение и в то же время исчезновение навеки — источник сложной реакции на смерть человека.

Бессмертие

БЕССМЕРТИЕ РАЗУМА

БЕСКОНЕЧНОСТЬ И БЕССМЕРТИЕ

БЕССМЕРТИЕ ЧЕЛОВЕКА

ПРИНЦИП БЫТИЯ

ЕДИНАЯ ТЕОРИЯ ПОЛЯ

НЕОБРАТИМОСТЬ ВРЕМЕНИ

Бессмертие разума

Жить — значит меняться, и посмертная жизнь наших мыслей, запечатленных пером, подчиняется тому же закону: они продолжают свое существование, лишь непрерывно меняясь и становясь все более непохожими на те, какими они были, когда появились на свет, зародившись у нас в душе.

Анатоль Франс

Проблема бессмертия может рассматриваться как проблема тождественности, конкретной — себетождественности. Смерть, о которой шла речь выше, это прекращение тождественного себе бытия, исчезновение тождественного себе объекта, превращение его в нетождественный старому новый объект, лишенный старых, тождественных, инвариантных предикатов. Но это — тривиальное, чисто негативное определение. В таком определении исчезает и всякий смысл понятия бессмертия. *Абсолютная* себетождественность не может быть бессмертием, потому что она не является жизнью, бытием, существованием.

Если объект не меняет предикатов, в простейшем случае пространственной и временной локализации, он не существует, его бытие стягивается в непротяженное мгновение, это нулевое во времени бытие, т. е. небытие. Бессмертие неподвижного и однородного бытия Парменида — это бессмертие небытия — негативное, тривиальное и по существу пустое, лишенное онтологического смысла понятие.

Понятие сохраняющегося инварианта лишено смысла без понятия преобразования. Живой, движущийся, претендующий на бессмертие объект подобен фотону: последний существует пока движется (в пустоте — с одной и той же скоростью по отношению ко всем остальным телам, ко всем системам отсчета).

У Эйнштейна концепция обязательного движения реального, существующего объекта нашла отчетливый физический эквивалент. Но она существовала и раньше. Бессмертие всегда понимали не только как проблему

тождественности, но и как проблему нетождественности, изменения, преобразования.

Непрерывного преобразования. Непрерывного — опять-таки не в негативном смысле отсутствия остановок, перерывов, «антрактов», а в более сложном и вполне позитивном смысле. Понятия тождественности и нетождественности могут быть применены к некоторым конечным пространственным и временным областям. Но уже в древности эти понятия, как и понятия пребывания, существования, бытия хотели применить к локальной области, к *здесь-теперь*. Существует ли объект «здесь и теперь»? Как будто бы нет: здесь и теперь объект существует в течение непротяженного мгновения, т. е. не существует. Но если он не существует в каждом «здесь-теперь», то он не существует и в конечной пространственно-временной области. Апории Зенона ставят под сомнение не только движение объекта, но и его бытие, которое теряет смысл и без движения, и без локального пребывания.

Наука развеяла эти сомнения. Локальное бытие реально, потому что в *здесь-теперь* объект взаимодействует с другими объектами, с космосом, он меняет течение событий в объемлющей этот объект системе, меняет космическую эволюцию. Меняет будущее, и в локальное бытие входит прогноз, виртуальное дальнейшее движение. В полной мере эту точку зрения, крайне парадоксальную для статического мышления, реализует дифференциальное исчисление и дифференциальное представление о движении. Такое представление приписывает скорость, ускорение и другие производные по времени частице в *здесь-теперь*, в данной точке и в данный момент. Тем самым в локальное бытие входит движение, *здесь-теперь* уже не изолировано от целого. Торжествует старая концепция Джордано Бруно и всех, кто ее воспринял у великого неаполитанца: реальное бытие индивидуального объекта вытекает из его связи с целым. Но теперь эта концепция модифицируется: индивидуальное не обладает бытием, если нет воздействующего на него целого, но и целое иллюзорно, если нет взаимодействия, если локальное существование не влияет на целое, не обладает чем-то своим, неповторимым, индивидуальным, не растворяющимся полностью в целом.

Неклассическая наука рисует частицу, которая обретает определенные предикаты *здесь* и *теперь*, соприка-

саясь с системой линеек, с системой отсчета. Таково исходное утверждение теории относительности. Квантовая механика высказывает требование связи индивидуума и объемлющей его системы в еще более категорической и явной форме. Частица не обладает ни определенным импульсом, ни определенной энергией в данной точке в данный момент, если она не вступает во взаимодействие с макроскопическим прибором, а это взаимодействие меняет неконтролируемым образом положение и временную локализацию частицы, т. е. ее *здесь-теперь*. Таким образом, компоненты бытия — индивидуальное существование частицы и существование взаимодействующего с ней макромира — неотделимы друг от друга, теряют друг без друга смысл и в то же время исключают друг друга. Подобное соотношение между индивидуумом — частицей — и макромиром, управляющим ее движением (управляющим вероятностью ее пребывания в каждой точке в каждый момент), было названо соотношением дополнительности. Бор хотел распространить найденный им принцип дополнительности на другие области, помимо атомной физики. По существу физика возвращает здесь философии то, что она от нее получила. Возвращает в весьма конкретизированном виде, но конкретизировано здесь очень давнее представление, вернее, очень давняя проблема, вопрос, который все вновь и вновь поднимается в эволюции философии и науки.

Если рассматривать проблему бессмертия в связи с понятием дополнительности, то на первый план выступают дополнительные полюсы: тождественность бытия и его нетождественность. Они исключают друг друга и неотделимы друг от друга в реальном бытии, это компоненты бытия. Бытие продолжается, если сохраняется некоторый тождественный себе субъект бытия и если этот субъект бытия — совокупность инвариантных предикатов — дополняется сменой предикатов, эволюцией, преобразованием.

Перейдем на некоторое время от этих предельных абстракций к более конкретным характеристикам творчества Эйнштейна. Здесь следовало бы взять в кавычки слова «предельные абстракции» и «более конкретные характеристики». Абстрактные определения *бытия* — это высшая конкретность, это максимальное богатство определений, переходов, оттенков и живых противоречий.

Ведь речь идет о действительном, гетерогенном бытии, а не об опустошенной абстракции бытия, которую Гегель справедливо отождествил со столь же опустошенным «ничто». В излагающейся здесь концепции бессмертия бытие представляется бессмертным, потому что оно остается подлинным бытием, гетерогенным, «антипарменидовым», изменчивым, противоречивым — высшей конкретностью. С другой стороны, идеи Эйнштейна, в том числе самые конкретные, самые «физические», выраженные в самых конкретных схемах с зеркалами, часами и линейками, бессмертны, потому что они решают, модифицируют, развивают, углубляют самые общие проблемы науки, которые всегда входили в науку и всегда будут в нее входить.

Как нам уже известно, Эйнштейн руководствовался двумя критериями истинности научной теории — ее внутренним совершенством и внешним оправданием.

Что означают эти критерии для бессмертия научной идеи?

Внутреннее совершенство научной идеи состоит в ее естественном логическом выведении из более общей идеи. Данная идея оказывается элементом многообразия следующих одна за другой, логически выводимых одна из другой (тем самым в чем-то тождественных) конкретных идей. В этом бессмертие конкретной идеи: она не исчезает, а переходит в другую, в чем-то тождественную с ней идею. Внешнее оправдание — экспериментальная проверка — означает, что в цепи логических выводов основные звенья получают не только логическое, но и эмпирическое, сенсуальное обоснование.

В неклассической науке соотношение между тем и другим — логическим обоснованием, гарантирующим внутреннее совершенство теории, и эмпирическим обоснованием, гарантирующим внешнее оправдание, — становится весьма отчетливым и их связь и неотделимость оказывается совершенно явной. Эмпирическое обоснование дает парадоксальный результат, который требует для логического обоснования, для внутреннего совершенства преобразования исходных общих принципов. Именно такой была судьба теории относительности. Результаты опыта Майкельсона и аналогичных опытов потребовали для внутреннего совершенства теории преобразования самых общих представлений о пространстве и времени. Но это было только начало. Дальнейшее развитие теории, ее об-

общение на ускоренные движения, потребовало отказа от первоначальных утверждений специальной теории относительности. Далее, попытки построения единой теории поля, или, употребляя более современное понятие, общей теории элементарных частиц, требуют дальнейшей перестройки исходных принципов. В этом бессмертие теории — не в нанизывании все новых иллюстраций и неколеблящих ее подтверждений, а в изменении исходных принципов с каждым новым внешним оправданием, с каждым новым экспериментальным подтверждением. Теория относительности видит свое бессмертие не в классическом простом подтверждении, включающем в состав теории все новые иллюстрации незыблемого исходного принципа. Бессмертие специальной теории — в ее переходе в общую теорию, бессмертие общей теории — в перспективах ее перехода в единую теорию поля. Именно так смотрел на теорию относительности ее творец. Для неклассической науки характерен своеобразный трагический оптимизм: теория имеет шансы на бессмертие, но это бессмертие — *mors immortalis*, это бессмертие преобразования, ограничения, пересмотра, изменения исходных принципов.

Но в науке *mors immortalis*, вопреки своему дословному смыслу, вовсе не означает простого прекращения каждого этапа научной эволюции. Это не бессмертие смерти, это бессмертие жизни. Научная теория живет, это она является бессмертной, а не ее уничтожение. Констатация бессмертия науки не тривиальная и негативная констатация типа: «Каждая теория когда-то умирает, и это умирание не прекращается». Каждая подлинная научная теория не умирает и констатация ее бессмертия — это сложная и позитивная констатация.

Что же не умирает в науке?

Во времена классической науки на этот вопрос ответили бы так: в науке бессмертно то, что сформулировано однозначным образом и получило исчерпывающее экспериментальное подтверждение. В наше время некоторое правдоподобие получил бы противоположный ответ: бессмертной в науке является ее вопрошающая компонента, т. е. нерешенные проблемы, которые адресуются будущему, противоречия, которые толкают науку к дальнейшим преобразованиям, парадоксы, которые ведут науку вперед.

Но оба эти ответа не соответствуют тому, что отчетли-

во демонстрирует неклассическая наука. Первый ответ — бессмертно однозначное, установленное, остановившееся — говорит о бессмертии статуи, а не о бессмертной жизни науки. Второй ответ — бессмертно движение, изменение — примыкает к дословной, тривиальной и негативной концепции *mons immortalis*, здесь изменение не включает сохраняющегося инвариантного субстрата науки. Первый ответ переносит на проблему бессмертия науки парменидово решение вопроса о бытии: бытием обладает лишь неподвижная и однородная субстанция. Второй ответ аналогичен концепциям, приписывающим субстанциальный характер движению без того, что движется.

Научное творчество Эйнштейна привело и к позитивным результатам — однозначным физическим теориям, и к вопрошающей компоненте. Основная нерешенная проблема, которую Эйнштейн завещал двадцатому, а может быть и следующему веку, — это проблема единой теории поля и связанных с ней «заквантовых» закономерностей, управляющих ультрарелятивистскими эффектами взаимодействия различных полей. С этим наследством наука не расстанется; поиски, подходы и затруднения эйнштейновской концепции будут вновь и вновь вставать перед ней, так же как поиски и затруднения великих мыслителей прошлых веков. Но наследство Эйнштейна включало наряду с нерешенными проблемами и активные фонды — однозначные физические теории.

В чем бессмертие этих однозначных научных теорий?

Оно не в том, что в пределах своей применимости они справедливы и всегда будут истинными. Такая истинность научных теорий — условие, а не основа их бессмертия. Основа состоит в том отблеске единой, интегральной, вечно живой и вечно меняющейся истины, сохранение и преобразование которой ассоциируются с бессмертием науки. Отблеск этой интегральной истины освещает каждую теорию и придает ей более общее значение, выходящее за рамки области ее однозначной применимости.

Несколько слов о границах такой области. Для каждого мыслителя, рисовавшего картину мира, можно ретроспективно найти границы этой картины и тем самым границы творческого подвига. Для Ньютона такие границы определялись переходом от движений, несопоставимых по скорости с распространением света, к движениям, сопоставимым с ним. В мире таких движений законы Ньютона и

прежде всего классическое правило сложения скоростей перестают быть достаточно точными. Здесь граница ньютоновской механики. Механика Эйнштейна также имеет свои границы, более широкие, чем границы ньютоновой механики. Но в этих границах указанные теории сохраняют свою справедливость, они могут быть обобщены, конкретизированы при переходе к другим явлениям, но никогда не могут быть отброшены.

Теория Ньютона всегда будет практически правильным отображением мира движущихся тел, обладающих малой по сравнению со светом скоростью. Специальная теория относительности всегда будет правильным отображением мира движущихся тел в случае пренебрежимо малой напряженности гравитационных полей. Общая теория относительности всегда будет правильным отображением мира тел, остающихся тождественными себе и непрерывно движущихся в гравитационном поле.

Если эти теории ограничены определенными областями применения, то в чем их связь с интегральной истиной — изменяющимся, но в то же время исторически инвариантным, тождественным себе субстратом науки? В чем их связь с единым содержанием науки, которое меняется, но не умирает? Таким интегральным содержанием науки, ее сквозным стержнем, служит идея упорядоченности природы, вселенского *ratio*, причинной связи явлений. Эта идея, не исчезающая и вместе с тем никогда не приобретающая исчерпывающей, окончательной формы, получает новые аспекты и оттенки в каждой новой картине мира. Обогащение и углубление этой единой, тождественной себе идеи — вечный, сохраняющийся навсегда вклад естествоиспытателя в науку.

Для науки *ratio* мира состоит в причинной связи происходящих процессов. Наука ищет причины явлений. Следуя основной идее Спинозы, она видит в мироздании причину своего существования, причину самого себя (*causa sui*) и рассматривает природу не только как сотворенную (*natura naturata*), но и как творящую (*natura naturans*). Но эта идея не является неподвижной, окончательной, раз навсегда данной. Идея каузальной упорядоченности мира эволюционирует, она является тождественным себе субстратом *изменений*. Понятие изменения теряет смысл без понятия тождественного себе субстрата, но и последнее теряет смысл без понятия изменения. Классическая при-

чинность сменяется релятивистской (исключающей мгновенные каузальные связи, устанавливающей предельную скорость процессов, связывающих события); релятивистская причинность дополняется квантовой (волновые процессы определяют вероятность локальных событий), на очереди — переход к еще более сложной, ультрарелятивистской причинности, управляющей трансмутациями элементарных частиц. Но при всех этих модификациях причинность сохраняется в качестве неисчезающего, тождественного себе субстрата, сквозного, сохраняющегося субстрата науки, основы бессмертия каждой новой модификации. Каждая модификация не только ограничивает, но и в какой-то мере, для более сложных процессов, отменяет предыдущую. Она ее подтверждает, делает ее живой, эволюционирующей. Она вносит новые определения и оттенки в развивающийся принцип причинного *ratio* мира. Отблеск этого бессмертного целого делает бессмертным каждую модификацию, каждое звено исторической эволюции науки, каждый вклад в эту эволюцию.

Очень часто подобный вклад вносится фактически, но не сопровождается точным указанием фонда, куда он поступает. Многие ученые развивают, конкретизируют, обогащают принцип причинности без ясного представления о таком эффекте их открытий. Эйнштейн не принадлежал к числу таких ученых. Он знал, что именно в апофеозе причинного объяснения природы в целом состоит вклад каждой научной теории в основной, исторически инвариантный, не подлежащий изъятию фонд науки.

Нельзя думать, что в этом фонде каждая новая, проверенная экспериментом и применением научная теория просто присоединяется к ранее поступившим. Нельзя думать также, что фонд активов отделен от фонда нерешенных проблем. Каждая позитивная теория, каждое позитивное решение индуцируют большое число новых вопросов — большее, чем число вопросов, снятых этой теорией. Только догматическая интерпретация новой теории устраняет из поля зрения новые вопросы, затруднения и противоречия. Эти последние означают неизбежность дальнейшего развития теории, т. е. ее живого бессмертия, отличающегося от бессмертия статуи.

Теория относительности находится в активе науки: специальная теория получила такую же законченную и однозначную форму, как, скажем, классическая термоди-

намика, а общая теория, хотя и не достигла подобной формы, является логически завершенным учением о тяготении. Но теория относительности поставила перед наукой проблему трансмутаций частиц, проблему взаимодействия полей, проблему выведения постулатов относительности (утверждений о том или ином поведении масштабов и часов) из атомистической структуры вещества и излучения (а может быть, и из атомистической структуры пространства-времени). Эти проблемы многочисленнее, сложнее и острее, чем проблемы, поставленные когда-то опытом Майкельсона.

Для указанных квантово-релятивистских проблем характерно следующее.

В последней четверти нашего столетия уже нельзя сомневаться в необходимости коренного преобразования картины мира для преодоления очередных затруднений теоретической физики, причем на наших глазах изменяется и самый смысл слов «коренное преобразование картины мира». На этом следует остановиться.

В течение трех с лишним веков самым коренным преобразованием модели мироздания считалась гелиоцентрическая революция. Последняя оказалась прологом более общего изменения картины мира — пересмотра ее исходного образа: в XVII в. аристотелевские категории субстанциального (возникновение и уничтожение) и качественного движения стали рассматривать как нечто подлежащее чисто механическому объяснению в качестве вторичных эффектов простого перемещения тождественных себе тел. В мире нет ничего, что не объяснялось бы в последнем счете взаимным расположением и относительным смещением таких тел. Электродинамика вызвала кризис этого классического идеала, и его удалось спасти лишь совершенно парадоксальным представлением об одной и той же скорости света в движущихся одна относительно другой системах.

В XIX в. была высказана идея, которая, казалось, еще радикальнее рвала с предшествовавшими. Неевклидова геометрия посягнула на соотношения, которые представлялись очевидными не только в том элементарном эмпирическом смысле, в каком говорили когда-то об «очевидной» неподвижности Земли. Теоремы евклидовой геометрии казались присущими разуму и очевидными логически. В. Ф. Каган говорил, что «легче было сдвинуть Землю,

чем уменьшить сумму углов в треугольнике, свести параллельные к сходимости и раздвинуть перпендикуляры к прямой — на расхождение»¹.

Лобачевский и Риман говорили о реальности неевклидовых соотношений, но до Эйнштейна не было логически замкнутой теории, которая рассматривала бы эти соотношения в качестве определенных и бесспорных *физических* констатаций. Когда Эйнштейн нашел для неевклидовых соотношений однозначный физический эквивалент, это изменило смысл понятия «преобразование картины мира». Такое преобразование означает теперь не только переход к иной кинематической схеме тел, движущихся в пространстве, но и переход к иной трактовке самого пространства.

Теория относительности содержала в зародыше и еще более радикальное изменение смысла слов «преобразование картины мира».

Мысль о постоянном количественном соотношении и физической связи между массой покоя и энергией была реализована теорией позитронов, представлением о взаимном превращении электронно-позитронных пар и фотонов, дальнейшим развитием представления о трансмутациях и, наконец, попытками построения трансмутационной концепции движения.

Чтобы построить картину мира, в которой исходным понятием будут трансмутации элементарных частиц в клетках дискретного пространства-времени, нужно перейти к иному логическому алгоритму, к иным нормам логических умозаключений. Теперь преобразование картины мира означает не только новую кинематику движущихся тел, не только новую геометрию, но и новую логику. Это еще большее «безумие», принципиально иной, более радикальный отказ от традиционных норм.

Прогресс науки не исчерпывается переходами к более точным представлениям о мире, не сводится к таким переходам и к возрастанию радикальности и общности переходов. Прогресс науки не измеряется в полной мере уровнем знаний и даже первой и второй производными по времени от уровня знаний. Изменяется «качественный ранг» радикальности, общности, парадоксальности, «безу-

¹ Каган В. Ф. Речь на торжественном заседании Казанского университета. — В сб.: Столетие неевклидовой геометрии Лобачевского. Казань, 1927, с. 60—61.

мия» переходов к новым представлениям, смысл этих определений. От кинетического «безумия» движущейся Земли к физико-геометрическому «безумию» неевклидовой Вселенной и от нее к логическим парадоксам современной квантово-релятивистской теории поля. Каким бы привычным и «очевидным» ни становилось впоследствии каждое новое звено научного прогресса, оно накладывает на науку не исчезающий далее отпечаток большей смелости и свободы. Когда наука ушла от антропоморфной очевидности птолемеевой системы, она вместе с тем научилась отказываться и от других «очевидных» абсолютов и назад она уже не могла возвратиться. Когда наука при описании Вселенной начала оперировать различными геометриями, она не могла вернуться к абсолютизированию одной из них в качестве априорной. После того как в квантовой теории поля стали пользоваться в зависимости от физических условий различными системами логических суждений, наука уже не вернется к абсолютной логике. В борьбе за истину наука приобретает не только новые трофеи, но и новые виды оружия.

В этом отношении работы Эйнштейна были импульсом радикального перевооружения науки. После Эйнштейна люди не только стали больше знать о Вселенной — изменился стиль научного познания. Идеи Эйнштейна были великим синтезом экспериментальных и математических парадоксов, отказом в рамках одной теории от эмпирической очевидности (продолжение традиции Коперника) и от привычных, казавшихся априорными, математических (в теории относительности) и логических (в квантовой теории) норм. Такое воздействие на стиль научной мысли оказывается необратимым, отпечаток его сохраняется навсегда. Идеи Эйнштейна бессмертны и потому, что они служат звеньями необратимого приближения науки к истине, и потому, что они ведут к необратимому преобразованию методов научного мышления.

Бессмертие научной теории вытекает не только из ответов, которые она дает, из новых проблем, которые она ставит перед наукой, и из воздействия на стиль научного познания. Наука развивается в живом переплетении внутренних движущих сил с собственно историческими воздействиями практики и общественной мысли, на которые наука, в свою очередь, оказывает существенное влияние. Научная теория обретает историческое значение, воздей-

ствуя на исторические условия, на жизнь, труд и самосознание людей.

Чтобы утвердиться на месте старых традиционных воззрений, новым физическим теориям, появившимся в прошлом, приходилось направлять свое острие против конкретных физических представлений: против абсолютного характера верха и низа, против неподвижности Земли, против возможности вечного двигателя и т. д. Чтобы опрокинуть классические понятия абсолютного пространства и времени, теории относительности пришлось, помимо конкретных физических понятий (понятие неподвижного эфира и т. д.), направить свое острие против догматического духа в науке, против догматизма в целом. Принцип постоянства скорости света, новое учение о массе и энергии, принцип эквивалентности, представление о кривизне пространства-времени — этот путь не мог быть пройден стихийно, как ряд последовательных антидогматических по существу научных обобщений. Этот путь был настолько революционным, он включал столь парадоксальные разрушения «очевидности», что его прохождение было невозможно без сознательного и последовательного ниспровержения догматизма в целом. Поэтому антидогматические выступления Эйнштейна неразрывно переплетены с позитивным содержанием теории относительности. Такое переплетение не видно при систематическом изложении теории относительности, но оно становится явным при ее историческом изложении и еще более явным при изложении биографии Эйнштейна. Антидогматизм Эйнштейна направлен и против феноменологической «очевидности» понятий. Такая позиция, разумеется, не может устареть — в ней и находит свое выражение непрерывное обновление науки. Догматы науки преходящи, ее антидогматизм вечен. Теория относительности естественно входит в идейный арсенал тех общественных сил, которые заинтересованы в ликвидации не только очередного барьера, но и всех барьеров на пути безостановочного и бесконечного роста знаний и власти человека над природой.

Теперь следует в несколько более общей и точной форме определить две дополнительные компоненты научной теории, единство которых придает этой теории бессмертие. Это, как мы видели: 1) однозначные, установившиеся, достоверно справедливые при определенных параметрах позитивные констатации и 2) переходы к новым кон-

статациям. Первая компонента обладает бессмертием, поскольку в ограниченных своими областями применения теориях реализуется и модифицируется интегральная, присущая науке по самому ее существу сквозная идея. Вторая компонента — *mors immortalis*, неизбежная и всегда свойственная науке смена господствующих концепций. В неклассической науке соединение этих компонент становится полным и явным. Теория относительности включает в свое позитивное содержание ограничение классической физики областью малых скоростей, не сопоставимых со скоростью света и малых энергий тел, не сопоставимых с их полной внутренней энергией — с массой, умноженной на квадрат скорости света. Здесь звено *mors immortalis*, отнесенное к прошлому, к классической теории, является звуком позитивной концепции, теории относительности как однозначной, установившейся теории. Но теория относительности включает звено *mors immortalis*, отнесенное к себе самой. Когда Эйнштейн писал, что теория относительности не выводит поведение линеек и часов из их атомистической структуры и считал это недостатком теории, речь шла об очень общей и фундаментальной особенности неклассической науки. Неклассическая теория не может прийти к некоторой априорной, окончательной концепции, которая обосновывает другие, но сама не нуждается в обосновании. *Начало* в абсолютном смысле, начало, которое само не является продолжением, чуждо неклассической науке. Поэтому неклассическая теория всегда включает констатацию: «Данная концепция объясняет все сказанное ранее, но дальше мы пойти пока не можем, хотя дорога и идет дальше...»

Такая констатация обращена и в будущее, она означает, что теория в ее данной форме сменится новой, более полной, объясняющей и ту концепцию, перед которой данная теория остановилась. Подобное признание может быть драматическим и даже трагическим. Такими были у Эйнштейна поиски единой теории поля. Но это трагедия гносеологического оптимизма, она вытекает из отрицания «*ignorabimus*», из отрицания априорной либо чисто эмпирической границы логического анализа, из эйнштейновского идеала картины мира без априорных данных и чисто эмпирических констант. Агностическое «*ignorabimus*», чисто эмпирические, не подлежащие логическому анализу констатации, априорные аксиомы познания —

все это исключает трагедию разума, знающего, что дорога идет дальше, но идти по этой дороге нет сил.

Но именно в этой трагедии — залог бессмертия разума, залог бесконечности простирающегося перед ним пути.

Трагедия гносеологического оптимизма свойственна и квантовой механике. Здесь ее никто, вероятно, не ощущал так остро, как Эренфест, но время, когда наличие дальнейшего пути и трудность его стали особенно явными, это наше время — вторая половина столетия. Сейчас такие поиски, которые во многом близки принстонским поискам единой теории поля, не имеют столь трагической окраски. Это объясняется, вероятно, тем, что проникновение в ультрамикроскопический мир, где частицы одного типа превращаются в частицы другого типа, представляется достаточно трудным, но пути подобного проникновения и решения новых проблем стали гораздо яснее, чем в первой половине века.

Нетрудно увидеть логическую связь двух компонент познания — позитивных, достоверных констатаций и «вопрошающей», ищущей и преобразующей компоненты — с двумя фундаментальными понятиями гносеологии Гегеля. Это рассудок и разум. У Гегеля рассудок — область «спокойных», стабильных констатаций, а разум — область динамических, преобразующих потенций познания. Материалистическая интерпретация диалектики Гегеля лишила эти категории их априорного характера, они превратились из модификаций абсолютного духа в отображение реального, материального мира, они обобщают развитие науки, ищущей и находящей в самой природе объективную основу ее явлений. Неклассическая наука реализует эту связь весьма явным образом. Рассудок — это устойчивые результаты науки, разум — основа их преобразования. Анализ внутренней структуры теории относительности и квантовой механики показывает связь этих компонент познания. Подобная связь делает констатации рассудка звеньями бесконечного и в этом смысле бессмертного перехода ко все новым и новым констатациям. Она делает динамические, преобразующие потенции разума звеньями последовательного постижения объективного мира, постижения, опирающегося на эксперимент, достоверного постижения объективной истины. Бесконечность и бессмертие разума — отображение бесконечности и бессмертия бытия.

Бесконечность и бессмертие

Живое существо умирает потому, что есть противоречие: в себе оно есть всеобщее, род, и, однако, непосредственно оно существует лишь как единичное. В смерти род показывает себя силой, властвующей над непосредственно единичным.

Гегель

В двух предыдущих главах концепция нетривиального, сложного, позитивного бессмертия противопоставлялась простому отсутствию смерти — негативной и тривиальной версии бессмертия. Последняя соответствует тривиальной тождественности, неизменности, исключению многообразия, парменидову гомогенному и неподвижному бытию. Позитивная концепция бессмертия вытекает из представления о гетерогенном и эволюционирующем бытии, из дополненности тождественности и нетождественности. Теперь следует связать две версии бессмертия с двумя версиями более общего понятия — бесконечности.

Две версии бесконечности разграничены в философии Гегеля. Речь идет о «дурной бесконечности» и «истинной бесконечности». «Истинная бесконечность» отличается от «дурной бесконечности» тем, что в каждом ее конечном элементе бесконечность присутствует, определяет это звено, обладает, таким образом, локальным бытием. Каждый конечный объект воплощает в себе бесконечное пространство — эта идея получила неклассическое выражение в концепции частицы как средоточия бесконечного в принципе поля. Каждый объект воплощает в себе бесконечное время; наблюдая поведение объекта в течение конечного интервала, мы объясняем это поведение в каждый момент законом, действующим единообразно, т. е. определенным в бесконечной длительности. Теория относительности объединяет бесконечное время и бесконечное пространство: в специальной теории относительности тела движутся по

инерции, т. е. в бесконечном в принципе пространстве-времени, причем для каждой мировой точки определено поведение находящейся в ней частицы. В общей теории относительности и релятивистской космологии пространство может быть конечным, но оно при этом сохраняет свою неограниченность, движущиеся частицы не наталкиваются на границу и могут сколь угодно долго двигаться по геодезическим линиям искривленного мирового пространства. При этом изолированная «единственная в мире» частица исчезает из картины мира. Положение и скорость частицы имеют смысл только при наличии тел отсчета и отнесены к этим телам отсчета.

Квантовая и особенно квантово-релятивистская физика позволяют представить «истинную бесконечность» в более отчетливом виде и вместе с тем вносят в это гегелевское понятие некоторый новый оттенок.

Классическая философия и классическая наука, связывая локальное и конечное с бесконечным, имели в виду зависимость локального, конечного элемента от бесконечного целого. Эта идея лежит и в основе гегелевой концепции «истинной бесконечности». В квантовой и в квантово-релятивистской физике на авансцену выходит воздействие индивидуального, локального события на бесконечное целое. Квантовая механика рассматривает каждую пространственно-временную локализацию частицы как эксперимент, который меняет всю принципиально бесконечную мировую линию частицы, ее импульс и энергию. Это изменение входит в констатацию наличного бытия частицы, в констатацию ее пребывания и поведения в данном «здесь-теперь», и, чего уже не предполагала классическая наука, оно зависит от событий, происходящих в «здесь-теперь».

Еще более отчетливо демонстрируется эта новая сторона понятия истинной бесконечности в квантово-релятивистской физике, в теории элементарных частиц. О ней будет сказано подробней позже, в главе, посвященной принципу бытия. Здесь заметим только, что в квантово-релятивистской физике на первый план выдвигается трансмутация частиц, превращение частицы одного типа в частицу другого типа. Трансмутация означает потерю признаков себестождественной частицы — массы, заряда и т. д. — и приобретение иной массы, иного заряда. Такое приобретение означает новую эвентуальную мировую ли-

нию. Теория элементарных частиц в общем случае рассматривает конечные длительности жизни частиц. Они являются элементами последовательности, охватывающей множество рождений, движений и распадов частиц, множество пребываний и трансмутаций частиц в мировых точках. Но некоторые из частиц в результате своей краткой жизни могут вызвать цепные реакции в неопределенно больших ансамблях.

Понятие истинной бесконечности означает пребывание бесконечно большого в его локальном элементе, в бесконечно малом и даже в непротяженной точке. В общей теории относительности существует представление о кривизне пространства-времени в данной точке. Она идентифицируется с гравитационным полем в этой точке. Кроме того, в релятивистской космологии рассматривают общую кривизну пространства — одну и ту же в каждой точке, если пространство однородно. Нулевой кривизне соответствует модель бесконечного мирового пространства; положительной кривизне (геометрия Римана) соответствует модель конечного пространства. Здесь проблема бесконечности приобретает локальный и физический характер, она может быть решена локальными экспериментами, измерениями средней плотности вещества Вселенной.

Гегель применил понятия дурной и истинной бесконечности к проблемам жизни, смерти и бессмертия. Бессмертие рода, поддерживаемое появлением все новых особей тождественного типа, которые приходят на смену погибающим, кажется Гегелю простым, не имеющим конца рядом, дурной бесконечностью. Такая бесконечная смена особей заставляет Гегеля вспомнить фразу Мефистофеля: «В жилах образуется все новая свежая кровь; так продолжается без конца, это приводит в бешенство». В предпоследней главе книги мы встретимся с отдаленным потомком Мефистофеля, чертом Карамазова, огорченным эволюцией Вселенной «без происшествий».

Подобная эволюция бесконечна, но является ли она бессмертием, является ли она жизнью? Этот вопрос уже рассматривался в более широком разрезе, для бытия в целом. Для живых существ ответ на заданный вопрос будет также отрицательным. В процитированных в качестве эпиграфа строках Гегеля живое существо рассматривается как соединение противоречивых определений: оно является элементом, тождественным другим элементам,

другим особям, образующим род. Тожественные предикаты особей только и существенны в этом определении: «Живое существо... есть всеобщее, род». Когда отдельная особь умирает, род сохраняется. Но род, который состоит из подобных, игнорируемых особей, бессмертен в смысле *дурного бессмертия*, аналогично гегелевой дурной бесконечности. Это бесконечный ряд тождественных, лишенных «непосредственной единичности», смертных особей. По существу, это не бессмертная жизнь, бессмертная смерть *mons immortalis* в самом негативном и отрицательном смысле, о котором уже шла речь в предыдущей главе.

Классическая, а затем неклассическая биология развивала иную концепцию индивидуальной жизни особи и бессмертной жизни рода. Учение Дарвина рассматривает эволюцию вида как результат наследственности и изменчивости. Наследственность стоит на страже себетождественности вида и тождественности входящих в него особей. Изменчивость в ряде случаев имеет своим исходным пунктом индивидуальную мутацию, причем индивидуальное отклонение от наследственного типа, изменение закодированной в живой клетке наследственности, становится исходным пунктом процесса, напоминающего цепную реакцию в отношении существенной роли «непосредственно единичного» для судеб целого.

Таким образом, концепция истинной бесконечности, связанная с концепцией бессмертия, которое уже не является негативным *mons immortalis*, а характеризует индивидуальное и локальное бытие, присваивает ему «кубок Оберона», подобное тому как в релятивистской космологии бесконечность пространства или его конечность становятся выражением локальной характеристики — кривизны пространства.

Связь между «истинной бесконечностью» и «истинным бессмертием» и сами эти понятия, — все это сохраняется и в теориях, приписывающих пространству конечные размеры и в теориях дискретного пространства, отрицающих его бесконечную делимость. На конечном отрезке непрерывной траектории частица проходит через бесконечное число точек, а при прерывном движении траектория будет непрерывной в макроскопической аппроксимации.

Связь «истинной бесконечности» и «истинного бессмертия» сложная и многоступенчатая. «Истинная бесконечность» — это общее понятие, включающее все формы оп-

ределяющего воздействия бесконечного множества на входящие в него конечные элементы. Но неклассическая наука модифицирует указанное понятие, обобщает и вместе с тем конкретизирует. Как мы сейчас увидим, понятие истинной бесконечности постепенно приближается при этом к понятию истинного бессмертия.

Для неклассической науки характерно неигнорируемое, но и неконтролируемое изменение элемента при включении его во множество. Более того, в некоторых новейших концепциях неклассической науки само существование отдельного элемента рассматривается как результат взаимодействия всех входящих в множество элементов. Существование частицы объясняется ее взаимодействием со всей Вселенной. По-видимому, идея «элементарности» уже не может претендовать на абсолютный характер; представление о простых кирпичах мироздания, дислокация и передислокация которых объясняет в конечном счете всю механику мира, оказывается в лучшем случае приближенным.

Но неклассическая наука на этом не останавливается. Она вовсе не приписывает микроскопическому элементу макроскопического множества роли послушного исполнителя макроскопических законов. Микроскопический ансамбль вовсе не является гегелевой «силой, властвующей над непосредственно единичным». Частица под влиянием макроскопического прибора приобретает точную локализацию, но при этом она ведет себя как кипплинговский кот, который ходит сам по себе. Макроскопическая упорядоченность мира платит за подчинение частицы в отношении ее локализации представлением частице некоторой свободы в отношении импульса. Но это только начало освобождения от «силы, властвующей над непосредственно единичным». Микроскопический объект может вызвать макроскопические и даже космические события. Спонтанное появление нейтронов в куске урана при определенных условиях способно вызвать последствия, которые находятся в центре внимания не только физиков и регистрируются не только треками в фотоэмульсиях, но и судьбами человечества — это одно из открытий в физике, вызвавших глубокие изменения не только в бытии, но и в психологии современников.

Неклассические цепные реакции существенно отличаются от классических. Известные классической науке цеп-

ные реакции начинаются микроскопическими событиями, которые подчинены тем же законам, что и макроскопические. Макроскопический мир получает здесь от микроскопического иницирующие события, не отличающиеся по своим законам от уже известных ему процессов. Освобождение от «силы, властвующей над непосредственно единичным», не доходит еще до ограничения и модификации законов макромира. Неклассические цепные реакции, напротив, начинаются парадоксальными с классической точки зрения событиями.

В биологии в процессах жизни мы сталкиваемся с еще более импозантной независимостью от «силы, властвующей над непосредственно единичным». Выше уже говорилось о мутациях. Мутация в значительной мере неклассический эффект, иногда она может быть вызвана физическими агентами, теория которых должна учитывать корпускулярно-волновой дуализм. Изменение закодированной в молекуле наследственности означает изменение судьбы ряда поколений, иначе говоря, судьбы «рода», о котором говорится в уже упоминавшемся эпиграфе.

Таким образом, «непосредственно единичное» торжествует над «родом». Но это не может изменить экологического целого, не может изменить более общую, чем закодированные отличия вида, систему — условия обитания вида, внешнюю среду.

Изменение внешней среды — прерогатива человека. Оно является такой прерогативой, если мы имеем в виду компоновку сил природы, соответствующую заранее созданному образу, *целесообразную* компоновку сил природы, иначе говоря, *труд*. Необходимой компонентой труда является, во-первых, *план* — тот образ будущего сочетания сил природы и ее элементов, который заранее сложился в сознании человека и который отличает самого плохого архитектора от самой лучшей пчелы¹. Во-вторых, необходимой компонентой труда служит *прогноз* — представление о процессах природы, однозначно определенных при заданных начальных условиях и заданных последующих воздействиях. Труд — объективация мысли, это основа перехода от биологии к учению о человеческом обществе, основа того, что Энгельс назвал очеловечением обезьяны.

¹ Маркс К., Энгельс Ф. Соч., т. 23, с. 189.

Но генезис труда еще не полностью освобождает «непосредственно единичное» от подчинения властвующей над ним силе. В этой власти, в этом противоречии Гегель видел логическую основу смерти человека. Не физиологической смерти, а того безвозвратного исчезновения всего непосредственно единичного и неповторимого, что было в индивидуальной человеческой жизни. Такое исчезновение зиждется не только на подчинении индивида закономерностям рода и закономерностям природы, но и на его подчинении слепым, стихийным общественным законам. «Прыжок из царства необходимости в царство свободы» — условие разрешения противоречия всеобщего и индивидуального, а следовательно, основа устранения того, в чем Гегель видел логическую природу смерти живого существа. Противоречие начинает разрешаться, когда человеческая мысль — она, по словам Гегеля, бессмертна — начинает диктовать природе новую компоновку ее объективных сил. Разрешение указанного противоречия — стержневая линия истории цивилизации.

Здесь — естественный переход к проблеме бессмертия человека.

Бессмертие человека

Мы, смертные, достигаем бессмертия в остающихся после нас вещах, которые мы создаем сообща.

Эйнштейн

В своих воспоминаниях о детских годах и юности Фредерик Жолио-Кюри рассказывает, как он избавился от страха смерти и ощутил вечность жизни и солидарность поколений. В этом рассказе фигурирует старый оловянный подсвечник — свидетель жизни давно ушедших людей. Говорится и о других предметах, сближающих нас с людьми, которые жили до нас. Рассказ Жолио ассоциируется с приведенной в эпитафии фразой Эйнштейна (читатель помнит ее, она была адресована в 1922 г. японским детям). Выяснение логической и психологической связи мыслей и настроений, выраженных в воспоминаниях Жолио и во фразе Эйнштейна, поможет нам приблизиться к некоторым кардинальным проблемам.

Приведем отрывок из названных воспоминаний.

«Каждый человек невольно отшатывается от мысли, что вслед за его смертью наступает небытие. Понятие пустоты настолько невыносимо для людей, что они пытались спрятаться в верования в загробную жизнь, даруемую богом или богами. Я по своей природе рационалист, даже в ранней молодости я отказывался от такой хрупкой и ни на чем не основанной веры. Думая о смерти даже в раннем возрасте, я видел перед собой проблему глубоко человеческую и земную. Разве вечность — это не живая, осязаемая цепь, которая связывает нас с вещами и людьми, бывшими до нас? Если вы позволите, я поделюсь с вами одним воспоминанием.

Подростком я вечером делал уроки. Работая, я вдруг дотронулся до оловянного подсвечника — старой семейной реликвии. Я перестал писать, меня охватило волнение. Закрыв глаза, я видел картины, свидетелем которых был старый подсвечник, — как спускались в погреб в день веселых именин за бутылкой вина, как сидели ночью вокруг покойника. Мне казалось, что я чувствую тепло рук, которые в течение веков держали подсвечник, вижу лица. Я почувствовал огромную поддержку в сонме исчезнувших. Конечно, это фантазии, но подсвечник помог мне вспомнить тех, кого больше не было, я их увидел живыми, и я окончательно освободился от страха перед небытием.

Каждый человек оставляет на земле неизгладимый след, будь то дерево перил или каменная ступенька лестницы. Я люблю дерево, блестящее от прикосновения множества рук, камень с выемками от шагов, люблю мой старый подсвечник. В них вечность...»

На первый взгляд, и у Эйнштейна, и у Жолио вещи служат как бы вечными отпечатками человеческой жизни; неопределенно длительное существование этих вещей, их относительное бессмертие придает бессмертие жизни людей. Но это только на первый взгляд. У обоих мыслителей нет ни грана фетишизма в смысле превращения человеческих отношений в натуральные свойства вещей, напротив, у них отчетливо антифетишистская позиция, оба говорят не о бессмертии вещей, а о бессмертии людей, о бессмертии человеческой жизни. Это бессмертие реализуется в сближении поколений, в сближении людей, близости их мыслей и чувств и в *преемственности* мыслей и чувств — это понятие включает и некоторое тождество, и эволюцию, нетождественность.

Бессмертие вещи и бессмертие человека — это уже известное нам разграничение статического и тривиального сохранения неподвижного и по существу мертвого объекта, с одной стороны, и динамического бессмертия живого объекта, меняющегося и нетождественного себе, с другой. И у Эйнштейна, и у Жолио речь идет о второй концепции, об отношении между людьми, о близости и вместе с тем нетождественности их забот, интересов, желаний, творчества. Эта близость и эта нетождественность, эта преемственность означают, что «душа в заветной лире мой прах переживает», — не в какой-либо загробной жизни,

а в смысле сохранения главного содержания интеллекта, его перенесения (живого перенесения, включающего модификацию и развитие) в сознание других людей. У Жюли ощущение непрерывности и преемственности жизни людей было высказано в более сенсуально-конкретной форме. Для него оловянный подсвечник был катализатором ряда картин, о которых он пишет в приведенном отрывке. У Эйнштейна то же ощущение высказано в форме логической дедукции и не требует таких конкретных образов, как перила, отполированные руками, каменная ступенька с выемками от шагов и т. д. Но у обоих вещи — объективация человеческих поступков, жизни, труда.

Что же объективируется в вещах?

Речь идет именно об объективации, а не о фетишизации; не о превращении человеческих отношений в свойства вещей, а о переходе мыслей и воли человека в изменение природы, в новую компоновку элементов природы. Такое превращение и есть создание вещей. Люди объективируют свои мысли и волю, по выражению Эйнштейна, *сообща*. Производство вещей, т. е. новых сочетаний элементов и сил природы, то, что Маркс называл материальным производством, является общественным процессом. Общественный труд становится основой интеллектуального и эмоционального соединения людей. Мысли и чувства человека направлены к другим людям, человек живет для других и поэтому его жизнь продолжается в других, становится элементом бессмертной жизни.

Подобная иммортализация индивидуальной психики идет по следующим направлениям.

Труд, объективирующий психику человека, состоит в целесообразном сочетании происходящих в природе, независимых от человека процессов, в иной компоновке сил природы. Такая сознательная компоновка исходит из прогноза, из представления о событиях, которые однозначно определены предшествующими событиями. Стремление к познанию этих причинных связей, поиски детерминизма в природе — такая же спонтанная особенность человека, как труд и, забегая немного вперед, как стремление к добру; в нем находит свое выражение природа человека, то, что его выделяет из животного мира. Спиноза отнес бы эти стремления к *causa libera*, к свободному, независящему от внешних импульсов выявлению природы (он сравнивает подобное выявление с геометрическими свойствами

ми фигур, вытекающими из природы этих фигур). Современный биолог, вероятно, перевел бы такой тезис фразой о стремлениях, закодированных в молекулах и клетках homo sapiens. Во всяком случае человеку свойственно стремиться к истине. Homo sapiens есть homo cognoscens — познающий человек, проникнутый идеалом истины.

Подчеркнем динамический характер этого идеала. Человек не может узнать нечто достоверное о природе, не располагая заранее некоторым полученным от других людей фондом истины. И не может объективировать себя, не пополнив этот фонд каким-то *новым* вкладом. Мы снова убеждаемся в дифференциальном характере бытия, в необходимости ненулевой производной по времени, движения, изменения, чтобы бытие, а значит и бессмертие, было действительным. Неклассическая наука меняет не только скорость продвижения к идеалу науки, но и самый идеал. Он менялся и в прошлом. Идеалом античной науки была статическая схема, восстановление которой объясняло все «естественные» движения. Идеалом науки XVIII—XIX вв. было сведение механики мира к центральным силам. Сейчас, в неклассическую эпоху, идеал познания, идеал истины не только изменился, но и меняется практически непрерывно.

Вторая линия иммортализации внутреннего мира человека направляется его моральными идеалами. Здесь, в книге, посвященной Эйнштейну, следует остановиться на связи между научными и моральными идеалами. Об этой связи Эйнштейн сравнительно подробно говорил в беседе с ирландским писателем Мэрфи, опубликованной в 1930 г.¹ Двадцать лет спустя в предисловии к книге Филиппа Франка «Относительность» Эйнштейн вернулся к этой же проблеме (предисловие имеет подзаголовок «Законы науки и законы этики»)².

В беседе с Мэрфи Эйнштейн в очень категорической форме отрицал возможность научного обоснования моральных идеалов. «Я не считаю, — говорил он, — что наука может учить людей морали. Я не верю, что философию морали вообще можно построить на научной основе. Например, вы не могли бы научить людей, чтобы те завтра

¹ См.: *Эйнштейн*, 4, 163—165.

² Там же, 322—323.

пошли на смерть, отстаивая научную истину. Наука не имеет такой власти над человеческим духом. Оценка жизни и всех ее наиболее благородных проявлений зависит лишь от того, что дух ожидает от своего собственного будущего. Всякая же попытка свести этику к научным формулам неизбежно обречена на неудачу. В этом я полностью убежден. С другой стороны, нет никаких сомнений в том, что высшие разделы научного исследования и общий интерес к научной теории имеют огромное значение, поскольку приводят людей к более правильной оценке результатов духовной деятельности. Но содержание научной теории само по себе не создает моральной основы поведения личности».

В предисловии к книге Франка Эйнштейн повторяет тот же тезис: наука не может обосновать моральные идеалы, ученый не ставит вопроса о цели, более того, «он сторонится всего волюнтаристского и эмоционального». Но здесь Эйнштейн неожиданно прибавляет: «Между прочим, эта черта обусловлена медленным развитием науки, свойственным современной западной мысли».

Медленное развитие науки в сороковые — пятидесятые годы — такая оценка кажется противоречащей скорости появления весьма общих и радикальных концепций в этот период. Она противоречит и очень быстрому применению неклассических научных концепций. Но Эйнштейн, по-видимому, имеет в виду иную сторону научного прогресса. Вопреки распространенным в те годы взглядам, Эйнштейн ждал от физической теории весьма общего и радикального поворота — создания единой теории поля. Неудача попыток построения такой теории и казалась Эйнштейну медленным развитием науки.

Для проблемы научной истины и морального идеала фраза Эйнштейна чрезвычайно многозначительна. Она позволяет понять и ограничить приведенный отрывок о невозможности научного обоснования морального идеала. Наука не может его обосновать, пока речь идет о сравнительно стабильном содержании науки и о стабильном моральном идеале. Как только мы переходим к изменению научных представлений, как только мы применяем к ним «оператор дифференцирования по времени» и рассматриваем науку в ее развитии, в динамике, в радикальных поворотах и, с другой стороны, когда речь идет не о традиционных моральных идеалах, а об их движении и,

что самое главное, об их реализации, отношение науки к морали меняется.

В приведенном отрывке говорится, что высшие разделы научного исследования приводят к более правильной оценке результатов духовной деятельности. О чем здесь идет речь? Сопоставляя это замечание со всей совокупностью взглядов Эйнштейна на духовную деятельность человека, со Спинозистскими корнями его мировоззрения, с его историко-научными экскурсами, можно истолковать замечание Эйнштейна следующим образом.

Общая оценка результатов духовной деятельности человека — это признание культурной и моральной ценности рационалистической мысли. Такое признание означает, что моральные идеалы человека могут быть реализованы разумом вопреки апологии иррационального, бессознательного, эмоционального, противопоставленного разумному, логическому.

Напомним уже приводившееся замечание Эйнштейна в 1927 г. по поводу 200-летия со дня смерти Ньютона: «Разум кажется нам слабым, когда мы думаем о стоящих перед нами задачах; особенно слабым он кажется, когда мы противопоставляем его безумству и страстям человечества...»³. Но мы именно противопоставляем его и, по словам Эйнштейна, видим на примере Ньютона, что творения интеллекта «на протяжении веков озаряют мир светом и теплом».

Таким озарением мира светом и теплом была и интеллектуальная жизнь самого Эйнштейна. Но об этом речь пойдет в конце главы. Здесь отметим только, что озаряющий пути человечества эффект науки связан не с ее устойчивым содержанием, а с поворотами науки, каким был научный подвиг Ньютона в XVII столетии и подвиг Эйнштейна в XX столетии.

С этой точки зрения понятна фраза Эйнштейна об эмоциональном и моральном эффекте науки в дальнейшей беседе с Мэрфи: «Всеобщий интерес к научной теории вовлек в игру высшие сферы духовной деятельности, что не может не иметь огромного значения для морального исцеления человечества».

Наука способствует реализации моральных идеалов своими прикладными результатами и демонстрацией ра-

³ Эйнштейн, 4, 78.

циональной природы этих идеалов. В предисловии к книге Франка Эйнштейн пишет, что «научная констатация фактов и соотношений не может диктовать этические нормы». Дальше он продолжает: «Однако с помощью логического мышления и эмпирических знаний этические нормы можно сделать рациональными и непротиворечивыми». Такая рационалистическая трансформация связывает систему этических норм с исходными этическими идеалами, иначе говоря, реализует эти идеалы, конкретизирует их, делает их элементами преобразования жизни. В сознании человека бессмертными, остающимися в коллективном сознании человека, являются обращенные к другим людям, т. е. моральные, идеалы. В этом смысле бессмертный человек — это человек с этическим самосознанием, *homo immortalis* — это *homo moralis*. Но здесь сливается стремление к истине и стремление к этическому идеалу, в обоих случаях реальный вклад в фонд истины и в фонд этических норм, реальное повышение интеллектуального уровня человечества и его морального уровня сливаются в понятие труда. *Homo immortalis* — это трудящийся человек, *homo faber* или создающий, конструирующий, *homo construens*.

Они сливаются в понятие свободного, неотчужденного труда. Труда, который соответствует спинозовской *causa libera* — свободной причине, выявлению спонтанной природы человека.

В сущности, в таком выявлении — глубокий смысл финала «Фауста». Фауст выступает здесь в роли *homo faber* и *homo construens* весьма высокого ранга — в смысле преобразования природы, труда, условий жизни людей. Он строит канал. И здесь наступает то мгновение, которое должно остановиться, потому что оно прекрасно.

Мы сейчас можем придать этой фразе: «Остановись, мгновенье, ты прекрасно!» смысл, который Гёте в полной мере и не вкладывал в него. Прекрасно мгновение, когда человек объективирует свои эмоции и мысли, когда последние приобретают в труде вневличное бытие. Но что значит здесь «остановись»?

Гёте имел в виду, что момент полного выявления человеческой личности *не исчезает*. Но для нас это сохранение момента, его превращение из эфемерного всплеска бытия в нечто длящееся обрастает большим числом самых различных ассоциаций. В том числе научных, физических,

математических — весьма ньютоновских (т. е. очень далеких от Гёте) и даже эйнштейнских.

Труд как выявление личности, труд, объективирующий мысли, знания, волю и эмоции человека и делающий их бессмертными, — это вовсе не прерогатива элиты. Трансформация природы и трансформация человека — непрерывный процесс, в котором кристаллизуются микроскопические акты. Этот процесс связан со всеми проявлениями жизни. Поэтому для Жолио символами и свидетельствами связи поколений и вечности жизни были столь скромные аксессуары быта ушедших людей, как отполированные перила, выщербленные ступени и старинный оловянный подсвечник.

Динамический характер иммортализации человека включает игнорирование отдельной личности, ее растворение в потоке коллективной жизни. Уже приводившиеся строки Шиллера: «Смерти боишься, мечтаешь о жизни бессмертной? В целом живи!...» не означают такого растворения. «В целом живи!»), т. е. сохраняй индивидуальность, сохраняй ее в индивидуальном, нетождественном другом вкладе в «целое». Здесь мы подходим к проблеме сохранения индивидуального и неповторимого как компоненты бытия и к проблеме отчуждения личного при переходе к надличному, т. е. при выполнении совета Шиллера: «В целом живи!»

Здесь нет нужды разбирать проблему отчуждения в целом. Среди большого числа определений этого понятия одним из наиболее общих может служить определение, исходящее из Спинозовского *causa libera* — свободного выявления природы объекта без внешнего принудительного импульса. Если поведение индивидуального объекта ни в коей мере не является спонтанным и определяется лишь внешними импульсами, бытие объекта является отчужденным, некомплектным, иллюзорным.

В этой главе и в непосредственно предшествовавших ей уже говорилось, что парменидова концепция бытия ведет к негативной версии бессмертия, а противоположная, диалектическая концепция (ее можно было бы для соблюдения исторической перспективы назвать гераклитовой) ведет к позитивной трактовке бессмертия, к понятию бессмертия подлинной жизни. Эйнштейн в своем творчестве демонстрировал именно эту версию бессмертия. Творчество Эйнштейна не было безличным чертежом, оно включа-

ло много личного, оно обладало почерком, манерой, своим собственным эмоциональным подтекстом. Поэтому в памяти человечества сохранится не только содержание физических концепций Эйнштейна, но и его жизнь, особенности психики, ее эмоциональное содержание, эпизоды жизни, даже наружность. Бессмертие Эйнштейна — это не только бессмертие идей, это бессмертие человека.

Здесь мы должны вернуться к первой части книги, к основной характеристике *жизни* Эйнштейна. Жизни — в самом прямом, физиологическом, психофизическом смысле. Даже в геронтологическом: речь идет о старости Эйнштейна. В начале нашей эры Лонгин, автор трактата «О прекрасном», писал об «Одиссее», что в ней нет напряженности «Илиады»; вторая поэма Гомера, созданная им, по мнению Лонгина, в старости, похожа на заходящее солнце, которое уже не пылает, но сохраняет свою исполтинскую величину. «Я имею в виду, — прибавляет Лонгин, — старость, но старость *Гомера!*»

Всё, что говорилось в этой книге (и будет сказано дальше, в особой главе) о поисках единой теории поля и вообще о принстонском периоде жизни Эйнштейна, показывает, что его старость, в отличие от гипотетической старости Гомера, означала не только исполтинский объем и широту поднятых проблем, но колоссальное напряжение мысли. Старость Эйнштейна — это не угасание, а рост интеллектуальных сил.

Может быть, индивидуальная эволюция интеллектуальных сил Эйнштейна указывает на некоторое общее изменение характера старости у людей? Может быть, не исключено, в качестве общего правила, необратимое до самой смерти увеличение широты, напряженности и продуктивности мысли?

Такой прогноз и, более того, такая цель переустройства жизни людей являются, по-видимому, реальными в связи с социальной гармонией и с практическим воплощением поисков космической гармонии, с применением неклассической науки. Изменение характера труда при таком применении требует неограниченного возрастания глубины и радикальности научно-технических сдвигов, которые становятся главным содержанием труда. Трудовой, творческий и жизненный опыт — привилегия старости — становится в современном производстве не залогом сохранения старых методов, а залогом радикальной реконструкции.

Принцип бытия

Впрочем, когда речь заходит об истинности героя, с которого и впрямь стоит брать пример, то интерес к индивидуальности, к имени, к облику и шесту представляется нам естественным и оправданным, ибо в самой современной иерархии, в самой налаженной организации мы усматриваем отнюдь не машину, собранную из мертвых и не представляющих интереса частей, но живое тело, где каждый член, каждый орган своим бытием и своей свободой участвует в таинстве, имя которому жизнь.

Герман Гессе

Бессмертие — это бессмертие *бытия*. Основа бессмертия идейных ценностей — отображение бессмертия пространственно-временного бытия, его бесконечности во времени. Поэтому концепция бессмертия включает определенную трактовку понятий бытия, времени и пространства в их связи между собой. Основное философское значение идей Эйнштейна — относительности движения, неотделимости пространства и времени и дискретности поля, т. е. новой, неклассической атомистики, основное, что оправдывает уже известное нам замечание Нернста о философском смысле теории относительности, состоит в изменении концепции *бытия* в ее отношении к категориям пространства и времени. Проблема отнюдь не сводится к тому, что бытие оказывается уже пространственно-временным, а не только пространственным бытием, каким оно было в классической картине мира, допускавшей чисто трехмерную реальность, которую может отобразить мгновенная фотография. Время в этой картине добавлялось к трехмерному пространственному бытию как *предикат*. В неклассической науке время вместе с пространством служит *атрибутом* субстанции в том смысле, в котором понятие атрибута фигурировало в онтологии Спинозы. Но это, повторим, не исчерпывает неклассической концепции бытия. Несколько позже, при сопоставлении идей Эйнштейна с картезианскими идеями и с идеями классиче-

ской электродинамики, мы вернемся к соотношению *бытия*, а также *небытия* с категориями времени и пространства. Сейчас отметим только, что бытие, каким его рисует теория относительности, отнюдь не картезианизирует мир, оно предполагает *заполнение* пространственно-временного континуума и в этом смысле философски-онтологические выводы теории относительности не могут быть оторваны от ее фундаментальной тенденции, отмеченной в автобиографии Эйнштейна 1949 г., от поисков квантово-атомистического обоснования макроскопических и космических констатаций. Бытие существует и остается бессмертным в экстенсивном расширении пространственных и временных масштабов, при неисчезающем и служащем атрибутом бытия воздействию локального *здесь-теперь* на бесконечное *вне-здесь-теперь* и отображении последнего в его локальном элементе. Бессмертие — это не *mors immortalis*, а бессмертие локального элемента, воздействующего на пространственно-временной континуум и отображающего такой континуум. Можно сказать, что современная физическая основа концепции бессмертия — не релятивистская, но квантово-релятивистская и ее связь с научным подвигом Эйнштейна включает наряду с теорией относительности и идею дискретности поля, связи континуума с частицей. Здесь — переход от четырехмерного континуума теории относительности к многомерному (с растущей размерностью) «пространству». Но об этом — дальше, в главе о необратимости времени.

Как воздействует эта сторона идей Эйнштейна на концепцию человеческого бессмертия и человеческого бытия?

Со времени Эпикура физическая дискретность бытия, индивидуальность и неповторимость элементарных физических процессов была обоснованием свободы и автономии человека. Такое обоснование ни в древности, ни теперь не зачеркивает *человеческой* специфики. В отрывке из романа Гессе «Игра в бисер», взятом в качестве эпитафии к этой главе, говорится, что человеческое бытие не может не включать индивидуальные детали именно потому, что это человеческое бытие. Последняя фраза приведенного отрывка очень точная: «...каждый орган своим *бытием* и своей *свободой* участвует в таинстве, имя которому жизнь»¹.

¹ Гессе Г. Игра в бисер. М., 1969, с. 37. Курсив наш. — Б. К.

Действительно, речь идет о бытии, о комплектном, действительном бытии, включающем элементы в их неповторимой индивидуальности. И речь идет о свободе, о спиновой *causa libera*, гарантированной неразстворимостью индивидуальных спонтанных акций и индивидуального колорита в жесткой диктатуре целого.

Нужно только заметить, что «машина, собранная из мертвых и не представляющих интереса частей», — это классическая машина. В паровой машине поведение отдельных молекул не представляет интереса, так как макроскопическая термодинамика их игнорирует, а поведение поршней, рычагов и т. п. не включает существенных индивидуальных отклонений. Но неклассическая машина — иная. В атомном реакторе судьба единичных, иницирующих нейтронов не игнорируется. Это еще не живое тело, но уже и не система игнорируемых элементов.

Но Гессе интересуется человеческое бытие. Бытие человека и неотделимое от него историческое бытие человечества. В том же романе мы встречаем фразу: «Ограниченная свобода решений и действий превращает всемирную историю в историю человечества»². Неограниченная свобода, т. е. отсутствие макроскопической упорядоченности, превратила бы историю в хаотическое множество несвязанных и неотделимых, отнюдь не человеческих движений, аналогичных движению молекул при максимальной энтропии. Неограниченное подчинение превратило бы ее в подобие абсолютно жесткого тела. Человеческое бытие, как и всякое бытие, включает тождество и нетождественность, однородность и гетерогенность, инвариантность и движение, трансформацию, изменение. В этом отношении Гессе находится еще во власти традиционных представлений, когда в своих стихах он говорит о недостижимости бытия:

*Нам в бытии отказано. Всегда
И всюду путники, в любом краю,
Все формы наполняя, как вода,
Мы путь нацупываем к бытию.*

² Гессе Г. Игра в бисер, с. 351.

*Осуществить себя! Суметь продлиться!
Вот цель, что в путь нас гонит неотступно, —
Не оглянуться, не остановиться,
А бытие все так же недоступно*³.

Но именно «путники» (опять вспоминается фотон) и обладают бытием, именно в этом «не остановиться» — необходимая компонента бытия. Так оно получается в свете гераклитовой версии бытия, торжествующей над парменидовой версией в последовательном развитии науки и философии. Эйнштейн исходил из гераклитовой версии бытия, для него тождественность и нетождественность были необходимыми компонентами мира, без которых бытие мира становится иллюзорным. Такая точка зрения вытекает из самых фундаментальных гносеологических позиций Эйнштейна.

Эйнштейн — рационалист, прямой преемник великих корифеев классического рационализма XVII в., преемник Декарта и Спинозы. В четвертой части этой книги логическая связь идей Эйнштейна с рационализмом XVII в. будет обсуждена подробнее. Но уже сейчас следует подчеркнуть, что классический рационализм XVII в., как и его исторические истоки, приобретают новую, нетрадиционную окраску в свете современной науки, в квантово-релятивистской ретроспекции⁴. В своей эволюции в сторону науки, в своей трансформации в науку классический рационализм обнаруживал все более отчетливый эмпирический аккомпанемент, без которого рационализм не мог стать учением о бытии. Этот аккомпанемент, свидетельствовавший, что рациональное познание мира теряет смысл без противоположного полюса — эмпирического постижения реальности, теснейшим образом связан с индивидуализирующей функцией разума, с поисками нетождественного, неповторного, локального.

Такая индивидуализирующая функция разума реализуется в эксперименте. Особенно в современном, неклассическом эксперименте, который не столько иллюстрирует подчинение новых явлений старым законам, сколько обнаруживает парадоксальные факты, требующие модификации, обобщения и уточнения старых законов.

³ Там же, с. 419.

⁴ См.: Кузнецов Б. Г. Разум и бытие. Этюды о классическом рационализме и неклассической науке. М., 1972.

Рационализм в его традиционном понимании идентифицирует мир. Он объясняет каждый факт, относя его к более общему классу, включая его во множество тождественных фактов. Наиболее полное воплощение классического рационализма — картезианская физика — отождествляет тела с частями гомогенного, лишённого качественных отличий, тождественного себе пространства. Но пространственно-временное представление становится иллюзорным, когда субстанция лишается своей неоднородности, когда она не сохраняет даже своего отличия от пустого пространства. Апофеоз тождественности лишает пространственные объёмы протяженности, а временные интервалы — длительности, пространство становится одной точкой, а время — одним мгновением.

Но и апофеоз нетождественности опустошает мир. Мы не можем зарегистрировать индивидуальный, локальный, абсолютно не тождественный другим физический объект, не приписывая ему какие-то общие предикаты, не включая его в классы идентифицированных элементов. И не рассматривая его в пространстве и во времени, в гомогенном пространственно-временном континууме.

Теория относительности и квантовая механика не были апофеозом пространственно-временного представления в духе Декарта и не были апофеозом автономной и субстанциальной монады, вырывающейся из пространственно-временной картины. Они были апофеозом рационализма в его реальном движении, в его реальной связи с наукой, апофеозом неразрывной связи логического анализа и эксперимента.

Присмотримся к основному представлению теории относительности: каркас четырехмерных мировых линий — это *ratio* мира. Присмотримся теперь к основному представлению квантовой механики: в микроскопических областях частица отступает от мировой линии, ее пространственно-временная локализация неопределенна, а если увеличивать точность локализации, то эксперимент изменяет направление мировой линии, изменяет импульс и энергию частицы. Мировая линия оказывается размытой. Но именно это придает мировой линии физический характер, физическое бытие, отличает реальную мировую линию частицы от чисто геометрического, хотя и бы и четырехмерного, но все же лишь геометрического образа. В свою очередь, понятие неопределенности положения ча-

стицы теряет смысл без макроскопического представления, без понятия мировой линии.

Нам предстоит подробнее познакомиться с этой дополнителностью микроскопического и макроскопического аспектов в современной физике. Такая дополнителность — в фарватере реальной эволюции рационализма. И в фарватере того понимания рационализма, которое не раз высказывалось в работах Эйнштейна. Ограничимся следующими иллюстрациями его гносеологического кредо.

В статье «Физика, философия и научный прогресс» Эйнштейн говорит о сквозных идеях науки и сквозных особенностях научного мышления XVII—XIX вв., которые сохраняются и сейчас, в XX столетии.

Первая из сохраняющихся особенностей научного мышления, на которую указывает Эйнштейн, сенсуалистическая: «Во-первых, мышление само по себе никогда не приводит ни к каким знаниям о внешних объектах. Исходным пунктом всех исследований служит чувственное восприятие. Истинность теоретического мышления достигается исключительно за счет связи его со всей суммой данных чувственного опыта»⁵.

Это очень далеко от ньютоновского эмпиризма и индуктивизма; сенсуалистический тезис Эйнштейна — целиком в рамках рационализма и потерял бы смысл при буквальном следовании ньютоновскому «*hypotheses non fingo*». И в то же время это очень близко ньютоновской ориентации на эксперимент и наблюдение. Сама эта ориентация отличается от «*hypotheses non fingo*», эксперимент на деле невозможен без логического анализа проблемы, он состоит в освобождении рациональной, в значительной мере предваряющей наблюдение, схемы процесса от осложняющих обстоятельств, причем критерий сущности, отделяющий наблюдаемые процессы от игнорируемых, рационалистический.

У Ньютона, как и у Декарта, как и у всех рационалистов XVII в. и всех естествоиспытателей XVII—XVIII вв., этот рационалистический критерий состоял в следующем.

Теоретик XVII—XVIII вв. отделял чистую схему перемещения частей гомогенной материи, дислокацию и передислокацию атомов, движения и ускорения лишенных качественных определений тел от всего, что ему казалось

⁵ Эйнштейн, 4, 320.

субъективным. Экспериментатор делал нечто аналогичное. Поэтому в результате эксперимента и в результате теоретического анализа получается пространственно-временная схема событий.

По мнению Эйнштейна, подобный метод науки и соответственно подобная концепция мира сохраняются и в XX в.

«Во-вторых,— продолжает Эйнштейн, — все элементарные понятия допускают сведение к пространственно-временным понятиям. Только такие понятия фигурируют в „законах природы“, в этом смысле все научное мышление „геометрично“»⁶.

Все научное мышление «геометрично». Но является ли оно *только* «геометричным»? И что означают кавычки, в которые поставлено основное определение научного мышления?

В четвертой части этой книги в главе, посвященной отношению идей Эйнштейна к картезианству, речь будет идти о невозможности для физического мышления быть *физическим* мышлением и даже быть вообще мышлением без выхода за пределы геометрии. Но такое заключение — результат неклассической ретроспекции, результат переноса в прошлое *современных* оценок и соответствующей более глубокой трактовки идей прошлого. Даже не современных в ограниченном смысле, т. е. оценок, вытекающих из современных *результатов* науки. Речь идет об оценках, вытекающих из современных прогнозов, из современных констатаций направления, в котором сейчас развивается наука. В следующей главе будут рассмотрены в таком освещении попытки построения единой теории поля, которые были основным содержанием усилий Эйнштейна в тридцатые — пятидесятые годы. Оценка этих попыток — одна из самых существенных сторон проблемы бессмертия Эйнштейна и его научного подвига. Такая оценка зависит от концепции бессмертия науки. Если бессмертие — статическое понятие, если оно состоит в незыблемости результатов науки, тогда принстонские попытки лишены печати бессмертия. Тогда бессмертными в истории науки представляются конкретные воплощения исходных аксиом науки, ее идеалов, метода и стиля. Но существуют ли такие абсолютно неизменные аксиомы, идеалы и особенно-

⁶ Эйнштейн, 4, 321.

сти стиля, которые бросают отблеск бессмертия на воплощающие их научные результаты?

Выше были приведены замечания Эйнштейна об исторически инвариантных особенностях научного мышления — они могли бы играть роль инвариантных результатов науки. К ним Эйнштейн относит и «геометричность» научного мышления — возможность свести элементарные понятия к пространственно-временным. Но статья «Физика, философия и научный прогресс» заканчивается несколько неожиданно. «Сохраним ли мы это кредо навсегда?» — спрашивает Эйнштейн. И отвечает: «Думаю, что на этот вопрос будет лучше всего ответить улыбкой»⁷.

Многозначительная улыбка. Она обращена не только к «кредо, сохраняющемуся навсегда». Она обращена, как кажется, и ко всякой статической концепции бессмертия. Бессмертен синтез сохранения и изменения, тождественности и нетождественности, инвариантности и преобразования. В этой главе подобный синтез назван принципом бытия. Действительно, бытие теряет смысл, становится иллюзорным, если система логических, идентифицирующих суждений и математических конструкций исключает индивидуальное, неповторимое, обнаруживаемое эмпирически. Как и наоборот, эмпирическое постижение невозможно без идентифицирующей функции разума. Разум приводит к аксиоматизации науки, он вносит в многообразие явлений некоторые относительно устойчивые тождественные себе принципы. Опыт, который дает информацию о внешнем мире в указанных логических рамках, может изменить аксиоматическую базу науки. В чем же тогда ее бессмертие? Очевидно, в реконструирующей функции научных теорий, в их воздействии на бесконечный процесс самого изменения аксиоматики науки. С этой стороны и надо подойти к единой теории поля. Попытки построения единой теории поля будут бессмертны *в смысле бессмертного бытия*, в смысле бессмертной жизни, если в них запечатлены и воплощены не только результаты, но и само изменение науки, ее динамизм, то, что Эйнштейн назвал *драмой идей*. Так ли это, запечатлена ли в идее единого поля объективная драма науки?

⁷ Там же.

Единая теория поля

...Распалась связь времен.
Зачем же я связать ее рожден?

Шекспир. «Гамлет»

Фраза, стоящая в эпиграфе, — ключ к внутренней трагедии Гамлета, представленной с такой мощью художественного обобщения, что самые отдаленные коллизии мысли и чувства находят в ней свой прообраз. На террасе Эльсинора была разбита нравственная гармония мира. Гамлет, воспринимавший «связь времен» как последовательное осуществление нравственного идеала, столкнулся с резким диссонансом, с вероломством и преступлением. На его плечи ложится тяжелое бремя. Мечь представляется восстановлением мировой гармонии.

И Гамлет заранее чувствует невероятную сложность этого подвига. В конце концов он видит, что прямолинейная и решительная акция не может восстановить «связь времен».

В мировоззрении Эйнштейна идеалом гармонии был мир Спинозы, единый мир, в котором происходит взаимное, относительное движение действующих друг на друга тел. Эйнштейн восстановил этот классический идеал, распространил принцип относительности, найденный в XVII в., на новые явления, открытые в XIX в. «Связь времен» была восстановлена. Но первоначально она была восстановлена только для инерционного движения. В результате величайшего интеллектуального напряжения Эйнштейну удалось устранить из картины мира абсолютные ускоренные движения. Но дальше пойти не удалось.

В науке сохранилось чуждое идеальной гармонии мира различие между электромагнитными и гравитационными полями. С другой стороны, в движении элементарных ча-

стиц были обнаружены такие особенности, которые не укладывались в первоначальную схему идеальной гармонии мира. Не только отошедшая от этой схемы механика Ньютона, но и восстановившая гармонию механика Эйнштейна исходят из непрерывного движения частиц, положения и скорости которых определены начальными условиями и взаимодействиями между собой. В двадцатые годы выяснилось, что положение и скорость частицы, вообще говоря, не могут быть с неограниченной точностью определены для каждого последующего момента.

Но здесь аналогия кончается. Квантовая механика не была ни субъективной, ни объективной трагедией Эйнштейна. Прежде всего для Эйнштейна восстановление разорванной «связи времен», т. е. устранение ньютоновых абсолютов и лоренцова эфира не могло быть однократным актом, приводящим к тысячелетнему царству обретенной, наконец, окончательной истины. Как уже говорилось, специальная теория относительности в большей степени, чем все предшествующие физические теории, разрушила не только ньютоновы догмы, но и дух догматизма в целом. Затем Эйнштейну принадлежала идея фотонов, т. е. исток теории, приписывающей частицам волновые свойства, а волнам — корпускулярные. Наконец, Эйнштейн по существу связывал критику квантовой механики с перспективой дальнейшего развития физики, а не с попятным движением к классическим представлениям.

На этом тезисе мы уже останавливались. Эйнштейн весьма органически перешел в конце жизни от признания принципа Маха универсальным принципом природы к отрицанию его универсальности. Он говорил об ограниченности не только ньютоновой механики, но и всех теорий такого же типа, как и ньютонова. Создание новой теории, выходящей за рамки «классического идеала», не было субъективной трагедией для мыслителя, в такой большой мере приблизившего физику к этому идеалу. Когда физика пошла дальше, Эйнштейн не ощущал ее движение как крах мировой гармонии. В начале этой книги была сделана попытка очертить широкий и подвижный рационализм Эйнштейна. Этому живому, не претендующему на последнее слово, рационалистическому мировоззрению чужда трагедия оставленных позиций. Поэтому квантовая механика не была для Эйнштейна субъективной трагедией.

Она не была и объективной трагедией его идей, потому что объективным источником усложнения картины мира, выводящего ее за рамки «классического идеала», было последовательное и вполне органическое развитие концепций Эйнштейна.

Органическое, но совсем не идиллическое. Если у Эйнштейна не было трагедии оставленных позиций, то у него была трагедия недостигнутых позиций. Не «последних», «окончательных» и т. д., а ближайших, уже видимых, уже необходимых. Мы знаем, что поиски единой теории поля в двадцатые годы не приводили к физически однозначным и физически содержательным результатам. Вейль рассказывал, что в Принстоне в тридцатые годы Эйнштейн храбро встречал неудачи и произносил: «Ну вот, я опять сбился с пути», так же весело, как и фразы об успехах. Действительно, Эйнштейна не обескураживала каждая неудача, но он тяжело переживал неуверенность в достижении общего замысла — построения единой теории поля.

Эта неуверенность не раз высказывалась в весьма эйнштейновской, мягкой и иронической форме. В одной из первых глав этой книги упомянута надпись в принстонском институте: «Бог изощрен, но не злонамерен». Но, прощаясь в Принстоне с Бейлем, Эйнштейн сказал ему: «А может быть, он все-таки немного злонамерен?»

«Бог не злонамерен» означало для Эйнштейна не только существование мировой гармонии и не только необходимость и принципиальную достижимость единой теории поля. В этом Эйнштейн не сомневался. Но приведенное изречение означало также, что гармония бытия может быть выражена в точных геометрических соотношениях. И здесь у Эйнштейна появлялось ощущение величайшей трудности определения указанных соотношений: «А может быть, он все-таки немного злонамерен?»

Этой злонамеренности во всяком случае хватало, чтобы Эйнштейн мог сомневаться в том, что ему удастся увидеть решение проблемы. Чем дальше, тем слабее становилась эта надежда и тем энергичнее работал Эйнштейн. Весной 1942 г. он писал своему другу Гансу Мюзаму (старому врачу, парализованному и лежавшему в то время в Хайфе):

«Я стал одиноким старым бобылем, известным главным образом тем, что обхожусь без носков. Но работаю я

еще фанатичнее, чем раньше, и лелею надежду разрешить уже старую для меня проблему физического поля. Это напоминает воздушный корабль, на котором витаешь в небесах, но неясно представляешь себе, как опуститься на землю... Быть может, удастся дожить до лучшего времени и на мгновение увидеть нечто вроде обетованной земли...»¹

Через два года Эйнштейн вновь писал Мюзаму:

«Быть может, мне суждено еще узнать, вправе ли я верить в свои уравнения. Это не более чем надежда, потому что каждый вариант связан с большими математическими трудностями. Я вам долго не писал, несмотря на муки совести и добрую волю, потому что математические мучения держат меня в безжалостных тисках и я не могу вырваться, никуда не хожу и сберегаю время, откладывая все *ad colendas graecas*. Как видите, я превратился в скрягу. В минуты просветления я сознаю, что эта жадность по отношению ко времени порочна и глупа»².

В 1953 г. Эйнштейн на пресс-конференции, устроенной в связи с его 74-летием, говорил:

«Как только была завершена общая теория относительности, т. е. в 1916 г., появилась новая проблема, состоявшая в следующем. Общая теория относительности весьма естественно приводит к теории гравитационного поля, но не позволяет найти релятивистскую теорию для любого поля. С тех пор я стремился найти наиболее естественное релятивистское обобщение закона тяготения, надеясь, что обобщенный закон будет общей теорией поля. В течение последних лет мне удалось получить такое обобщение, выяснить формальную сторону проблемы, найти необходимые уравнения. Но математические трудности не позволяют получить из этих уравнений выводы, сопоставимые с наблюдением. Мало надежды, что это удастся до конца моих дней».

Эту характеристику своих результатов Эйнштейн повторял неоднократно — вплоть до последнего дня жизни, когда он уже знал о близости смерти и был уверен, что теория останется незавершенной, ее математическая корректность не гарантирует физической однозначности.

¹ Hello Zeit, 50—51.

² Ibid., 51.

Но Эйнштейн понимал, что дело не только в последующей математической разработке физической теории, в последующем преодолении математических трудностей и получении численных решений уравнений поля. Для Эйнштейна теория не имеет права называться физической, если она не включает физической идеи, допускающей сопоставление с наблюдениями.

Подобная идея была тесно связана с тем или иным отношением к теории микромира. Эйнштейн думал, что единая теория поля позволит вывести квантово-статистические закономерности микромира из нестатистических (управляющих не вероятностями, а самими фактами), более глубоких и общих закономерностей бытия. Тем самым были бы устранены и некоторые позитивистские тенденции в физике.

«Я работаю, — писал Эйнштейн Соловину в 1938 г., — со своими молодыми людьми над чрезвычайно интересной теорией, которая, надеюсь, поможет преодолеть современную мистику вероятности и отход от понятия реальности в физике...»³

В письме к Соловину через двенадцать лет Эйнштейн признает, что единая теория поля еще не может быть проверена, так как математические трудности не позволяют придать ей вид, допускающий однозначную оценку. Общие, философские и логические аргументы не убеждают физиков.

«Единая теория поля теперь уже закончена... Несмотря на весь затраченный труд, я не могу ее проверить каким-либо способом. Такое положение сохранится на долгие годы, тем более что физики не воспринимают логических и философских аргументов»⁴.

Неужели беспримерное напряжение всех сил гениального мыслителя, продолжавшееся почти тридцать лет, было бесплодным?

Попытке ответа на этот вопрос должно предшествовать изложение другой линии развития физики в тридцатые — пятидесятые годы.

Квантовая механика, созданная в 1924—1926 гг., была нерелятивистской теорией. В ней не учитывались процессы, предсказанные теорией относительности, например

³ Lettres à Solovine, 75.

⁴ Ibid., 107.

изменение массы электрона в зависимости от его скорости. В 1929 г. Дирак написал релятивистское волновое уравнение, которому подчинено движение электрона. В нем учитывались такие релятивистские поправки, как изменение массы электрона. Уравнение Дирака точнее описывало движение электрона, обладающего большой энергией, движущегося с очень большой скоростью. Но при этом у Дирака в его расчетах появились отрицательные значения энергии электрона. Этот физически неприемлемый вывод заставил Дирака предположить, что найденное им релятивистское волновое уравнение описывает не только поведение электрона, но и поведение другой частицы, которая отличается от электрона только зарядом — она имеет не отрицательный, как электрон, а положительный электрический заряд. Такая частица была экспериментально найдена и получила название позитрона.

Оказалось, что электрон и позитрон могут слиться и превратиться в два или три фотона. Со своей стороны, фотоны могут превращаться в электронно-позитронные пары. Понятие превращения частиц, их трансмутации, уничтожения одних и порождения других частиц было совершенно новым понятием для «классического идеала» в целом. Классическая наука сталкивалась с качественными превращениями вещества, но сводила такие превращения к перегруппировке атомов, т. е. к движению неуничтожаемых, не превращающихся в другие, тождественных себе атомов. Когда были обнаружены превращения элементов один в другой, это объясняли перегруппировкой составных частей атомов и атомных ядер, т. е. электронов, протонов и нейтронов. Но в случае трансмутации элементарных частиц за ними не стоят перегруппировки и вообще движения каких-то еще меньших субчастиц. В современной научной картине мира трансмутация рассматривается как процесс, который не сводится к перемещению, хотя, может быть, не отделим от перемещения.

Элементарные трансмутации как будто стоят вне тех процессов, которые описывает теория относительности. Здесь нет движения в механическом смысле, т. е. перемещения, смены положения в пространстве с течением времени. Следовательно, здесь теряют смысл, по крайней

мере на первый взгляд, понятия скорости частицы и другие понятия механики. Нет смысла говорить об относительности движения в смысле перемещения, если нет самого движения. С другой стороны, трансмутации элементарных частиц являются процессами, возможность которых вытекает из теории относительности. Когда электроны и позитроны превращаются в фотоны, исчезает масса покоя этих частиц. Фотон не обладает массой покоя. Превращение фотонов в электроны и позитроны означает возникновение массы покоя из массы движения. Это чрезвычайно общая и фундаментальная закономерность. При быстрых движениях тел, сопоставимых по скорости с распространением света, становится существенным возрастание массы частицы по сравнению с массой покоя. В случае превращения электронов и позитронов в фотоны масса покоя полностью переходит в массу движения. Такие эффекты следует назвать уже не релятивистскими, а *ультрарелятивистскими*.

Здесь мы подошли к очень существенному пункту — существенному для оценки творческого пути Эйнштейна во второй половине его жизни. Основной стержень творчества и жизни Эйнштейна — кристаллизация результатов творчества, выходящих за рамки личного. В автобиографических заметках, письмах и беседах Эйнштейна с друзьями тридцать — сорок лет, отданных единой теории поля и выступлениям против официальной квантовой механики, рисуются как очень значительный с этой точки зрения период. Эйнштейн считал его периодом, когда он приблизился к единой концепции, охватывающей все мироздание, к теории, более широкой, чем общая теория относительности. Для Эйнштейна идеи, занимавшие его почти целиком в тридцатые — пятидесятые годы, были итогом творческой жизни, обобщением всего, о чем он размышлял с юности.

Напротив, в большинстве биографий и в большинстве оценок со стороны Принстонский период рассматривается как период бесплодных поисков и положительные итоги этого периода сводятся к выводу уравнений движения из уравнений поля. Из таких оценок иногда выводится и освещение самой жизни Эйнштейна. Его одиночество, которое по отношению к периоду создания теории относительности рассматривается как одиночество мыслителя, ушедшего вперед, применительно к позднему периоду

ду считается одиночеством ученого, заблудившегося и отставшего от общего движения науки.

Новейшие успехи изучения ультрарелятивистских эффектов меняют оценку творчества и жизни Эйнштейна в тридцатые — пятидесятые годы, а значит, и итоговую оценку творчества и жизни в целом. Для Эйнштейна единственная существенная оценка состоит в ответе на вопрос, что в его личных переживаниях, мыслях, результатах стало «надличным» содержанием научного прогресса. Чтобы ответить на этот вопрос, нужно определить, в чем состоял действительный прогресс научных знаний, а это обычно можно сделать лишь ретроспективно, с позиций более общей и точной теории.

Эйнштейн почти не принимал участия в конкретных исследованиях, постепенно увеличивавших сведения об элементарных частицах и их превращениях. Теория и эксперимент должны были пройти большой путь, на котором мыслителю, стремящемуся к внутреннему совершенству, нечего было, как казалось Эйнштейну, делать. В этот период внешнее оправдание физических теорий стало чрезвычайно импозантным. В квантовой электродинамике теоретические расчеты оправдывались экспериментом до девятого знака. Но это не мешало теоретическим конструкциям быстро исчезать и уступать место новым, также недолговечным. Они конструировались *ad hoc*. При этом искусственность большинства теорий была настолько явной, что она начала играть очень своеобразную роль, концентрируя внимание на необходимости не наспех, *ad hoc* придуманной, а естественной, обладающей внутренним совершенством общей теории элементарных частиц. Все это можно проиллюстрировать на примере проблемы бесконечной энергии электронов и позитронов.

Фотоны представляют собой частицы электромагнитного излучения. Они могут излучаться и поглощаться системами заряженных частиц. Но и в вакууме, в отсутствие других частиц, заряженная частица излучает и поглощает так называемые виртуальные фотоны. Они вносят свой вклад в энергию и, следовательно, в массу электрона. Чем меньше интервалы между излучениями и поглощениями виртуальных фотонов, тем больше их вклад в энергию электрона. Время, прошедшее между излучением виртуального фотона и его поглощением, мо-

жет быть сколь угодно мало и соответственно может быть сколь угодно мал пройденный им путь (он равен времени существования фотона, умноженному на скорость света).

Виртуальные фотоны и вообще виртуальные частицы противопоставляются «реальным». Значит ли это, что они лишены объективной реальности, что они являются субъективной конструкцией разума? Нет, они существуют, обнаруживают свое существование в эксперименте, участвуют в игре физических сил и приводят к наблюдаемым макроскопическим событиям. Вакуум, в котором заряженная частица излучает и поглощает виртуальные фотоны, взаимодействует с частицей и меняет ее энергию, массу, заряд. Но к вакуумным процессам непосредственно неприменимо пространственно-временное представление. Что здесь означает этот термин?

Исходное понятие, связанное с пространственно-временным представлением, — это понятие тождественной себе частицы. Тождественной себе не в тривиальном смысле: тождественная себе частица, взятая в данной точке в данный момент. Имеется в виду нетривиальная тождественность: частица существует в различные моменты времени и пребывает в различных точках, оставаясь тождественной самой себе. Гарантия подобной себе тождественности состоит в непрерывной мировой линии частицы: в каждый момент и в каждой точке она в принципе может быть обнаружена. В такой возможности, в существовании непрерывной мировой линии — совокупности пространственно-временных локализаций частицы — состоит пространственно-временное представление о физических процессах.

В вакууме нет непрерывных мировых линий тождественных себе частиц, нет даже несколько размытых линий, фигурирующих в квантовой механике. Мы не можем проследить пространственно-временную локализацию виртуальной частицы. И все же, если бы мы на этом основании отказали ей в реальном бытии, мы, по-видимому, не могли бы присвоить предикат бытия и «реальной» частице, и ее мировой линии. Мировая линия должна быть заполнена какими-то событиями, несводимыми к простому пребыванию частицы, иначе само это пребывание теряет физический смысл и мировая линия становится не физическим, а чисто геометрическим понятием.

Современная ситуация в физике позволяет думать, что именно виртуальные процессы, излучение и поглощение виртуальных фотонов и других частиц, делают мировую линию частицы заполненной, физически существующей, обладающей физическим бытием.

Как уже говорилось, время, прошедшее между излучением виртуального фотона и его поглощением, может быть сколь угодно мало и соответственно вклад виртуального фотона в энергию электрона может быть сколь угодно велик. Расчеты, учитывающие взаимодействие электрона с его собственным излучением, приводят к бесконечным значениям энергии и соответственно массы электрона.

Вывод этот физически абсурден. Предположение о бесконечной энергии и массе частиц противоречит всему, что нам известно о физических явлениях. Поэтому бесконечные значения энергии и массы устраняются из расчетов. Делается это с помощью различных приемов и некоторых концепций, авторы которых не скрывают, а, напротив, подчеркивают чисто рецептурный характер этих приемов и концепций. Разрыв между «внешним оправданием» и «внутренним совершенством» физической теории сейчас принял весьма своеобразную форму. Существует много способов избавиться от бесконечных значений энергии и массы частицы. Они состоят в отбрасывании виртуальных фотонов с очень большой энергией, вносящих большой вклад в собственную энергию частицы. Такие фотоны игнорируются. Почему? Это делают «в кредит» в расчете на то, что будущая теория элементарных частиц даст необходимое обоснование рецептурных приемов устранения очень высоких энергий. Такой теорией может быть представление о наименьших расстояниях и наименьших интервалах времени, представление, которое было бы выведено из каких-то общих идей. Мы вскоре рассмотрим указанное представление. Но в современной физике не дожидаются, пока оно будет непротиворечивым образом сформулировано. Уже сейчас в расчете на ту или другую будущую теорию вводят различные приемы устранения бесконечных значений энергии частицы.

Какими архаичными в такой ситуации кажутся идеи «чистого описания», а также идеи условного или же априорного происхождения физических понятий! Феноме-

нологические теории сами по себе не могут сколько-нибудь непротиворечивым образом описать ход процессов, стоящих в центре внимания современной физики. Физика ищет нефеноменологическую, но отнюдь не априорную картину этих процессов и, уверенная в возможности такой теории, уже сейчас «в кредит» вычисляет энергию электронов, устраняя бесконечные значения. Зато какой зловонной кажется сейчас эйнштейновская схема внешнего оправдания и внутреннего совершенства.

Заметим теперь, что эта схема как раз и развертывалась в тридцатые — пятидесятые годы в эйнштейновских попытках построения единой теории поля и в критике квантовой механики, с одной стороны, и в развитии теории элементарных частиц в работах других физиков, с другой. Развитие теории элементарных частиц приводило к поразительно стройным и изящным отдельным концепциям. Но они не укладывались в единую картину. Более того, выдвинутые в них схемы противоречили друг другу даже в пределах одной концепции. Релятивистские квантовые теории середины нашего столетия напоминают картину сотворения мира в поэме Эмпедокла, где описываются причудливые сочетания органов у животных, первоначально появившихся на Земле.

Симптомом отсутствия внутреннего совершенства в теории элементарных частиц было обилие эмпирических величин, фигурирующих в этой теории. Каждая эмпирическая константа означает, что в данном пункте обрывается единая цепь каузального объяснения, что мы вводим некую величину, не объясняя, почему она именно такая, а не какая-либо иная. Для Эйнштейна идеалом научной картины мира была картина, не содержащая эмпирических постоянных. В теории элементарных частиц сохранялись основные эмпирические величины — значения масс и зарядов, свойственных частицам различных типов.

В целом состояние теории элементарных частиц характеризуется отсутствием «внутреннего совершенства».

В свою очередь конструкции Эйнштейна, выдвинутые в тридцатые — пятидесятые годы, были лишены «внешнего оправдания». Они не противоречили фактам, но и не находили того *experimentum crucis*, который становится исходным пунктом преобразования картины мира. Концепции элементарных частиц, быстро сменявшие одна

другую (иногда уживавшиеся одна с другой) на страницах физических журналов, не были достаточно «безумными» в смысле логической парадоксальности, в них отсутствовал достаточно глубокий разрыв с классическими понятиями. Конструкции Эйнштейна были недостаточно «безумными» в смысле парадоксального экспериментального результата как основы новых конструкций. Такие результаты накапливались в «официальной» теории элементарных частиц: недаром в ней появилось в качестве вполне определенной величины понятие «странности» и множество понятий, не получивших такого названия, но не менее странных.

Можно ли предположить, что разошедшиеся линии развития науки пересекутся? Будет ли построена теория, соединяющая новые, гораздо более парадоксальные с классических позиций, более «безумные» общие идеи с однозначным объяснением всей совокупности парадоксальных фактов, найденных в физике элементарных частиц?

Путь к такой теории достаточно далек. Теоретической физике придется не раз вспомнить слова, написанные Эйнштейном незадолго до смерти, в феврале 1955 г., Макс фон Лауэ в ответ на приглашение в Берлин на заседания, посвященные пятидесятилетию теории относительности.

«Старость и болезнь, — писал Эйнштейн, — делают мой приезд невозможным и, признаться, я благодарен судьбе: все, что связано с личным культом, мне всегда было крайне неприятно. В данном случае речь идет о развитии мысли, в котором участвовали многие и которое далеко не закончено... Если долгие поиски меня чему-либо научили, то их итог таков: мы гораздо дальше от понимания элементарных процессов, чем полагает большая часть современников (тебя я не включаю), и шумные торжества не соответствуют современной ситуации»⁵.

Это письмо хорошо иллюстрирует основное в позиции Эйнштейна: она не успокаивает, а побуждает; Эйнштейн не останавливается на какой-то уже найденной старой истине (в том числе на классическом представлении о микропроцессах), а видит незавершенность новых идей.

⁵ Seelig, 396—397.

Он критикует их не с классических, а по существу с квантово-релятивистских позиций. Ведь в этом же письме говорится о незавершенности развития теории относительности. Ее дальнейшее развитие должно обосновать квантовые закономерности.

Но само признание незавершенности современных идей приобретает сколько-нибудь определенный смысл только в том случае, когда в принципе предвидится создание единой, непротиворечивой теории элементарных процессов.

Если появление такой теории вытекает из наметившихся тенденций, если такой прогноз обоснован, то это меняет принципиальную оценку тридцатилетней напряженной деятельности Эйнштейна. В этом случае можно, следуя примеру самой физики, делать «в кредит» некоторые предварительные ретроспективные оценки. В книге об Эйнштейне такой прием не только допустим, но и обязателен; ведь Эйнштейн в своем творчестве переключался не только (в некоторые периоды и в некоторых проблемах — не столько) с современными исследованиями, но и с будущим науки.

Рассмотрим с этой точки зрения вопрос о так называемом «одиночестве» Эйнштейна.

Инфельд считает одиночество Эйнштейна характерной чертой его творчества, может быть, самой характерной. Эта черта каким-то далеко не явным образом соединяет облик Эйнштейна, его погруженность в себя даже в минуты оживленного общения с окружающими и тот факт, что он мало занимался проблемами, поглощавшими в данный момент внимание большинства физиков (так называемыми актуальными проблемами), и слабый резонанс, вызванный его работами в последний период жизни. Все это вещи разного порядка, и лежат они в разных планах. Но все же можно найти нечто общее, отвечавшее самым основным чертам мировоззрения Эйнштейна и приводившее к некоторой изоляции мыслителя.

«Для него, — пишет Инфельд, — изоляция была благословенной, потому что предохраняла от избитых путей. Одиночество, независимое обдумывание проблем, которые он сам перед собой ставил, поиски собственных, уединенных дорог, то, что он избегал давки, — вот наиболее характерные черты его творчества. Это не только оригинальность, это не только научная фантазия; это нечто

большее, что может быть понятно лишь тогда, когда мы рассмотрим проблемы и методы работы Эйнштейна»⁶.

Посмотрим с этой точки зрения на специальную теорию относительности. Здесь можно говорить об изоляции Эйнштейна только в чисто биографическом плане, в том смысле, что Эйнштейн в Берне не встречался с физиками и, по его словам, только в тридцать лет впервые увидел физика-теоретика («иначе, как в зеркале», — заметил по поводу этого признания Инфельд). Но статья «К электродинамике движущихся тел» была посвящена проблеме, находившейся если не в центре внимания физиков, то во всяком случае недалеко от такого центра. Об этом свидетельствует одновременное появление фундаментальных работ трех крупнейших ученых — Эйнштейна, Лоренца и Пуанкаре, посвященных объяснению результатов Майкельсона. Н. Н. Лузин как-то заметил, что молодой мыслитель, выступающий с радикальными концепциями, не будет даже услышан, если его идеи не избавят ученых от тяжелых и безрезультатных поисков, не помогут им в собственных бедах. «Чтобы вытащить ученых из их постелей, нужно дать им ответ на вопросы, над которыми они мучаются».

Специальная теория относительности ответила на весьма злободневный вопрос о причине отрицательного результата опыта Майкельсона и аналогичных опытов. Поэтому она вызвала не меньший интерес, чем другие выдающиеся физические работы девятисотых годов. Почему она вызвала несравненно больший интерес, почему интерес к теории Эйнштейна несопоставим с интересом к другим физическим теориям — об этом уже говорилось. Задача, поставленная перед классической физикой результатами опыта Майкельсона, оказалась роковой, она отличалась от вопросов Сфинкса, заданных Эдипу, тем, что гибель следовала за правильным ответом. Нет нужды еще раз оговаривать условность «гибели» классической физики, с тем же правом можно говорить о ее апофеозе, но мы будем иметь в виду то, что действительно погубило, — убеждение в точности и незыблемости классического правила сложения скоростей и представление об абсолютном времени.

⁶ Успехи физических наук, 1956, 59, вып. 1, с. 144.

Все дело в том, что в девятисотые годы пересеклись две линии теоретической мысли, соответствующие двум эвристическим критериям. Первая линия состоит в поисках теории, которая объяснила бы новые экспериментальные факты. Эта линия связана по преимуществу с тем, что Эйнштейн называл «внешним оправданием» теории. Вторая линия — это поиски новой теории, направленные на преодоление выдвинутых *ad hoc*, объясняющих лишь узкий круг явлений и в этом смысле сравнительно произвольных допущений. Эти поиски связаны по преимуществу с тем, что Эйнштейн называл «внутренним совершенством» теории. Теория Лоренца, выдвинутая *ad hoc*, уступила место теории Эйнштейна, которая объяснила результаты опыта Майкельсона исходя из общего (т. е. в последнем счете опирающегося на очень большое число различных фактов) принципа.

Ответ был дан на вопрос, интересовавший широкий круг физиков. Эксперименты уже были сделаны, результаты их не укладывались ни в одну из существующих теорий, нужно было создать теорию, соответствующую новым наблюдениям, и из различных теорий, которые можно было согласовать с наблюдениями, только теория Эйнштейна обладала, помимо «внешнего оправдания», также и «внутренним совершенством».

Общая теория относительности не разрешала каких-либо нависших над физикой вопросов и апорий. Она позволила разъяснить результаты опытов Галилея, которые, конечно, не волновали физиков XX столетия. В годы, когда Эйнштейн с величайшим трудом приближался к новой теории тяготения, никто этой теорией не занимался. Восемь лет работы над общей теорией относительности, приведшие в 1916 г. к ее законченной формулировке, и еще три года до подтверждения теории наблюдением были временем большого одиночества Эйнштейна. Если бы Эйнштейн не проявил этого почти беспрецедентного в истории науки творческого упрямства, общая теория относительности не была бы найдена в течение первой четверти столетия, а может быть, и позже. Эйнштейн говорил Инфельду уже в Принстоне:

«Специальная теория относительности сейчас была бы уже создана независимо от меня. Эта проблема назрела. Но я не думаю, что это касается и общей теории относительности».

Для общей теории относительности «внешнее оправдание» имело место на триста лет раньше ее создания и на три года позже. Она создавалась на основе первого «оправдания», т. е. равенства тяжелой и инертной массы, она искала второго «оправдания» — доказательства искривления световых лучей в поле тяготения. Но пересечение этой линии «внешнего оправдания» с чрезвычайно энергичным и эффективным поиском внутренней гармонии произошло очень далеко от актуальных проблем.

Однако несравненно более полным было одиночество Эйнштейна в годы, проведенные в Принстоне. Работа над единой теорией поля велась в полной изоляции от сколько-нибудь влиятельных и широких групп физиков-теоретиков. На этот раз теория не имела никаких данных, чтобы заинтересовать широкие круги физиков объяснением загадочных результатов некоторого эксперимента. «Внутреннее совершенство» теории не имело точек пересечения с «внешним оправданием». На этот раз «внутреннее совершенство» было самым широким, какое только можно представить. Речь шла об исходных допущениях, которые могут без добавочных гипотез объяснить всю сумму физических процессов, какие бы поля ни вызывали эти процессы. Но эти исходные допущения не были связаны с экспериментом, который бы придал им достоверность.

Судьба и исторический смысл единой теории поля, которую Эйнштейн разрабатывал в течение тридцати лет, напоминает судьбу и смысл его критики квантовой механики. В отношении квантовой механики позиция Эйнштейна была чисто негативной, он не противопоставлял ей иную концепцию, не разрабатывал какой-либо нестатистической теории микромира. Напротив, единая теория поля была изложена в позитивной форме. Но как раз позитивные и конкретные контуры этой теории, по-видимому, не войдут в единую теорию поля. Мы можем поставить в кавычки эпитет «ошибочная» применительно к единой теории Эйнштейна, потому что отнюдь не ошибочным был ее общий смысл — представление о существовании тех или иных закономерностей, определяющих не только структуру некоторого поля, но и структуру всех полей, представление о едином мире, модификациями которого являются известные нам поля. В 1959 г. Гейзенберг написал статью «Замечания к эйнштейнов-

скому наброску единой теории поля»⁷. Здесь в качестве первой причины неудачи эйнштейновской попытки указывается быстрое расширение сведений о новых частицах и полях. Действительно, в тридцатые — пятидесятые годы были периоды, когда чуть ли не каждый очередной номер физического журнала приносил весть о новом типе элементарных частиц. Каждая частица ассоциировалась с некоторым полем, частицу рассматривали в качестве агента, переносящего взаимодействие других частиц, подобно тому как фотон переносит электромагнитное взаимодействие электронов и других электрически заряженных частиц. Трудно было в этом потоке новых фактов найти твердую почву для единой теории поля.

«Эта великолепная в своей основе попытка, — пишет Гейзенберг, — сначала как будто потерпела крах. В то самое время, когда Эйнштейн занимался проблемой единой теории поля, непрерывно открывали новые элементарные частицы, а с ними — сопоставленные им новые поля. Вследствие этого для проведения эйнштейновской программы еще не существовало твердой эмпирической основы, и попытка Эйнштейна не привела к каким-либо убедительным результатам».

Но эта трудность построения единой теории поля приводила ко все большему накоплению аргументов в пользу программы Эйнштейна. Открытия тридцатых — семидесятых годов включали в картину мира частицы, легко превращающиеся в другие частицы и соответственно поля, переходящие в иные поля. Единая теория поля вырастает сейчас из квантовых представлений, переход одного поля в другое поле — это переход кванта одного поля в квант другого поля, в элементарную частицу другого типа. Мы можем допустить, что мысль о «заквантовом» мире ультрарелятивистских эффектов и единая теория поля сольются в некоторую целостную концепцию трансмутаций элементарных частиц как основных процессов мироздания. Такой концепции еще нет. Мы можем говорить только о принципиальной возможности перехода от картины мира, в которой основным понятием служит движение тождественной себе частицы в гравитационном, электромагнитном и т. д. полях, к картине мира,

⁷ Эйнштейн и развитие физико-математической мысли. Сб. статей. М., 1962, с. 63—69.

в которой исходным физическим образом является превращение частицы одного типа в частицу другого типа, связанное своеобразной дополнительностью с непрерывным движением тождественной себе частицы, с непрерывной мировой линией.

Эйнштейн стремился к завершению своей теории относительности. Но, с его точки зрения, завершение теории может иметь только один смысл: мы находим некоторые более общие исходные идеи, понятия и закономерности, которые позволяют нам логически перейти к данной теории, вывести ее из другой, более общей теории. Такой характер носило завершение специальной теории относительности; оно было связано с генезисом общей теории относительности, из которой специальная теория может быть выведена как частный случай. Таким же может быть и завершение общей теории относительности, т. е. теории тяготения: в единой теории поля должны быть указаны условия, при которых единое поле принимает форму гравитационного поля и подчиняется соотношениям общей теории относительности. В каждой теории мы встречаем предельные понятия и величины, которые в рамках этой теории не раскрывают своей природы, принимаются как данные и могут получить обоснование, быть выведены из других только в более общей теории. Для небесной механики как теории движения звезд, планет и других небесных тел исходными, заданными, необъясненными остаются массы небесных тел и исходные расстояния. Эти величины могут найти объяснение в космогонии, оперирующей движениями и превращениями молекул, атомов, элементарных частиц. В атомной физике заданы массы и заряды элементарных частиц, которые ждут объяснения и выведения из более общих закономерностей единой теории элементарных частиц.

Почему исходные расстояния между небесными телами таковы, а не иные? Если выразить их в километрах или других произвольных единицах, вопрос несколько затушевывается, число, измеряющее расстояние между двумя небесными телами, может казаться произвольным, зависящим от взятых единиц длины — сантиметров, километров, световых лет. Но если взять какую-то естественную меру, например радиус Солнечной системы, и выразить расстояния между планетами с помощью этой меры, то произвол должен быть исключен, отношение ра-

диуса орбиты Нептуна к радиусу орбиты Марса должно получить причинное объяснение, должно быть выведено из теории образования Солнечной системы. Аналогичным образом, если выразить массы частиц не в граммах, а в их отношении к массе электрона, принятой за единицу, то эти массы, т. е. константы атомной и ядерной физики, явным образом требуют выведения из более общих закономерностей, из единой теории элементарных частиц, из картины образования частиц, которая должна дать отношения масс частиц различных типов.

Для Эйнштейна исключение из физики произвольных констант, объяснение их, выведение предельных для данной теории величин из более общей теории было стержневой тенденцией научного творчества. Именно такое исключение произвольных констант выявляет единство мироздания и его познаваемость.

Нам уже известно, что в своей автобиографии 1949 г. Эйнштейн выдвинул в качестве интуитивной догадки утверждение, что в идеальной картине мира не может быть произвольных постоянных. Теперь на этом следует остановиться подробнее.

Скорость света, выраженная в сантиметрах, деленных на секунды, связана с этими произвольными единицами. Мы можем, по словам Эйнштейна, заменить секунду временем, в течение которого свет проходит единицу длины, а в качестве такой единицы взять вместо сантиметра, например, радиус электрона. Можно заменить грамм в качестве единицы массы массой электрона или другой частицы. Вообще можно полностью исключить из физики постоянные, выраженные в сантиметрах, граммах и секундах, целиком и полностью заменив их «естественными» единицами.

«Если представить себе это выполненным, то в основные уравнения физики будут входить только лишь „безразмерные“ постоянные. Относительно этих последних мне бы хотелось высказать одно предложение, которое нельзя обосновать пока ни на чем другом, кроме веры в простоту и понятность природы. Предложение это следующее: таких произвольных постоянных не существует. Иначе говоря, природа устроена так, что ее законы в большей мере определяются уже чисто логическими требованиями настолько, что в выражения этих законов входят только постоянные, допускающие теоретическое

определение (т. е. такие постоянные, что их численные значения нельзя менять, не разрушая теории)»⁸.

Итак, по мнению Эйнштейна, каждая безразмерная константа — отношение некоторой скорости к другой скорости, одной массы к другой массе (например, массы некоторой частицы к массе электрона), одной длины (длины волны или радиуса какой-то частицы или радиуса Вселенной) к другой длине (например, к радиусу электрона) — всегда может найти объяснение в какой-то теории, всегда в идеале можно ответить на вопрос «почему» в отношении такой константы, причем иная теория дает иное значение константы. Все это вытекает из «веры в простоту и понятность природы». Мы достаточно знакомы теперь с общими идеями Эйнштейна, чтобы понять смысл этих слов. Познание внешнего мира — это познание царящей в нем закономерности, причинной связи, охватывающей и объединяющей мир.

Эрнст Штраус, ассистент Эйнштейна в Принстоне в 1944—1948 гг., приводит в своих воспоминаниях очень важное замечание Эйнштейна. «Что меня, собственно, интересует, — говорил Эйнштейн, — это следующее: мог ли бог сотворить мир другим, оставляет ли какую-то свободу требование логической простоты?»⁹.

Что «бог» у Эйнштейна есть псевдоним рациональной связи процессов природы, — это нам уже известно. Что эта связь выражается в логической простоте, в наименьшем числе независимых постулатов, в естественности теории, отображающей мир с максимальной адекватностью, — это тоже известно. Вопрос состоит в том, приводит ли критерий логической простоты к однозначной картине мира? Могут ли существовать две в равной степени логически простые схемы, физически отличающиеся одна от другой? По-видимому, Эйнштейн склонялся к тому, что «бог не мог составить мир другим», что требование логической простоты определяет физическую картину мира однозначным образом. Приближаясь к объективной истине и приобретая все большую логическую простоту (за счет исключения эмпирических постоянных, не связанных логическим выведением и соответственно каузальной связью с другими постоянными),

⁸ Эйнштейн, 4, 281.

⁹ Helle Zeit, 72.

наука переходит ко все более точному описанию действительности. Сменяющие друг друга картины мира образуют *сходящийся ряд*.

Таким образом, когда Эйнштейн говорит о логических требованиях, речь идет о реальной объективной связи между законами природы. Каждый из них связан с другими, единая цепь причин — следствий охватывает космос и микромир. Именно благодаря такой связи можно логически вывести один закон из другого, причем в единую цепь входят количественные законы природы и константы. Феноменологические константы — радиусы планетных орбит, массы частиц и т. д. — не удовлетворяют критериям научной теории, выдвинутым Эйнштейном. В картине мира нет ничего чисто феноменологического, так же как ничего чисто априорного. Причинное объяснение может задержаться у границ данной теории, но оно не может остановиться, оно рано или поздно перешагнет эти границы.

Когда-то Кеплер, один из самых гениальных провозвестников каузального мышления нового времени, задал вопрос: «Почему они такие, а не иные», имея в виду количественные соотношения мироздания — расстояния между планетами Солнечной системы. Ответа на это нельзя было получить, и Кеплер погрузился в мистику чисел. Каузальное мышление, характерное для науки нового времени, достигло своей кульминации в творчестве Эйнштейна. Но и он не мог найти конкретного причинного объяснения всех физических постоянных, не мог построить теории, в которой все константы вытекают из физических условий. Исходные соотношения теории относительности остаются феноменологическими, пока они не выведены из более общих свойств движущейся материи. Такими свойствами могут быть ее дискретность, ее микроскопическая структура и количественные соотношения микромира, т. е. данные, которыми оперирует квантовая физика. Теория относительности рассматривает в качестве исходных соотношений сокращение движущихся масштабов и замедление времени в движущихся системах. С точки зрения квантовой теории масштабы и часы — это очень сложные тела.

«Они построены, — пишет Гейзенберг, — вообще говоря, из многих элементарных частиц, на них сложным образом воздействуют различные силовые поля и поэтому

непонятно, почему именно их поведение должно описываться особенно простым законом»¹⁰.

Эйнштейн, как мы знаем, и сам понимал, что исходные соотношения теории относительности, рисующие поведение масштабов и часов, должны быть выведены из каких-то более общих соотношений, записанных в виде уравнений. В этой книге уже упоминалось о такой чрезвычайно характерной, раскрывающей весьма существенную сторону неклассической физики оценке теории относительности ее творцом. В своей автобиографии Эйнштейн пишет:

«Сделаем теперь критическое замечание о теории в том виде, как она охарактеризована выше. Можно заметить, что теория вводит (помимо четырехмерного пространства) два рода физических предметов, а именно: 1) масштабы и часы, 2) все остальное, например электромагнитное поле, материальную точку и т. д. Это в известном смысле не логично; собственно говоря, теорию масштабов и часов следовало бы выводить из решений основных уравнений (учитывая, что эти предметы имеют атомную структуру и движутся), а не считать ее независимой от них»¹¹.

Разумеется, «теория масштабов и часов» или «поведение масштабов и часов» — фигуральные выражения. Буквальное, конкретное понимание подобных выражений существовало издавна. Быть может, во II в. до нашей эры некоторые жители Сиракуз всерьез думали, что во дворе одного из домов их родного города лежит рычаг, при помощи которого Архимед перевернет Землю, как только получит в свое распоряжение точку опоры. Быть может, иные, не веря в существование такого рычага, уличали Архимеда во лжи. Примерно в такой же мере наивно думать, что «поведение масштабов и часов» имеет смысл лишь при наличии линеек, рулеток, хронометров и пользующихся ими наблюдателей. Речь идет о вещах, существовавших за миллиарды лет до любых наблюдателей и принадлежащей им аппаратуры. Мы уже имели случай заметить, что Эйнштейн описал объективные про-

¹⁰ Гейзенберг В. Замечания к эйнштейновскому наброску единой теории поля. — В сб.: Эйнштейн и развитие физико-математической мысли. М., 1962, с. 65.

¹¹ Эйнштейн, 4, 280.

цессы с помощью «масштабов» и «часов», т. е. жестких стержней и периодически повторяющихся движений, а также с помощью «наблюдателей», которыми могут быть приборы, регистрирующие показания часов (число оборотов или число отрезков, пройденных телом после некоторого момента) и число уложенных между двумя точками твердых стержней. Устранить подобное понимание термина «поведение масштабов и часов» очень легко. Что действительно трудно (и что не сделано *и не могло быть сделано* Эйнштейном), — это указать микроскопические процессы, объясняющие соотношения между пространственными и временными измерениями («поведение масштабов и часов») в движущихся одна относительно другой системах. Мы не можем и сейчас однозначным и достоверным образом показать, как микроскопическая структура вещества (быть может, атомистическая структура пространства-времени) приводит к соотношениям теории относительности Эйнштейна. Этим соотношениям подчинены все процессы в мире галактик, планет, молекул и атомов. Подчинено ли им поведение элементарных частиц в сколь угодно малых пространственно-временных областях? Мы этого пока не знаем. Если подчинено, то объяснение поведения масштабов и часов их атомистической структурой недостижимо: мы не можем отсылать «от Понтия к Пилату» и, объясняя природу соотношений теории относительности, апеллировать к процессам, подчиненным этим же соотношениям.

Однако можно предположить, что в очень малых, ультрамикроскопических областях имеют место соотношения, из которых вытекают соотношения теории относительности при переходе к большим областям пространства, к большим интервалам времени.

Переход к принципиально иным соотношениям и понятиям встретился нам при знакомстве с термодинамическими работами Эйнштейна и с классической термодинамикой XIX в. Это был переход от микроскопических *движений* отдельных молекул к *состояниям* макроскопических тел. Теперь мы имеем подчиненные соотношения Эйнштейна движения. Быть может, задача состоит в том, чтобы перейти к этим *движениям* от ультрамикроскопических *состояний*. Такая точка зрения в известной мере восходит к идеям Эйнштейна. Вспомним, что из теории относительности выросла новая, релятивистская теория

электрона, предполагающая превращение электронно-позитронных пар в фотоны и порождение электронно-позитронных пар из фотонов. Вспомним также то, что было сказано в связи с изложением квантовой механики и позиции Эйнштейна: за тридцать лет, прошедших после указанных открытий, трансмутации элементарных частиц, превращения частиц одного типа в частицы другого типа, объяснили множество фактов. За это время появилось и развилось представление об излучении частицей частиц иного типа и их последующем поглощении.

Мы знаем, что частица, которая макроскопически обладает непрерывным бытием, на самом деле (в ультрамикроскопическом аспекте) превращается в иные частицы и вновь возникает из них.

Поэтому кажется естественным предположение о трансмутациях как об основе прерывности, дискретности атомистической структуры пространства-времени. Частица определенного типа переходит из одной элементарной, далее неделимой пространственной клетки в соседнюю в течение элементарного интервала, превращаясь в частицу иного типа и вновь возникая уже в другой клетке.

Такое предположение о неотделимости элементарных трансмутаций от элементарных переходов дает наглядное представление о дискретности пространства-времени. Если частица исчезает в данной клетке и возрождается в соседней, никакой сигнал не может быть отправлен на расстоянии, меньшее элементарного, и в течение времени, меньшего элементарного. Два события — пребывание частицы в точке x в момент времени t и пребывание частицы в точке x' в момент времени t' — не могут быть разделены расстоянием, меньшим элементарного расстояния, и временем, меньшим элементарного интервала.

Предположение о дискретности пространства-времени кажется естественным хотя бы потому, что оно высказывалось на каждом этапе развития науки. Уже Эпикур — об этом речь пойдет в главе «Эйнштейн и Аристотель» — говорил о «кинемах», о микроскопических перемещениях атомов в течение «мгновений, постижимых лишь мыслью», с одной и той же скоростью. Тела, состоящие из атомов, могут двигаться с меньшей скоростью; они даже могут быть неподвижными, если число «кинем», направленных в одну сторону, примерно равно числу «кинем», направленных в обратную сторону.

Мир современных аналогов эпикуровских «кинем», мир элементарных трансмутаций-смещений может служить иллюстрацией, — разумеется, совершенно условной — тех закономерностей, которые Эйнштейн искал за кулисами закономерностей квантовой механики. Движение тождественной себе частицы подчинено соотношениям квантовой механики. Рассматривая результат большого числа элементарных трансмутаций-переходов, игнорируя отдельные переходы, принимая во внимание макроскопическое движение частицы, мы не можем выйти за пределы этих соотношений: зная положение частицы в данный момент, мы можем узнать лишь вероятность ее скорости. Частица движется в определенную сторону, ее макроскопическая траектория имеет определенное направление, если вероятность элементарных сдвигов в эту сторону больше, чем вероятность элементарных сдвигов в другую сторону. В этом случае частица после большого числа переходов окажется прошедшей свой макроскопический путь, на котором определенное положение несовместимо с определенной скоростью. Здесь все подчинено статистическим закономерностям квантовой механики. Но это еще ничего не говорит о закономерностях, стоящих за кулисами квантовой механики.

Речь идет отнюдь не о каких-то «скрытых параметрах», не о каких-то неизвестных процессах, позволяющих точно определить в одном эксперименте положение и скорость движущейся частицы, найти закономерности движения этой частицы, определяющие достоверным образом не вероятность ее пребывания в данной точке, а самое пребывание. Подобных «скрытых параметров» нет, движение частицы (частицы, тождественной все время самой себе, частицы, движущейся, не исчезая и не возникая) определяется статистическими законами квантовой механики. Но такое движение представляет собой, быть может, только статистический результат большого числа элементарных процессов, к которым неприменимо понятие определенных или неопределенных динамических переменных.

Подобные схемы не претендуют на что-либо большее, чем роль условных иллюстраций, показывающих одно обстоятельство, важное для понимания и исторической оценки «бесплодных» идей Эйнштейна. Эти идеи отнюдь не тянули физику вспять, от квантово-статистической причинности к классической причинности. Приведенная

схема иллюстрирует принципиальную возможность такого развития теории микромира, которое отводит эту теорию *еще дальше* от классических представлений, чем квантовая механика, к идеям, еще более парадоксальным и «безумным» с точки зрения классической физики. Все дело в том, что процесс познания, каким он представлялся Эйнштейну, не встречает абсолютных границ в виде окончательно завершенных теорий и не возвращается назад. Процесс познания повторяет иногда уже пройденные циклы, но всегда на новой основе.

Уже в начале сороковых годов Эйнштейн подходил очень близко к идеям, созревающим сейчас, в семидесятые годы, в релятивистской квантовой физике в связи с изучением свойств элементарных частиц и различных взаимодействий полей. В начале этой главы приводились строки из письма Эйнштейна Гансу Мюзаму в 1944 г. — в них говорится о «безжалостных тисках математических мучений».

Перед этими строками изложен общий замысел единой теории:

«Целью служит релятивистская характеристика физического пространства, но без дифференциальных уравнений. Последние не приводят к разумному пониманию квантов и вещества. Это в известном смысле отказ от принципа близкодействия, в котором мы со времен Герца были столь твердо уверены. У меня нет сомнений, что это возможно. В принципе это возможно без использования статистического метода, который я всегда считал гнилым выходом...»¹²

«Релятивистская характеристика физического пространства» означает концепцию пространства, выводящую из его свойств характер происходящих в пространстве физических процессов. Подобная концепция должна, по мнению Эйнштейна, пользоваться иным математическим аппаратом по сравнению с современными дифференциальными уравнениями физики и механики.

Выше уже шла речь о физическом смысле этих дифференциальных уравнений. В них заданы отношения бесконечно малых приращений скорости частиц, а также бесконечно малых приращений действующих на частицы сил к бесконечно малым приращениям пространства и

¹² Helle Zeit, 51.

времени. Физический смысл применения подобных уравнений состоит в том, что в любой сколь угодно малой пространственной области и в любой сколь угодно малый интервал времени что-то происходит и это *что-то* подчиняется законам физики, которые выражаются в уравнениях. Иными словами, их смысл состоит в непрерывности физического пространства и времени, в возможности бесконечного дробления пространства и времени, причем пространство (как и время) остается физическим, т. е. его структура определяет характер физических процессов. Согласуется ли такое допущение с атомистическим строением вещества и атомистической структурой полей, т. е. существованием квантов поля, далее неделимых порций его энергии? Нет, не согласуется, отвечает Эйнштейн. Поэтому, быть может, придется отказаться от принципа близкодействия, т. е. представления о непрерывности физических процессов, о том, что каждый процесс идет от мгновения к мгновению и от точки к точке.

Более сложной оказывается расшифровка слов о статистическом методе. Нельзя думать, что Эйнштейн считал статистические идеи «гнилым выходом» во всех случаях. Ему принадлежат крупнейшие по значению работы о статистике в классической и квантовой физике, и в этих работах, применяя и развивая методы статистики, Эйнштейн решил важные задачи. Эпитет, по-видимому, относится к представлению о статистических закономерностях квантовой механики как о последних закономерностях бытия. Эйнштейн надеялся на существование более глубоких закономерностей нестатистического характера.

Как ни странно, эта надежда в сущности не противоречит мысли Макса Борна о статистическом характере не только квантовой, но и классической механики. Ведь из письма Мюзаму (и из большого числа других высказываний Эйнштейна) видно, что «заквантовые» процессы представлялись ему отнюдь не классическими и, более того, отнюдь не механическими. Эти процессы не состоят в «классическом» движении с определенным в каждый момент положением и скоростью — иначе к ним можно было бы применить дифференциальные уравнения, т. е. проследивать их с бесконечной точностью вплоть до сколь угодно малых областей. Но они не состоят и в «квантовом» движении с определенным положением *либо* с определенной скоростью. Они вообще не состоят в ме-

ханическом движении, в перемещении физических объектов. За относительными границами, охватывающими данную форму причинности, когда-то казавшуюся парадоксальной, лежат другие формы причинности, снова парадоксальные, за классическим детерминизмом Лапласа — квантовомеханический детерминизм, за ним — еще более решительно порывающий с классическими процессами детерминизм ультрамикроскопических процессов. Научное познание состоит в последовательном усложнении, модификации, обобщении и уточнении каузальных представлений об окружающем нас мире.

Быть может, ультрамикроскопические закономерности позволят обобщить исходные закономерности теории относительности. Не исключено, что «поведение масштабов и часов» зависит от соотношений между элементарными расстояниями и элементарными интервалами времени. В качестве условной иллюстрации можно предложить, например, следующую модель. Минимальная длина равна приблизительно 10^{-13} см. Есть основания принять для нее такой или близкий порядок величины. Впрочем, есть основания и для значительно меньшего минимального расстояния. Поскольку перед нами не физическая модель, а историко-физическая, иллюстрирующая лишь некоторые тенденции современной науки, выбор значения здесь несуществен¹³.

Таким образом, 10^{-13} см — минимальное расстояние, на которое может быть послан сигнал, минимальное расстояние, на которое может переместиться частица. Меньшее расстояние уже не характеризует поведение частицы, здесь само понятие ее движения теряет смысл. Соответственно здесь неприменимы понятия относительности движения и соотношения теории относительности. Но именно здесь им, по-видимому, суждено найти то обоснование, о котором думал Эйнштейн.

Представим себе, что время состоит из минимальных интервалов, равных времени прохождения света через указанное выше минимальное расстояние.

Такой минимальный интервал будет равен $3 \cdot 10^{-24}$ сек. Если минимальное расстояние 10^{-13} см, то $3 \cdot 10^{-24}$ сек —

¹³ См.: *Kouznetsov B. Complementarity and Relativity. — Philosophy of science, 1966, v. 33, N 3, p. 199—209.*

это и будет минимальное время распространения сигнала, минимальное время, в течение которого частица может переместиться в пространстве. Сделаем еще одно столь же условное предположение: частица перемещается на минимальное расстояние $\sim 10^{-13}$ см в течение минимального времени $3 \cdot 10^{-24}$ сек. Иначе говоря, движение частицы состоит из переходов на расстояние 10^{-13} см, происходящих в течение интервалов $3 \cdot 10^{-24}$ сек. Скорость таких переходов равна частному от деления пройденного расстояния на время, т. е. $10^{-13} : 3 \cdot 10^{-24} = 3 \cdot 10^{10}$ см/сек, т. е. 300 тыс. километров в секунду — скорости света. Быстрее частица двигаться не может, быстрее не будет двигаться и тело, состоящее из частиц. Если мы будем следить за всеми микроскопическими элементарными (на 10^{-13} см в течение $3 \cdot 10^{-24}$ сек) переходами частицы, то мы зарегистрируем *микроскопическую траекторию*, которая будет в общем случае ломаной линией: переходы имеют одну и ту же абсолютную скорость, но различное направление. Если не смотреть на отдельные микроскопические переходы и принимать во внимание лишь результат очень большого числа их, то можно зарегистрировать непрерывную *макроскопическую траекторию*. Она может быть значительно короче микроскопической траектории, состоящей из всех элементарных переходов. Например, если частица переходила примерно так же часто в одну сторону, как и в противоположную, то в результате эта частица окажется вблизи исходного пункта, ее макроскопическая траектория будет очень короткой — будет приближаться к нулевой. Соответственно и макроскопическая скорость (скорость на макроскопической траектории) будет ничтожной, близкой к нулю. Если число сдвигов в одну сторону будет значительно превышать число сдвигов в противоположную сторону, макроскопическая траектория, пройденная за тот же срок, окажется большой. Наконец, при максимальной несимметричности элементарных переходов, т. е. в том случае, когда все эти переходы направлены в одну и ту же сторону, макроскопическая траектория совпадает с микроскопической и, соответственно, макроскопическая скорость — со скоростью света. Это и будет максимальной скоростью для всякого тела. Отсюда можно вывести определенные законы «поведения масштабов и часов» — соотношения теории относительности Эйнштейна.

Мы взяли такие элементарные пространственные расстояния и элементарные интервалы времени, чтобы частное от деления одной величины на другую, т. е. скорость перехода из одной пространственной клетки в другую, было равно скорости света. Если бы не существовало других оснований для выбора таких постоянных, т. е. если бы они были выбраны *ad hoc*, то такое предположение в целом было бы типичным примером произвольной конструкции, соответствующей наблюдениям и тем не менее совершенно лишенной правдоподобия. Но общее предположение о существовании атомов пространства-времени — наименьших, элементарных, далее недробимых четырехмерных интервалов — вводится отнюдь не *ad hoc*. Это же можно сказать и о порядке величин, названных выше: 10^{-13} см и $3 \cdot 10^{-24}$ сек. В большом числе физических проблем эти числа появляются довольно естественным образом. Поэтому можно предположить, что в своем дальнейшем развитии физика придет к некоторому квантово-атомистическому обоснованию теории относительности как макроскопической теории и что в таком обосновании будут фигурировать естественные, постоянные величины — минимальные расстояния и интервалы времени.

Высказанные только что соображения о возможной трансмутационной подоснове существования и движения тождественных себе частиц были бы физически содержательными, если бы физически содержательным был основной и исходный образ схемы, если бы мы могли приписать физический смысл понятию элементарной трансмутации, понятию аннигиляции и регенерации частицы, не обладающей еще макроскопической (по сравнению с элементарными ячейками) мировой линией. Такая возможность кажется весьма сомнительной. Что, собственно, означают фразы: «частица данного типа аннигилирует», «частица данного типа превращается в частицу иного типа», «частица иного типа превращается в частицу того же типа, что и исходная»? Частица одного типа отличается от частицы другого типа массой, зарядом и другими свойствами, проявляющимися в характере мировых линий при заданных условиях, а также распадом, т. е. характером мировых линий, возникших при распаде частицы. Пока частица не обладает мировой линией, пока мировая точка, в которой она находится, не входит в определенную мировую линию, отнесение частицы к тому или ино-

му типу и понятие трансмутации не имеют никакого смысла. Понятие трансмутации, изменения массы, заряда и т. д. имеет смысл только по отношению к «реальным», т. е. нетривиально себетождественным частицам, обладающим большими по сравнению с элементарными интервалами сроками жизни. Определения, лежащие в основе отнесения частицы к тому или иному типу, имеют интегральный, а не локальный характер, и чисто локальное понятие частицы определенного типа и, соответственно, чисто локальное определение трансмутации не имеют смысла.

Но и чисто интегральное определение типа частицы не имеет физического смысла. Это очень древняя апория, достигшая особенно явной и острой формы в физике Декарта. Геометризация физики, отождествление вещества с пространством сделали невозможным физическую индивидуализацию тела, выделение его из окружающего мира и лишили смысла понятие движения тела. Лейбниц отмечал эту ахиллесову пяту картезианской физики. С развитием атомистических представлений проблема различения тела и занимаемого им места стала проблемой различения частицы, с одной стороны, и пространственно-временной точки, с другой. Уже говорилось выше, что мы и сейчас не можем отличить четырехмерную линию как чисто геометрическое понятие от физического понятия реального движения частицы, если не припишем частице какого-то иного бытия помимо пребывания в мировой точке, какого-то иного предиката помимо четырех координат, какого-то иного изменения помимо перехода в следующую мировую точку. Это «некартезианское» бытие частицы могло бы состоять в ее взаимодействии с другими частицами, вызывающем трансмутацию данной частицы. Но тут мы снова из Сциллы чисто интегрального представления попадаем в Харибду чисто локального представления: представление о трансмутации в данной точке физически бессодержательно, пока мы не вводим интегрального определения мировой линии и интегрального, принадлежащего «реальной» частице, определения ее типа.

Все дело в том, что в квантово-релятивистской области ультрамикроскопических расстояний и интервалов времени теряет смысл весьма фундаментальное классическое понятие, удержавшееся в релятивистской и в квантовой

физике, но не проходящее в теорию, синтезирующую релятивистские и квантовые идеи. В классической физике и с некоторыми условиями в квантовой физике элементарными процессами — «кирпичами мироздания» — считались движения тождественных себе частиц. После того как появилось квантово-релятивистское по своему характеру представление о трансмутациях, возникла мысль об элементарных трансмутациях как об исходной реальности, как о «кирпичах мироздания», из которых складываются макроскопические процессы движения тождественных себе тел. Но в действительности из современной физики вытекает более радикальный вывод: представление об «элементарных процессах», существующих независимо от «неэлементарных», должно быть в общем случае оставлено, природа не состоит из «кирпичей», адекватное описание природы должно с самого начала оперировать локальными и интегральными характеристиками, которые теряют физический смысл, взятые изолированно. Локальное «некартезианское» бытие частицы состоит в трансмутациях, обладающих физическим смыслом в качестве локальных изменений *эвентуальных* мировых линий (изменений не только формы этих линий, но также изменений коэффициентов, связывающих определения мировой линии между собой и с интенсивностью взаимодействий, т. е. изменений массы покоя, заряда, спина и т. д.). В свою очередь, мировая линия обладает экзистенциальным смыслом, т. е. принципиальной возможностью сопоставления с экспериментом, когда она рассматривается не только как последовательность четырехмерных положений, но и как последовательность локальных событий, в которых участвуют виртуальные частицы.

Таким образом, только сейчас, в свете наметившихся перспектив теории элементарных частиц, в связи с более или менее определенными прогнозами в этой области мы можем пересмотреть традиционную чисто негативную оценку последних сорока лет жизни Эйнштейна. И раньше казалось неестественным вычеркивать из истории науки столь длительную полосу, заполненную чрезвычайно напряженной работой одного из самых мощных умов, какие известны истории науки. Можно было предположить, что Эйнштейн имел в виду какие-то неопределенные контуры новой картины мира. Теперь эти контуры еще не стали однозначно определенными, но мы мо-

жем конкретнее иллюстрировать их. Объективный смысл «ворчания», как назвал Макс Борн позицию Эйнштейна в отношении квантовой механики, не состоял в попытках вернуться к классическим представлениям. Эйнштейн не сочувствовал объяснению квантовой механики с классических позиций «скрытых параметров». Теперь мы можем несколько конкретнее иллюстрировать противоположный путь пересмотра квантовой механики — более радикальный отказ от классического образа тождественной себе движущейся частицы как исходного образа картины мира.

Думается, что такой отказ содержится *implicite* в отказе Эйнштейна от *принципа Маха*. Этому посвящена значительная часть главы «Эйнштейн и Мах». Принцип Маха, как нам уже известно, сводит мироздание к движениям и силовым взаимодействиям тел. С этим принципом явно не согласуется возникновение частицы и ее распад, нарушающий принцип себестождественности объектов, из которых составляется картина мира. Подобные процессы не входят в «классический идеал», в картину мира «того же типа, что и механика Ньютона». К выходу за рамки такой картины подошла теория относительности при ее синтезе с квантовой механикой. Однако выход за пределы первоначального замысла никогда не приобретал у Эйнштейна той силы, какой обладала тяга к «классическому идеалу».

В этом выражалась характерная особенность научного гения. Эйнштейн интересовался *основами* науки — общими принципами, определяющими все, что происходит в мире. В 1924 г. он писал Соловину о своих научных интересах:

«Интерес к науке был для меня ограничен изучением принципиального, и это лучше всего объясняет характер моей деятельности. То, что я опубликовал так мало вещей, проистекает из указанного же обстоятельства: страстное желание познать принципиальное привело к тому, что большая часть времени была потрачена на бесплодные усилия»¹⁴.

Это было написано в 1924 г., в период блестящего подтверждения теории относительности. Уже тогда Эйнштейн стремился найти еще более общие основы универсальной гармонии бытия. Такие основы не были найдены, и Эйн-

¹⁴ Lettres à Solovine, 49.

штейн подчас считал их поиски бесплодными усилиями. Они не были найдены и позже. Более того, интерес к принципиальным основам картины мира не совпадал с наиболее распространенным в тридцатые — сороковые годы стилем научного творчества в физике. В пятидесятые — шестидесятые годы положение изменилось. Чтобы заменить чисто рецептурные приемы квантовой электродинамики и общей теории элементарных частиц единой непротиворечивой концепцией, обладающей «внутренним совершенством», нужно было вернуться к размышлениям об общих основах физики. Здесь-то и обнаружилось, что идеи Эйнштейна, разрабатывавшиеся в течение тридцати лет, не были бесплодными. Если не по результатам, то по поставленным проблемам вторая половина жизни Эйнштейна наложила неизгладимый отпечаток на пути науки второй половины столетия.

Почему ответы Эйнштейна на поставленные им вопросы не вошли в содержание современной науки? И почему выход за пределы «классического идеала» несопоставим в творчестве Эйнштейна по своей интенсивности с тягой к этому идеалу, приведшей к теории относительности?

Здесь приходится вернуться к самым первым вводным характеристикам. Идеи Эйнштейна были высшей точкой трехвекового господства «классического идеала», который последовательно воплощался в рационализме Декарта и Спинозы, в механике Ньютона, в физике XIX в. Теперь наука подошла к новому периоду. Гений Эйнштейна выразился в очищении «классического идеала» от ньютоновых абсолютов, далее он выразился в понимании ограниченности «классического идеала», в поисках новой каузальной гармонии, выходящей, как мы сейчас знаем, за рамки этого идеала.

Новая каузальная гармония еще не воплотилась в стройные, как бы литые из бронзы, формы, в каких предстал перед Эйнштейном «классический идеал». Новый идеал науки приобретет стройные очертания — уже сейчас поиски единой, непротиворечивой общей теории станут содержанием физической мысли. При этом наука станет еще ближе к стилю мышления Эйнштейна. Но позитивные решения будут иными.

Стиль мышления Эйнштейна характеризуется, помимо прочего, близостью, а иногда даже слиянием физических проблем с философскими. Такая черта связана с поисками

ми «внутреннего совершенства», с задачей построения физических теорий, естественно вытекающих из общей схемы бытия.

Эта идея подтверждается все с большей силой современным развитием теоретической физики. Эйнштейн уже в начале сороковых годов говорил, что затруднения физической мысли могут быть преодолены только на путях более глубокого и тесного соединения философского анализа с собственно физическим. В 1944 г. Эйнштейн утверждал, что затруднения, которые физик испытывает сейчас в своей области, заставляют его соприкоснуться с философскими проблемами в значительно большей степени, чем это приходилось делать физику прошлых поколений¹⁵.

Эйнштейн указывает на основную проблему, которая должна интересовать сейчас физика: каково соотношение между «чистой мыслью» и эмпирической базой познания. По мнению Эйнштейна, через хаос различных ответов на этот вопрос пробивает себе дорогу единая тенденция — «возрастающий скептицизм по отношению к любой попытке что-либо узнать о мире „вещей“, об „объективном мире“ с помощью чистой мысли».

Слова «вещи» и «объективный мир» поставлены Эйнштейном в кавычки, чтобы, как он говорит, «ввести понятия, подозрительные в глазах философской полиции». Эйнштейн пишет далее, что со времен Галилея все быстрее распространяется и становится господствующим представлением об опыте как единственном источнике достоверных сведений о природе. Эйнштейн согласен с этим представлением. Но он не может согласиться с феноменализмом как выводом из этого представления.

Этот ход мысли нам уже знаком, Эйнштейн повторяет его во всех своих эпистемологических экскурсах. Эмпирическое происхождение знания не препятствует «чистой мысли» строить гипотетические выводы, не вытекающие из данного комплекса экспериментов, исходящие из общей схемы мироздания. Эти выводы должны в принципе подлежать экспериментальной проверке, но вместе с тем они должны обладать «внутренним совершенством» — максимально естественным образом вытекать из общей концепции бытия.

¹⁵ См.: *Эйнштейн*, 4, 248.

Навстречу этой идее — наиболее общей идее эпистемологических выступлений Эйнштейна — идут столь частые сейчас требования общей, непротиворечивой, вытекающей из всей совокупности сведений о мире теории, обосновывающей рецептурные приемы, выдвинутые *ad hoc*. Они были приняты «в кредит», в надежде на теорию, обладающую «внутренним совершенством». Сейчас нужно платить по векселям, и именно эта необходимость толкает физическую мысль к общим, охватывающим все мироздание проблемам и соответственно к новому синтезу интегрального философского анализа мироздания с конкретными физическими концепциями и с частными экспериментальными результатами.

Вспомним замечательную характеристику современной ситуации в теоретической физике, принадлежащую Нильсу Бору. Сейчас нас может удовлетворить лишь самая «безумная» физическая теория. Этот термин почти совпадает по смыслу с эйнштейновским «чудом», он характеризует парадоксальность теории. У Эйнштейна «бегство от чуда», не укладывающегося в старые схемы, состоит в выдвижении новой, парадоксальной теории, в свете которой парадоксальное явление оказывается вполне естественным. Теперь речь идет уже не об отдельных явлениях, а о парадоксальных концепциях. Наука находится на пороге единой теории, охватывающей все мироздание, радикально отличающейся по основным посылкам от «классического идеала» и в этом смысле наиболее «безумной». Она снимет ореол «безумия» с частных физических концепций так же, как теория относительности сняла ореол «чуда» с результатов Майкельсона. Эйнштейновское «бегство от чуда», от удивительного факта, с помощью удивительной теории — это прообраз современного «бегства от безумия», перехода от удивительной частной теории к удивительной общей схеме бытия. Степень «безумия» определяется общностью и исторической устойчивостью пересматриваемых концепций. Высказанное Бором требование более высокой степени «безумия» означает, что сейчас физике нужен пересмотр весьма общих и устойчивых принципов.

Естественно было бы предположить, что пересмотру подлежит сейчас «классический идеал», которым руководствовался в своих исканиях Эйнштейн и к ограничению которого он пришел в конце жизни.

Современный пересмотр «классического идеала» резко отличается от эйнштейновских попыток построения единой теории поля. Современные наброски *позитивных* решений исходят из квантово-атомистических понятий, из микроструктуры бытия. Эйнштейновские концепции исходили из геометрии макроскопического мира, из обобщения этой геометрии. Но мы находим в «принстонских» вариантах единой теории поля и в современных тенденциях теоретической физики нечто общее, как только мы переходим от позитивного содержания тех и других к другой стороне дела.

Каждая фундаментальная по своему значению полоса в развитии физической мысли оказывает воздействие не только на позитивное содержание картины мира, но и на сумму тех вопросов, которые не могут быть решены в данный период и адресуются будущему. В этом смысле негативные результаты оказываются весьма важными, иногда определяющими для прогресса науки. Взглянем с этой точки зрения на принстонские варианты единой теории поля, выдвигавшиеся в тридцатые — пятидесятые годы. Они исходили из существования единых закономерностей, которые объясняют существование различных по своей природе полей — гравитационного и электромагнитного. Эйнштейн не пришел к однозначной, обладающей и «внутренним совершенством» и «внешним оправданием» единой концепции. Он сомневался в каждом из очередных результатов. Уже известный нам Клайн рассказывает об одной беседе с Эйнштейном по поводу единой теории поля. Эйнштейн назвал один из старых, оставленных вариантов «романтической спекуляцией». «А нынешняя версия?» — спросил Клайн. «Сейчас она базируется на объединяющей логике, на гармонии мышления», — ответил Эйнштейн. Но на вопрос Клайна, насколько эта версия может считаться окончательной, Эйнштейн сказал: «Либо это здесь, либо необходим полностью иной подход»¹⁶.

Это постоянное, неугасающее сомнение, эта готовность радикального преобразования теории, этот неопределенный, неокончательный, допускающий новые и новые преобразования, новые интерпретации характер научного

¹⁶ *Michelmores*, 252—253.

конструирования и является основой гибкости принстонских идей, позволяющей сейчас, подвергая эти идеи новым преобразованиям, ввести их в арсенал современных поисков единой теории поля. В этот арсенал входит не конкретная геометрическая схема, объединяющая гравитационное и электромагнитное поля. Входит более общая идея: все поля (теперь мы знаем гораздо большее множество различных полей) — это модификации единой субстанции. И то, что у Эйнштейна не было однозначного ответа на вопрос о природе этой единой субстанции, не отдаляет Эйнштейна от современной науки; ведь и она не обладает таким однозначным ответом. В науке тридцатых — сороковых годов подобная тенденция не могла лежать в основном фарватере физической мысли. Сейчас она стала необходимой для решения самых настоятельных задач теоретической физики, которая испытывает острую потребность расплатиться за рецептурные приемы, введенные «в кредит».

Быть может, как уже говорилось, уплата по векселю потребует обобщения идей Бора. В квантовой механике нельзя оперировать чисто квантовыми представлениями без классических: квантовая неопределенность — это неопределенность классических переменных. Аналогичным образом понятие трансмутации не имеет смысла без понятия непрерывного движения тождественной себе частицы: трансмутация состоит в исчезновении одних и появлении других определений типа частицы (масса, заряд и т. д.), причем эти определения являются характеристиками непрерывной мировой линии.

Поиски, которые не дают однозначных результатов, могут быть плодотворными для науки, но они мучительны для мыслителя. Письма Эйнштейна показывают, какие царапины оставляли эти поиски в душе Эйнштейна. Если для последующих поколений (иногда для ближайшего) важны *вопросы*, поставленные мыслителем, то сам он стремится к *ответам*, и их отсутствие для него является источником неудовлетворенности и сомнений в правильности избранного пути.

Может быть, именно поэтому Эйнштейн искал в истории физики «драму идей». В конце концов именно драма идей была основной жизненной драмой Эйнштейна.

Возвращаясь к проблеме бессмертия, нужно сказать, что именно эта драма — объективная драма идей и в то

же время личная, жизненная драма — была залогом бессмертия Эйнштейна. Не только теории относительности, не только формул, связывающих координаты тела в одной системе с его координатами в другой системе, распределение масс и средоточий энергии с кривизной пространства-времени, массу покоя с внутренней энергией и т. д. Бессмертия самого Эйнштейна, содержания его жизни, его поисков, всего того, что не сводится к позитивным результатам научного подвига, что делает образ Эйнштейна неповторимым. Позитивные результаты сохраняют свою неизбежность в пределах своей применимости. Но они неотделимы от той вопрошающей и колеблющей старые устои сквозной линии, которая превращает науку из «трехмерной» системы в «четырёхмерный» процесс. Эта вопрошающая линия реализуется у каждого мыслителя индивидуальней и эмоциональней, чем позитивные результаты.

Позитивные результаты бессмертны, как статуи; чисто негативная смена концепций — это *mors immortalis*, бессмертная смерть. Бессмертная жизнь принадлежит науке, которая, заменяя свои концепции новыми, углубляет, конкретизирует и обобщает некоторый сквозной принцип науки. Таким принципом является принцип бытия, поиски единства, тождества, порядка, космической гармонии и вместе с тем нетождественности, индивидуальности, неповторимости элементов мироздания. Единая теория поля при всей своей трагической незавершенности была с такой точки зрения не придатком теории относительности, а ее обобщением, не реализованным в однозначной форме, но указывающим путь к действительному бессмертию теории.

В неклассической науке трагическая незавершенность неотделима от оптимистического ожидания. Сейчас это яснее, чем когда-либо. Сейчас объединение отдельных представлений о различных типах элементарных частиц приняло другие формы, чем полвека назад объединение представлений об известных тогда полях. Но и теперь оно не реализовано; это скорее прогноз, чем позитивная теория с логически замкнутым содержанием. Такая замкнутость, характерная для классической науки, еще в принципе недостижима. Впрочем, и в классической науке она, по прошествии некоторого периода — чаще всего в глазах следующего поколения — оказывалась иллюзорной.

В неклассической науке подобные иллюзии отсутствуют. Незавершенные выходы в будущее становятся постоянным аккомпанементом позитивных решений. Поэтому следует исправить высказанные в предыдущем абзаце определения: позитивные результаты — не статуи, а их критика — не *mors immortalis*. Эти полюсы неотделимы. Отсюда — неотделимость позитивных утверждений теории относительности и нереализованных поисков единой теории.

Такой взгляд на творчество Эйнштейна вряд ли оправдывал бы себя в монографии о теории относительности. Но в книге об Эйнштейне он является естественным.

Необратимость времени

Познание человека не есть (respectively не идет по) прямая линия, а кривая линия, бесконечно приближающаяся к ряду кругов, к спирали.

В. И. Ленин

Теперь, познакомившись с вытекающей из идей Эйнштейна концепцией бесконечности и бессмертия, с эволюцией понятия бытия, с ролью единой теории поля в «вопрошающей» компоненте познания, можно перейти к проблеме, тесно связанной с указанными. Такова проблема необратимости времени. Его необратимость — условие бессмертия как позитивного понятия. Если говорить о бессмертии разума, о бессмертии научного познания и, в частности, о бессмертии идей и образа Эйнштейна, то предпосылкой такого бессмертия служит бесконечное последовательное приближение картины мира к ее оригиналу. Постоянное возвращение к старым воззрениям — это негативное определение бессмертия разума, так же как безостановочное повторение природных процессов остается чисто негативным определением бесконечной космической эволюции. *Истинное бессмертие* включает не только воздействие каждого локального акта на бесконечную «мировую линию», но и некоторый необратимый вклад локального акта в трансформацию, которая описывается этой «мировой линией». Трансформация картины мира идет от прошлого к будущему, и именно она связывает объективную необратимость космической эволюции с необратимостью познания и культуры в целом. Можно показать, что именно идеи Эйнштейна и то, что обеспечивает бессмертие, — дальнейшее развитие неклассической физики, дают универсальное обоснование необратимости времени, раскрывают реальное отличие каждо-

го «позже» от каждого «раньше», раскрывает физическую основу «стрелы времени», его анизотропии¹.

Самое представление об анизотропии времени эволюционировало в течение веков необратимым образом. В господствующих течениях античной и средневековой мысли время казалось изотропным. Представление о повторении всего сущего, о наступлении момента, «когда Ахилл снова будет послан в Троию», сменилось представлением о бесконечном повторении движений небесных тел, сохранившемся вплоть до космогонических концепций XVIII—XIX вв. Идея необратимости времени оставалась в течение веков представлением о локальных необратимых процессах. Даже идея тепловой смерти ограничивала обратимую эволюцию Вселенной ее грядущим прекращением, а выход из тупика тепловой смерти, найденный Герцем, намечал возврат к обратимости за временными рамками, после исчерпания космической флуктуации, и за ее пространственными рамками, в других частях бесконечной Вселенной. В этих рамках установилась классическая концепция необратимости. Она была ограничена принципиально обратимым миром механики. Эту границу разбили идеи Эйнштейна, неклассическая физика, радикальный отказ от классической механики, превращение ее в ограниченную аппроксимацию более общих закономерностей бытия.

Классическая концепция необратимого времени, ограниченная указанными рамками, опиралась на ряд естественнонаучных открытий. Тут достаточно упомянуть о Карно и Клаузиусе (макроскопически необратимый рост энтропии) и, с другой стороны, о Дарвине (макроскопически, в данном случае — филогенетически, необратимый рост приспособленности к среде).

Раньше означает меньшее значение энтропии, большую структурность, большую «невероятность», а в теории эволюции живых существ *раньше* — это меньшая приспособленность и, вообще говоря, меньшая дифференцированность живой природы. Различия состояний *раньше* и *позже* служит основой различия движения времени от *раньше* к *позже* и обратного движения. В концепции

¹ См.: Кузнецов Б. Г. К вопросу о необратимости космической эволюции, познания и культурно-исторического прогресса. — Научные доклады высшей школы. Философские науки, 1976, № 6, с. 43—55; 1977, № 1, с. 43—54.

энтропии необратимость времени была высказана в минус-варианте: иерархически высшим считается исходное состояние, эволюция идет вниз. В учении Дарвина иерархически высшим представляется результат эволюции, ротора идет вверх, это — плюс-вариант необратимости.

Такое различие уже существовало в XVIII в. в общественной мысли. Руссо говорил об эволюции общества как о деградации от исходной гармонии к позднейшим язвам цивилизации. Вольтер перенес идеальное состояние общества в будущее, для него процесс идет иерархически вверх, это — плюс-вариант необратимости.

Во всех классических модификациях принципа необратимости времени сохраняются две в общем сходные границы: одна на пути к космосу, ко Вселенной в целом, где господствуют обратимые механические процессы, другая — на пути к микрокосму, к царству обратимой механики частиц. Неклассическая наука нарушила обе эти границы. Вместе с тем она исключила абсолютную обратимость пространства. Конечно, пространственная траектория обратима. Измерения от головы до хвоста и от хвоста до головы дают тождественные результаты, но они имеют физический смысл, если все происходит мгновенно, если в игру не входит время. И если (здесь уже начинается не релятивистская, а квантовая ретроспекция) сам процесс измерения не меняет объект измерения. В этих «если» и состоят презумпции классической теории.

Само понятие пространства как такового, противопоставленное понятию вещества, связано с понятием движения, т. е. соединения пространства со временем. Демокритово *реальное небытие* — пустота — реальное в качестве совокупности мест, которые были заняты частицей *раньше*, либо могут быть заняты в будущем позже. Речь может идти о той же самой, тождественной себе частице. Присоединение времени и различие между *раньше* и *позже* позволяет констатировать *нетривиальную* себестождественность частицы, о которой уже говорилось раньше. Такая нетривиальная себестождественность требует, чтобы различие локализаций частицы в пространстве сочеталось с различием локализаций во времени. Различие пространственных локализаций — это изменение предикатов частицы, если речь идет о механике — ее трех координат. Различие временных локализаций — это само

бытие частицы, это мера себетождественности частицы; заполнением интервала Δt , в отличие от заполнения интервала Δx , служит не изменение предикатов, а сохранение *субъекта* этих предикатов. Таким образом, в древности уже существовала в зачаточной форме идея (3+1)-мерного континуума («небытия») как условия, как выхода из гераклито-элейской коллизии стабильности и изменения, себетождественности и смены предикатов, как основы представления о движущемся, но сохраняющемся физическом объекте.

Классическая наука сохранила это представление вместе с его неявным условием — (3+1)-мерным континуумом. Но последнее сохранилось с некоторым дефектом. Для механики в собственном смысле допускалась в принципе бесконечная скорость тела, т. е. вырождение времени, чисто пространственная картина. Для распространения взаимодействий бесконечная скорость допускалась не только в принципе, но и во всех случаях. Тем самым физический смысл приобретало то «если», о котором только что шла речь. Специальная теория относительности устранила такое допущение. Общая теория относительности показала, что дополнительная координата — время — образует арену, где трехмерное пространство меняет метрику, где объектом изменения становится мероопределение, где меняется топология пространства. Квантовая механика является некоторым принципиально новым этапом длительной эволюции сравнительно сложной концепции времени. Концепции его необратимости, основанной на переходе от локальных пространственных процессов к статистически-макроскопическим. Исходные процессы могут быть обратимыми, но состояние макроскопической системы необратимо. В течение макроскопического интервала времени система переходит от менее вероятного состояния к более вероятному. Таким образом, возникает специфика необратимого макромира и иные, специфические законы микромира; XIX век нашел в статистике связь между необратимым макромиром, подчиненным закону энтропии, и лишенным необратимости микромиром. Необратимым оказывается временной, достаточно большой интервал, в течение которого в достаточно большом n -мерном пространстве происходит переход от менее вероятных к более вероятным состояниям.

В квантовой механике локальные процессы не игнори-

руются. Статистические, вероятностные законы определяют именно эти исходные, локальные процессы. Они включают процессы измерения сопряженных переменных. Если одна из них, скажем положение частицы, приобретает все более прямые и точные характеристики, то другая (в этом случае — импульсы) определяется лишь через вероятность, через волновое уравнение. Эти процессы вводят в теорию некоммутативность — псевдоним некоторой необратимости измерений. Но за такой квантовой необратимостью стоит, по-видимому, более сложная, квантово-релятивистская необратимость. Можно думать, что интегральная необратимость, вытекающая из квантово-релятивистских позиций, отличается от классической, энтропийной необратимости знаком. Квантово-релятивистская концепция — это *плюс*-вариант необратимости, она констатирует возрастание сложности и дифференцированности мира. Она выходит за пределы физики и становится подлинно философской концепцией: направление стрелы времени как эволюции бытия совпадает с направлением необратимой эволюции познания и необратимой эволюции его ценности.

Такая философская концепция включает новую, отличающуюся от классической, необратимую *логику*. В ней меняются не только логические умозаключения, но и нормы этих умозаключений. Логика становится описанием реального преобразующегося мира, в ряды логических суждений входит некоторая необратимая эволюция самих логических норм, т. е. *металогические* преобразования. В качестве иллюстрации таких преобразований можно взять ряд логик различной валентности, т. е. логик с различным числом оценок высказываний («истинно», «ложно» и других, более сложных), соответствующих различным концепциям движения. Усложнение валентности является необратимым процессом. Его наличие видно уже в классической логике.

Генезис классической науки был связан с переходом от качественной логики к математическому анализу. Такой переход отнюдь не означал отказа от логических канонов Аристотеля; просто эти каноны стали недостаточны, они претерпели некоторое обобщение и при этом вплотную подошли к математическому анализу, к основаниям исчисления бесконечно малых. Классическая наука уже не берет в качестве исходного понятие дви-

жения из *чего-то* во *что-то*, как это делали перипатетическая физика и космология (например, движение к «естественному месту»). Исходным понятием служит движение от точки к точке и от мгновения к мгновению. Перипатетическая концепция естественных движений была физическим эквивалентом двузначной, бивалентной (двувалентной) логики. Вопрос: «Находится ли тело в его естественном месте» допускал два ответа; высказывание: «Тело находится в его естественном месте» допускало две оценки: «истинно» и «ложно», причем эти оценки и были объяснением наблюдавшегося движения тел. В классической науке, чтобы объяснить, почему тело движется таким, а не иным образом, нужно оперировать локальными характеристиками: мгновенной скоростью, мгновенным ускорением, т. е. приписывать движущейся частице бесконечное число предикатов. Основной постулат состоит в том, что частица проходит все точки своей траектории. Подходя к ее движению с точки зрения принципа наименьшего действия, мы противопоставляем истинную траекторию (бесконечное число оценок «истинно» для утверждения о пребывании частицы в каждой точке) и другие траектории (бесконечное число оценок «ложно» для аналогичных утверждений), полученные при вариации. Логику с таким числом оценок можно назвать бесконечно бивалентной.

Подобная логика необратима. Мы уже не можем простым обращением вывода вернуться к исходному допущению. Квантовые и квантово-релятивистские процессы меняют логические нормы. Отсюда вовсе не следует, что необратимость времени — четвертого измерения — вытекает из априорных логических конструкций. Термины «квантовая логика» и «квантово-релятивистская логика» означают существование эмпирических корней логики, как отражения трансформирующегося бытия. Но в квантовой и квантово-релятивистской ретроспекции видно, что классическая логика также в какой-то мере испытывала необратимые переходы к иным нормам, металогические переходы. Только переходы эти были незаметными, подобно квантовым и релятивистским коррективам, несущественным в картине мира, оперирующей масштабами или скоростями, позволяющими приравнивать скорость света бесконечности, а постоянную Планка — нулю. Логику можно было считать неподвижной, подобно часовой

стрелке на циферблате: бег времени не был замечен. Теперь логику науки скорее можно было бы сравнить с секундной стрелкой. Но и секундная стрелка, и весь часовой механизм отмечает бег времени, не меняя своей конструкции. Поэтому он непосредственно не демонстрирует необратимости времени. Его демонстрируют скорее часы в оде Державина («Глагол времен, металла звон, твой страшный глас меня смущает...»), где обратимые движения частей часового механизма регистрирует приближение к фатально необратимому финалу человеческой жизни.

Подобный образ ассоциируется и по содержанию, и по тону с пессимистической необратимостью. Но в более общем смысле он может ассоциироваться с оптимистической (плюс-вариант) версией необратимости, с концепцией бесконечно продолжающегося необратимого усложнения бытия и познания. Представим себе кибернетические часы, которые через определенные периоды меняют свою конструкцию. Тогда взгляд на часы констатирует не только течение времени, но и направленность течения, «стрелу» времени, асимметрию состояний *раньше* и *позже*. Логика может быть аналогом такого отсчета, если последовательность обратимых логических связей, где посылка может стать выводом, приводит к металогическому преобразованию. А теперь, чтобы сделать аналогию еще более близкой, представим себе, что каждый ход маятника часов меняет их конструкцию. Тогда мы получим нечто напоминающее логику, в которой последовательность обратимых умозаключений все время сопровождается необратимым изменением, получим прибор, регистрирующий необратимый бег времени. Дело в том, что здесь регистрируются не только изменения в положении и скорости маятника, колесиков и стрелок, но изменение конструкции часов, возрастание их сложности.

Возрастание сложности бытия — это процесс, характеризующий не отдельные модусы, а бытие в целом. Тут следует вспомнить, что было сказано в главе «Принцип бытия» — о теории относительности и квантовой механике как переходе от модусов к бытию в целом и к его атрибутам. Это позволяет с очень большой общностью сформулировать идею времени как необратимой меры бытия, неразтворенного в меняющихся предикатах. Время — это мера бытия атрибутов в отличие от обратимого

бытия модусов. Субъект необратимой трансформации — это спинозовское множество атрибутов субстанций; движение образующих *natura naturata* модусов сопровождается необратимым усложнением *natura naturans*.

Такое усложнение выражается не метрикой, характеризующей модусы. Оно измеряется числом измерений — топологией *n*-мерного пространства, увеличением его размерности, ростом числа *n*. Подобная «транстопологическая» трансформация — структурализация бытия — находит свое отображение в структурализации, усложнении роста размерности познания. В. И. Ленин писал о движении познания по спирали и о кругах интегрального философского постижения мира². Это — круги в многомерном «пространстве» идей, концепций, констатаций, объяснений и прогнозов. Каждая из таких «точек» гносеологического пространства находится на пересечении логических и экспериментальных цепей, каждая констатация или концепция входит в некоторые логические множества. Конечно, такое пространство не метрический, а топологический образ. Наряду с «пространственными» переходами от одной концепции к другой, наряду с логическими заключениями и эмпирическими констатациями существует некоторый общий и необратимый процесс усложнения картины мира, бесконечного, все более полного отображения объективной бесконечной сложности мироздания и его объективного, бесконечного усложнения. Таким образом, мы приходим к необратимой (*m+1*)-й оси *n*-мерного пространства познания, к необратимости времени в истории познания. Его временная ось показывает рост интенсивности и потенций познания, расширение повторяющегося круга, так что и здесь невольно вспоминается необратимый конический мир Эйнштейна—Фридмана, в котором пространство — искривленное, конечное, а в направлении оси, в направлении времени оно растет не только по размерам, но и по сложности своей структуры.

Макроскопическая необратимость познания связывает космическую необратимость, необратимость эволюции природы с необратимостью культуры. Какими бы резкими ни были локальные попятные движения, периоды реставрации старого, в целом «крот истории» не возвращается

² Ленин В. И. Полн. собр. соч., т. 29, с. 321.

назад и в более глубоких пластах продолжает свой необратимый путь. Интегральное развитие цивилизации происходит через использование все более общих и глубоких закономерностей бытия и, соответственно, через познание все более общих законов. При этом старые, уже познанные законы остаются приближенными, приближенно справедливыми для частных областей и уже не могут претендовать на общий характер. В этом смысле история науки демонстрирует в своем интегральном течении модификацию более общих законов и принципов при развитии и применении частных концепций, т. е. весьма общее соотношение включенных и включающих систем, столь отчетливо видное в неклассической науке. Это не значит, что другие, помимо познания, стороны культурно-исторического процесса лишены необратимости. Эволюция социальных, моральных и эстетических ценностей в целом необратима, но только в той мере, в какой она связана с познанием. Ее необратимость определяется необратимостью представлений о мире и принципов его познания. Познания мира и его преобразования. Именно через преобразование мира, через целесообразную и основанную на понимании каузальных связей компоновку сил природы реализуется связь между необратимостью мира и необратимостью общества, та общая необратимость физического и социального бытия, которая является объектом их единой истории.

Такая оптимистическая концепция необратимости бытия, познания и всей человеческой истории является прямым, хотя и весьма обобщенным выводом из идей Эйнштейна. Ведь теория относительности была первым шагом науки в сторону усложнения картины мира в рамках ее временной эволюции, отказом от презумпции статического по своей структуре мира, включением времени в исходное представление о Вселенной. Квантовая механика и попытки построения единой теории поля были дальнейшими шагами по этому пути.

Оптимистическая концепция необратимости времени позволяет по-новому подойти к проблеме ценности и смысла бытия. Констатация необратимой эволюции бытия, вместе с его высшей формой — жизнью и разумом, позволяет ясней увидеть динамический характер понятий ценности и смысла их модификаций с прогрессом науки. Для перипатетиков ценность каждого физического процесса в

подлунном мире определялась приближением к вселенской статической гармонии «естественных мест». В такой гармонии и состоял смысл бытия. Для науки нового времени (если рассматривать понятия ценности и смысла, явно или неявно присутствующие в схемах Галилея, Декарта и Ньютона) эти понятия связаны с динамической гармонией бытия, с повторением космических циклов. Уже в XIX в. критерии смысла и ценности противостояли пессимистическому прогнозу тепловой смерти. В естествознании нашего времени именно представление о необратимости эволюции космоса становится одной из существенных компонент представлений о бесконечно вырастающем *ratio* бытия, о возрастающей ценности познания этого *ratio* и о возрастающем позитивном эффекте познания. Смысл бытия не в его неподвижности — последняя лишила бы смысла само понятие бытия. И не в возврате «на круги своя». Смысл бытия в его направленном, уходящем в бесконечность усложнении, а смысл жизни и сознания — в уходящем в бесконечность познании и преобразовании мира.

Усложнение бытия в космической эволюции объясняется тем, что природные процессы меняют начальные условия, что эти процессы повторяются в трансформированных условиях. Необратимое усложнение познания объясняется тем, что каждый крупный шаг на его пути меняет общие принципы. В этом — существенная сторона эйнштейновского критерия внутреннего совершенства, дополняющего внешнее оправдание. Теория относительности — пример коренного преобразования общего принципа, соотношения пространства и времени при решении вопроса о распространении света в движущихся системах. Изменение общих принципов выражается, если вспомнить замечание Лапласа, в «погружении разума в самого себя» при его продвижении вперед.

Неклассическая физика, выросшая в значительной мере из идей Эйнштейна, в несравненно более явной форме, чем классическая наука, демонстрирует изменчивость фундаментальных принципов, гарантирующую внутреннее совершенство физических теорий. Вместе с тем неклассическая физика выявляет преемственную связь этапов познания, его необратимость, бессмертие плодов человеческого гения. Ощущение такого бессмертия противостоит всем формам гносеологического пессимизма — и фикции границ позна-

ния, и фикции завершеного познания. Ретроспективная оценка всей истории науки с позиций неклассической физики обосновывает гносеологический оптимизм.

Понять бессмертие Эйнштейна — это значит найти связь между неклассической физикой и наиболее общими и фундаментальными проблемами бытия, которые являются инвариантами познания. Эти проблемы не исчезают в истории познания и приобретают все более полное и конкретное решение. Человечество всегда будет задавать себе вопросы о том, что такое пространство, время, вещество, поле, что такое бесконечность, какова структура космоса и микрокосмоса. Эти вопросы всегда будут связаны с другими: что такое истина, добро, красота. Сопоставление неклассической физики с теми ответами, которые давали на эти вопросы различные эпохи, выявляет связь неклассической физики с необратимым и бесконечным познанием и преобразованием мира и самого человека. Такое сопоставление включает новую оценку и новое понимание великих естественнонаучных идей прошлого, философских обобщений, моральных идеалов и эстетических ценностей.

Параллели

ЭЙНШТЕЙН И АРИСТОТЕЛЬ

ЭЙНШТЕЙН И ДЕКАРТ

ЭЙНШТЕЙН И НЬЮТОН

ЭЙНШТЕЙН И ФАРАДЕЙ

ЭЙНШТЕЙН И МАХ

ЭЙНШТЕЙН И БОР

ЭЙНШТЕЙН И ДОСТОЕВСКИЙ

ЭЙНШТЕЙН И МОЦАРТ

Эйнштейн и Аристотель

У Аристотеля *везде* объективная логика *смешивается* с субъективной, и так притом, что *везде видна* объективная,

В. И. Ленин¹

Непосредственные философские истоки идей Эйнштейна прослеживаются от Спинозы. В теории относительности воплотился идеал классической науки и классического рационализма: в картине мира нет ничего, кроме самой природы — детерминированной системы, в которой поведение каждого элемента, каждого физического объекта вытекает из его взаимодействия с другими объектами.

В такую историко-философскую и историко-научную констатацию сразу же нужно ввести ряд существенных оговорок.

Речь идет о прямых и явных логических связях, об идеях, которые Эйнштейн сознательно воспринимал в арсенале классического рационализма. Учет неявных связей, имманентной логики идей — именно такой учет и будет главным содержанием дальнейших историко-логических параллелей, — покажет, что теория относительности воплощает и другую струю философской и научной мысли. Забегая вперед — об этом речь пойдет в главе «Эйнштейн и Декарт», — заметим, что и у самих рационалистов XVII в. эта другая сторона философской и научной мысли находит свои истоки.

Далее, речь здесь идет об анализе теории относительности как сравнительно устойчивой системы представлений, о некотором аналоге того, что биологи называют

¹ Ленин В. И. Полн. собр. соч., т. 29, с. 326.

наблюдением ткани *in vitro* — препарата на стекле в отличие от изучения ткани *in vivo*, т. е. живой ткани, наблюдаемой в самом организме. Если же взять теорию относительности *in vivo* с ее нерешенными проблемами и неоднозначными тенденциями и прогнозами, то на первый план выступает указанная только что другая традиция.

Рассматривая творчество Эйнштейна *in vivo*, мы видим, что основным направлением его эволюции было все большее воплощение принципа бытия. Чтобы рассматривать идеи Эйнштейна *in vivo*, мы будем сопоставлять эти идеи с идеями других мыслителей, также непрепарированными. Начнем мы с Аристотеля, мыслителя, подвергшегося в средние века наиболее интенсивному переводу из *in vivo* в *in vitro*².

Учение Аристотеля о движении носило на себе печать живой, гибкой, еще совсем не устоявшейся, античной мысли. Основные понятия аристотелевой динамики охватывают все процессы изменения. Это широкое представление о движении, выходящее за рамки механического представления, всегда было и будет исходным пунктом каждой немеханической теории или интерпретации и общения такой теории. Древнегреческая мысль в своем детски наивном первом взгляде на мир и в первой гениальной догадке о его единстве, еще не зная о четких (впоследствии застывших и одеревеневших) перегородках между различными областями явлений, распространяла понятие движения на все процессы изменения в природе. Отсюда — аристотелевские понятия пространственного движения («фора»), субстанциального движения, т. е. возникновения («генезис») и уничтожения («фтора») субстанции, количественного роста и качественного движения.

² Следующие несколько страниц, где излагается аристотелева концепция абсолютного и относительного движения, повторяют в существенной степени главу «Изотропия мира и понятия относительного и абсолютного движения в античной динамике» нашей книги «Принцип относительности в античной, классической и квантовой физике» (М., 1959). Подробный анализ аристотелевского релятивизма см.: *Duhem P. Le mouvement absolu et le mouvement relatif. — Revue de Philosophie, VIII, 1908.* Новейший анализ взглядов Аристотеля на абсолютное и относительное движение см.: *Tonnellat M.-A. Histoire du principe de Relativité. Paris, 1971, p. 20—21.*

Основное внимание Аристотеля обращено на движение себестождественного объекта, при котором субстанция сохраняется, тело не исчезает и не возникает. Таково, в частности, «местное движение», т. е. пространственное смещение («фора»).

Наименее ясная и в то же время в наибольшей степени обращенная в будущее проблема перипатетического учения о движении — это соотношение между «фора» и субстанциальными изменениями. Такая оценка указанной проблемы — результат современной ретроспекции. Весьма важный в теоретическом отношении результат, к которому приходит и отчасти пришла современная физика (квантовая теория поля), состоит в некотором новом ответе на вопрос, поставленный две с половиной тысячи лет назад: в каком отношении стоят друг к другу исчезновение и возникновение единичных объектов, с одной стороны, и движение себестождественных неисчезающих объектов, с другой. Именно поэтому так актуальны сейчас колебания Аристотеля в вопросе о соотношении между местным движением и субстанциальными аннигиляциями («фтора») и порождениями («генезис»).

Аристотель склонен думать, что в подлунном мире каждый процесс роста и качественного превращения приводит в конце концов к подобной трансмутации, к переходу данной субстанции в иную, в прекращении себестождественности объекта. Поэтому процессы изменения в природе конечны. Это можно сказать и о местном движении, если оно связано с какими-то изменениями в поведении движущегося тела (позволяющими определить его движение абсолютным образом), например о движении тела к его естественному месту. Такое движение заканчивается, и тело в своем естественном месте отличается от тела, находившегося в ином месте. Единственное движение, вовсе не вызывающее таких изменений, — это бесконечное движение по кругу. Мы вскоре вернемся к этому понятию динамики Аристотеля — исходному понятию релятивистской концепции движения. Сейчас перейдем к понятию места в динамике Аристотеля.

В четвертой книге «Физики» дано определение места как поверхности тел, окружающих данный предмет. Однако это лишь первоначальное определение; вскоре Аристотель должен перейти к иному определению. Местное движение («фора») означает, что в различные моменты

времени телу принадлежат различные места. Если тело погружено в текущую воду, то соприкосновение тела со все новыми и новыми частями потока будет означать движение тела. Таким образом, корабль, стоящий на якоре в реке, движется. Аристотель понимает не только условность, но и практическую неприменимость подобной концепции и ищет иного определения места и иного тела отсчета для констатации движения корабля. Местом оказывается вскоре уже не вода, соприкасающаяся с кораблем, а река в целом. Аристотель говорит о различии места и сосуда. Место отличается от сосуда своей неподвижностью. По словам Симпликия, Теофраст и Эвдем включали в число исходных определений места его неподвижность. Симпликий, присоединяясь к этому мнению, говорит: «Местом корабля придется назвать всю реку, так как река в целом неподвижна». Александр Афродисийский и Симпликий понимают в данном случае под рекой ее берега и русло. Таким образом, античная динамика приходит к последовательным поискам неподвижного тела отсчета, и под местом отныне подразумевается пространство, определяемое посредством некоторого неподвижного предела последовательного ряда тел отсчета.

Неопределенность, подвижность и пластичность понятий аристотелевой динамики, утраченные средневековыми комментаторами Аристотеля и придающие своеобразную прелесть построениям греческого мыслителя, выражаются, в частности, в переходах от одного понятия места (окружающая среда) ко второму понятию (место, определенное неподвижным телом отсчета). Нетрудно видеть, что второе понятие имеет метрический смысл, оно связано с понятием расстояния между данным телом и другим, изменяющегося при движении одного из них и неизменного при движении обоих тел.

Переход от первого определения места (поверхность смежных тел) ко второму определению (с помощью неподвижного тела отсчета) был исходным пунктом развития не только понятий относительного места и движения, но и сопряженных с ним понятий абсолютного места, абсолютного пространства и абсолютного движения.

К какому из иных тел отнести положение данного тела? Если мы отказываемся от смежного тела и вводим расстояние, отделяющее данное тело от других, то появляется возможность свободного выбора одного из этих

иных тел в качестве тела отсчета. Равноправны ли они?

Аристотель идет к концепции абсолютного положения тела, он отрицает равноправность тел отсчета. Как мы сейчас увидим, Аристотель это делает не для всех движений, а лишь для «естественных», т. е. прямолинейных, движений тел, направляющихся к своим «естественным» местам.

В динамике и космологии Аристотеля прямолинейные движения к естественным местам происходят в подлунном мире. Тела, состоящие из тяжелых стихий, движутся к Земле; тела, состоящие из легких стихий, — к лунной сфере.

В исторической ретроспекции учение Аристотеля о естественных прямолинейных движениях, направленных к Земле и к лунной сфере, может показаться первой неопределенной догадкой о зависимости траектории движущихся тел от свойств пространства как такового. Вдоль траекторий тел, падающих на Землю, т. е. стремящихся к своим естественным местам, пространство динамически неоднородно, оно по-разному определяет поведение тел, находящихся в различных пунктах этого пространства. Таким образом, движение тел приобретает некоторый абсолютный критерий; переход тела из одного пункта в другой означает не только изменение расстояния между данным телом и телом отсчета, но и изменение поведения тела, зависящего от самого пространства.

Но такая интерпретация прямолинейных естественных движений в динамике Аристотеля наталкивается на затруднения. Затруднения состоят не только в отсутствии у Аристотеля понятия абсолютного пространства, но и в отсутствии у него понятия пространства как такового. Тяжелые тела движутся к своему естественному месту — центру Вселенной. Но что собой представляет естественное место: определенную часть пространства или центральное тело — Землю?

Прямой ответ на этот вопрос, содержащийся в динамике и космологии Аристотеля, гласит, что центром мира служит не точка пространства, а протяженное материальное тело. Отсюда и вытекает учение о неподвижной Земле.

Мы видим, что развитие идеи абсолютного пространства было связано со сближением местного движения с другими известными античной науке формами движе-

ния. Тело переходит из одного места в другое. Такой переход состоял бы в смене соприкасающихся тел (первое определение места) либо в изменении расстояния от некоторого, рассматриваемого как неподвижное тело отсчета, если бы при переходе не изменялось поведение тела, не появлялось или не исчезало некоторое свойство — побуждение к пребыванию в данном месте или побуждение к переходу в другое место.

Динамические эффекты позже, в механике Ньютона, также служили доказательством существования абсолютного движения и абсолютного пространства. Но у Ньютона динамические эффекты (центробежные силы) своим появлением свидетельствовали о кривизне траектории. У Аристотеля и его комментаторов динамические эффекты свидетельствовали об отходе тел от их естественных мест и естественных траекторий. Естественными траекториями считались круговые траектории, на которых тело могло двигаться в изотропном пространстве, не покидая своего естественного места. Нарушением (либо восстановлением) гармоничного, оптимального миропорядка считали прямолинейные движения, вынужденные либо естественные.

Естественные прямолинейные движения, направленные к местам оптимальной локализации, были основой понятия абсолютного пространства. В эллинистических государствах, как и в Древней Греции, исходным для динамики фактом было падение груза на поверхность Земли. Если не вводить понятия гравитационного взаимодействия Земли и находящихся на Земле тяжелых тел, то причиной падения можно считать динамическую неоднородность пространства. Изменение динамических свойств пространства вдоль радиальных, направленных к центру мира траекторий дает абсолютный критерий для различения точек вдоль этих траекторий.

Теперь посмотрим на исторические antecedенты относительного движения в динамике Аристотеля и в его космологии. В центре мира, каким его рисует Аристотель, находится тело, у которого заканчиваются радиально сходящиеся траектории тяжелых тел. Изотропия мира выражается в сферической симметрии этих траекторий. Движение по окружности постоянного радиуса, описанной вокруг центра мира, ничего не меняет в конфигурации Вселенной в смысле отхода ее от оптимального, гармонич-

ческого распределения материальных тел. Такое движение не сопровождается поэтому появлением либо исчезновением каких-либо предикатов, не сводящихся к относительным расстояниям. Абсолютные различия существуют лишь на прямолинейных радиальных направлениях, где естественные места тел отличаются от других мест абсолютным образом. Из сферической симметрии мира следует, что каждое место на лунной орбите с одним и тем же правом может служить естественным местом легкого тела. Для тяжелых тел, находящихся на одном и том же расстоянии от Земли, нельзя найти какие-либо различия в поведении. Такое различие зависит от расстояния между телом и Землей.

Круговые движения, описываемые вокруг центра мира, не имеют ни естественного начала, ни естественного конца. В физике Аристотеля это чисто относительное движение приписывается надлунному миру. В подлунном мире тела состоят из четырех элементов, меняют свой состав, меняют при движении динамические свойства, способны исчезать и возникать. Вообще это мир качественных превращений и субстанциальных движений, и именно поэтому в подлунном мире пространственные движения тел, сопровождающиеся подобными изменениями, могут иметь абсолютные критерии. В надлунном мире тела состоят из эфира, последний лишен противоречивых свойств не меняется и не обладает никакими внутренними, абсолютными изменяющимися предикатами. Тела надлунного мира движутся таким образом, что мы не можем указать точек на траектории движущегося тела, где начинается либо заканчивается бытие или движение тела. Движение неизменных и вечных, полностью себестоительных тел относительно, оно состоит в изменении расстояния от произвольно выбранного на его траектории начала отсчета. Начало отсчета не может отличаться от других точек пространства. Если бы в динамике Аристотеля пространство противостояло материальной среде, мы могли бы сказать, что движение происходит в однородном пространстве. Такое «если бы» вовсе не произвольная конструкция. Вопросы, поставленные динамикой Аристотеля, были исходным пунктом последующего разграничения геометрических и динамических закономерностей движения и понятий однородного, неоднородного, относительного и абсолютного пространства.

Круговые движения тел надлунного мира — это первоначальная концепция однородного пространства и, следовательно, первая собственно релятивистская концепция. В свою очередь и в том же условном смысле пространство, натянутое на естественные места тел, пространство, в котором тела подлунного мира совершают свои прямолинейные и ограниченные движения, — это первая концепция неоднородного, абсолютного пространства.

Конечно, такая характеристика имеет лишь ретроспективный смысл. В античной динамике, самой по себе, не было понятия неоднородности пространства. Но речь идет совсем о другом. Мы говорим о некоторых логических контроверзах, которые могли получить рациональное разрешение лишь в современной науке и в этом смысле являются истоками современных концепций. Констатация таких контроверз и их логической связи с современной наукой далека от какой-либо модернизации, потому что речь идет не о позитивных утверждениях, не об ответах античной динамики, а о ее вопросах, ее противоречиях, апориях и парадоксах.

В этих апориях — истоки основных направлений позднейшей мысли. В частности, истоки классической науки, идеалом которой было сведение *ratio* мира к движению — аристотелевой «фора» — тождественных себе тел. Это был наиболее общий идеал механического объяснения природы. Он эволюционировал. У Галилея идеал научного объяснения — свести явления к движениям по инерции, причем по криволинейным, строго говоря, траекториям. У Декарта идеалом служит картина прямолинейных инерционных движений и вихрей, увлекающих тела в сторону от прямолинейных траекторий. У Ньютона не движения, а силы служат основой миропорядка; но силы механические, которые проявляются в движениях, уже не прямолинейных и равномерных, а ускоренных.

Теория относительности кажется продолжением и завершением этой эволюции представлений о мире как совокупности движущихся и взаимодействующих тождественных себе тел. Но, как уже говорилось в предыдущей главе, такое впечатление производит теория относительности в ее трехмерном разрезе, без ретроспекции и прогноза, без выхода в «четвертое измерение».

Прогноз дальнейшей эволюции теории относительности — это ультрарелятивистские концепции, объясняющие

трансмутации элементарных частиц. Релятивистская ретроспекция — это выход на освещенную часть истории науки немеханических концепций, приписывающих субстанции в качестве основных предикатов не только движение в смысле «фора», но и способность субстанциальных преобразований типа «фтора» и «генезис». Поэтому сейчас, в свете теории относительности *in vivo*, живой, вглядывающейся в свое будущее, в системе Аристотеля приобретают особенно большое значение и привлекают особенно пристальное внимание немеханические мотивы его физики.

В XIX в., когда выяснилось, что качественные изменения несводимы к перемещениям частиц, когда физика оказалась несводимой к механике, расширение понятия движения в духе Аристотеля приобрело существенную эвристическую ценность. Одной из кардинальных идей «Диалектики природы» Энгельса была несводимость аристотелевского *качественного* изменения к механическому «фору» — эти аристотелевы antecedенты, псевдонимы коллизий XIX в., показывают, как далеко шел в XIX в. пересмотр прошлого.

Сейчас более радикальный поворот в физике и, соответственно, более решительный ретроспективный пересмотр. В XIX в. физические процессы оказались несводимыми к механике в том смысле, что механику молекул можно было и даже нужно было игнорировать в рамках макроскопических концепций. Но механика тождественных себе частиц сохранялась за кулисами макроскопической сцены, ее можно было игнорировать, но нельзя было отрицать, и она напоминала о себе время от времени, например броуновским движением.

Сейчас мы не только игнорируем, но и отрицаем «фора» в качестве подосновы аннигиляций и порождений элементарных частиц. Нам кажутся более вероятной подосновой таких процессов взаимодействия не субчастиц, а, быть может, более крупных частиц. Так это или не так, идея субстанциальных процессов, не сводимых к «фору», стала крайне актуальной.

Весьма острая проблема современности — установление связи между ультрарелятивистскими процессами и релятивистской схемой мировых линий — приковывает внимание к связи между «фору», с одной стороны, и «фтора» и «генезис», с другой. Но связь между ан-

нигиляциями частиц и макроскопическим представлением была, как можно думать, реализована не в школе Аристотеля, а в рамках другого направления древнегреческой мысли — в античной атомистике.

На этом нужно остановиться подробнее, ограничившись, впрочем, только одним направлением античной атомистики — идеями Эпикура и Лукреция³.

Основатели античной атомистики Левкипп и Демокрит разработали весьма цельную концепцию природы, пользуясь понятиями «бытия» — гомогенного вещества и «небытия» — пустоты. Многокрасочность чувственного мира должна была стать феноменологическим занавесом, через который просвечивают движения частиц, отличающихся лишь величиной и формой. Вместе с тем Демокрит чувствовал затруднения и противоречия замкнутой системы мироздания. Как и другие мыслители Древней Греции, Демокрит включал в свои натурфилософские построения то динамическое, обращенное в будущее ощущение незаконченности своей системы, то гениальное предвосхищение принципиально иных закономерностей, которое так характерно для подлинной, не высушенной последующей канонизацией античной мысли.

Для Эпикура антидогматическое предвосхищение границ данных закономерностей и возможности иных закономерностей было необходимой основой моральных выводов философии, т. е. главной цели его учения. Для Эпикура счастье человека невозможно без свободы. Но полная обусловленность движений частиц привела бы к естественнонаучному фатализму, т. е. к тому, что через две с лишним тысячи лет после Эпикура было отождествлено с «кисметом» восточных религий⁴. Фаталистическая детерминированность природы кажется Эпикуру худшей модификацией традиционной религии.

И вот на сцене появляются знаменитые *clipses* — микроскопические спонтанные отклонения частиц от прямолинейных траекторий. Эта идея пробивает оболочку механического фатализма, и в образовавшуюся брешь входят понятия и образы, далекие от цельной и замкнутой механической картины мира. Далекие во времени. Тому, что отличало Эпикура от универсального механического

³ См.: Кузнецов Б. Г. Этюды об Эйнштейне, изд. 2. М., 1970, с. 84—101.

⁴ См.: Маркс К., Энгельс Ф. Соч., т. 20, с. 534.

понимания природы, предстояло в течение двух десятков веков дожидаться собственно физических эквивалентов.

Атомы Эпикура сталкиваются, и в краткие промежутки между столкновениями они обладают одной и той же постоянной скоростью. Такая концепция высказана в письме Эпикура Геродоту. Постоянная скорость имеет конечную, но очень большую величину. Эпикур приравнивает ее скорости мысли («...атом будет иметь движение с быстротой мысли...»). С подобной скоростью атомы движутся вниз под влиянием собственной тяжести и с той же скоростью — в стороны под влиянием толчков.

Таким образом, толчки изменяют не абсолютную скорость атомов, а только ее направление. Отсюда следует, что скорость атома в течение сравнительно большого интервала времени (т. е. на усредненной траектории) может иметь любое значение, в том числе нулевое, но всегда меньшее, чем скорость на микроскопическом прямом отрезке между двумя соударениями и на составленной из таких отрезков пройденной атомом ломаной линии.

Движение атома на микроскопическом отрезке между соударениями или спонтанными отклонениями недоступно чувственному восприятию. Чувственным образом в принципе можно воспринять лишь результирующее смещение на сравнительно значительное, макроскопическое расстояние. Когда Эпикур говорил о фундаментальной скорости — постоянной скорости элементарных сдвигов (они были названы «кинемами») — как о скорости, равной скорости мысли, то речь шла не только и даже не столько о предполагаемой колоссальной скорости мыслительного процесса. Речь шла о предельной скорости, постигаемой мыслью и не постигаемой по своей величине непосредственным наблюдением.

Нам сейчас нетрудно понять, что результирующая макроскопическая скорость атома зависит от симметрии отдельных кинем. Если число кинем в одном направлении будет равно числу кинем в противоположном направлении, результирующая скорость окажется равной нулю. Если диссимметрия будет весьма значительной, результирующая скорость приблизится к максимальной скорости — скорости движения на микроскопических отрезках.

Поскольку отдельные кинемы, связанные со спонтанными отклонениями, носят случайный характер, речь должна идти о вероятностях тех или иных направлений.

Если вероятности кинем противоположного направления мало отличаются одна от другой, результирующий макроскопический сдвиг и результирующая макроскопическая скорость окажутся незначительными, и, вообще говоря, они пропорциональны диссимметрии вероятностей. Подобного статистического представления о наблюдаемых движениях у Эпикура, насколько нам известно, не было. Оно, быть может, сыграет некоторую роль в современных концепциях движения элементарных частиц. Но что важно для рассматриваемой здесь проблемы — это то, что Лукреций через два с лишним столетия после Эпикура, излагая идеи греческого мыслителя, сделал шаг в сторону подобной концепции.

Об этом будет сказано немного позже, в связи с поэмой Лукреция. Возвращаясь к Эпикуру, следует подчеркнуть связь понятия кинем и постоянной максимальной скорости (исотахия) с концепцией дискретного пространства и времени.

Эпикур говорит о непрерывном времени, состоящем из недоступных восприятию интервалов, в течение которых происходят прямолинейные сдвиги атомов. Расстояния, проходимые атомами, соответственно делятся на дискретные элементы — расстояния, проходимые в течение минимальных интервалов времени. Но наблюдаемое время, так же как наблюдаемое пространство, непрерывно. Такая непрерывность зависит не только от того, что мы рассматриваем движение в течение сравнительно большого срока. Она возникает также в силу больших пространственных размеров наблюдаемых тел. В макроскопическом наблюдаемом мире мы видим тела, которые движутся в одном направлении, несмотря на беспорядочные движения составляющих эти тела атомов. «Даже в самый малый период непрерывного времени атомы в сложных телах несутся к одному месту». Иначе говоря, пока речь идет о чувственно постигаемых пространственно-временных областях, случайные блуждания отдельных атомов остаются несущественными для наблюдаемой картины.

Какой своей стороной, благодаря каким особенностям концепция Эпикура кажется направленной в будущее, к Эйнштейну?

Эпикур отнюдь не противопоставляет объективную картину дискретного движения субъективному впечатлению непрерывного движения тел с различными скоростями

ми. Нет, обе эти картины имеют объективный характер, соответствуют объективной истине. «...Истинно только все то, что мы наблюдаем чувствами или воспринимаем умом путем постижения».

Из этой идеи, существенно опередившей механическое естествознание и близкой представлениям XIX—XX вв., следует существование объективного различия между закономерностями непрерывного и дискретного движения, а также существование объективной связи между теми и другими. Скорость и вообще течение непрерывного процесса связаны с течением дискретных процессов через понятия средних значений и вероятностей последних. Мы это знаем после Максвелла, Гиббса, Больцмана, после появления статистической физики и статистических теорий вообще. Было бы неправильно модернизировать взгляды Эпикура и приписывать ему статистико-вероятностную концепцию движения. Речь идет не о близости ответов Эпикура, т. е. его позитивных идей, к позитивным идеям современной науки. Речь идет о близости вопросов — противоречий, поисков, подходов, нерешенных проблем античной науки — к современным проблемам.

Именно эта обращенная в будущее, «вопрошающая» сторона науки чаще и больше всего служит катализатором художественного творчества. Особенно в такие моменты, когда художественное творчество защищает свободу и разум человека от авторитарного принуждения.

В подобный исторический момент Лукреций изложил систему Эпикура в поэме «О природе вещей».

Лукреций, следуя за Эпикуром, хочет, чтобы в самой природе сохранялась некоторая независимость явлений от чисто кинетической схемы толчков и космического падения атомов. Здесь на сцену и выходят *clinamen* — спонтанные отклонения атомов. Лукреция очень интересует связь концепции *clinamen* с отказом от фатализма. Ограничение механической обусловленности в природе введено, чтобы человек

...вынужден не был

*Только сносить и терпеть и пред ней побежденный
склоняться,*

*Легкое служит к тому первичных начал отклоненье,
Но не в положенный срок, не на месте известном⁵.*

⁵ Лукреций. О природе вещей, т. I. М.—Л., 1946, с. 89.

В 1841 г. в своей диссертации «Различие между натурфилософией Демокрита и натурфилософией Эпикура» Маркс связал эпикуровы *clinamen* с *проблемой бытия*. По мнению Маркса, прямолинейное падение атома сделало бы его геометрической точкой, и уже нельзя было бы говорить о его самостоятельном бытии. «*Движение падения есть движение несамостоятельности*»⁶. Сейчас мы можем выразить эту мысль в собственно физической форме. Без движения, самостоятельного по отношению к макроскопической схеме мировых линий, последние лишаются физического бытия. Без предикатов, не сводимых к макроскопически определенному движению, атомы были бы неотличимы от геометрических объектов: их пути оказались бы геометрическими линиями. Но *clinamen* придают атомистике физический смысл и в другом отношении. Они создают макроскопические тела. Без последних движения атомов непредставимы. Движения эти происходят в том или ином направлении, они, как мы бы теперь сказали, отнесены к пространству, натянутому на макроскопический аспект и микроскопический — два аспекта физического бытия, о чем не раз уже говорилось в этой книге, поскольку принцип бытия — сквозная линия эволюции идей Эйнштейна. Здесь следует отметить, что соединение проблемы бытия с двойственностью макроскопического и микроскопического аспектов идет от Эпикура. Не в смысле «предвосхищения». Эпикур, как и другие мыслители Древней Греции, ставил вопросы, на которые тогда нельзя было дать однозначный ответ. Эти вопросы оказались сквозными, они ставились всё вновь и вновь в течение веков. Они не сняты и ныне.

Среди неснятых вопросов мы встречаем сейчас гипотетические представления о дискретности движения, прерываемого актами «фтора» и «генезис». Это весьма старая проблема. В среде эпикурейцев зародилось представление о движении как о ряде регенераций — исчезновений тела в одной клетке дискретного пространства-времени и возрождении его в соседней клетке.

Такое представление выводило атомистику за пределы механического представления: основным, элементарным понятием картины мира вместо непрерывного движения

⁶ Маркс К., Энгельс Ф. Из ранних произведений. М., 1956, с. 42.

оказываются дискретные превращения частицы в одной клетке пространства в частицу, находящуюся в следующей клетке. Именно так может быть выражена современным языком мысль эпикурейцев, которую Александр Афродисийский излагал во II в. н. э.:

«Утверждая, что и пространство, и движение, и время состоят из неделимых частиц, они утверждают также, что движущееся тело движется на всем протяжении пространства, состоящего из неделимых частей, а на каждой из входящих в него неделимых частей движения нет, а есть только результат движения».

Быть может, Александр Афродисийский через сорок лет после Эпикура и через полтора столетия после Лукреция мог преувеличить определенность старой концепции. Но это и показывает, что концепция не только сохранилась, но и эволюционировала в сторону большей определенности.

Будет ли дальнейшая эволюция теории относительности возвратом к подобной концепции дискретного движения? *Возвратом* — нет. *Ответом* на вопрос, содержащийся в фразе Александра Афродисийского, — весьма вероятно. В сущности, речь идет о вопросе, который Эйнштейн задавал в 1949 г. в итоговой характеристике теории относительности: как могут быть обоснованы микроструктурой мира утверждения теории относительности о свойствах пространства и времени?

Если античная атомистика в лице эпикурейцев так отчетливо поставила проблему бытия, отыскивая его ультрамикроскопический аспект, то почему же мы начинаем анализ логических связей между Эйнштейном и древностью с Аристотеля? Ведь у Аристотеля не было такого аспекта, ведь философ из Стагиры отказывался проследить процессы природы от точки к точке и от мгновения к мгновению, для него характерна интегральная схема мировой гармонии.

Но и у Эйнштейна атомистический аспект бытия, необходимость атомистического обоснования «поведения масштабов и часов» была не каким-либо конкретным представлением, а логическим выводом, причем негативным: без атомистического обоснования теория относительности, по словам Эйнштейна, нелогична, в логически замкнутой теории поведение масштабов и часов должно

вытекать из более общих уравнений, учитывающих атомистическую структуру тел⁷.

Приводит ли логический анализ аристотелевой интегральной картины мира к подобной неудовлетворенности, к поискам чего-то дополняющего интегральную картину?

У Аристотеля нет какой-либо отчетливой декларации, которая бы соответствовала подобной неудовлетворенности, подобным поискам. Напротив, он критикует атомистические концепции. Но у Аристотеля, в основном фарватере его мысли, мы встречаем мощную и резкую тенденцию перехода от логической и геометрической схемы к физическому бытию, воздействующему на органы чувств, постижимому эмпирически, отличающемуся своей реальностью от логических и геометрических конструкций.

У Аристотеля логика еще не стала учением о бытии. Гегель говорил, что естественноисторическое описание явлений мышления, не претендующее на анализ соответствия мышления с истиной, является бессмертной заслугой Аристотеля, но нужно идти дальше⁸. Дальше — к содержательной логике, анализирующей истинность суждений. Ленин в конспекте «Науки логики» говорит, что соответствие с истиной — это результаты и итоги истории мысли⁹. Для логико-геометрической схемы Платона вопрос о *такой* истинности не существовал. У Аристотеля его постоянное возвращение к проблеме реальности и чувственной постижимости бытия было направлено по основной и сквозной линии всего развития науки. Это не результат, не итог, не предпосылка развивающейся науки, это сама развивающаяся наука, еще на ранних этапах, но уже пронизанная стремлением объединить умозрение с наблюдением. И как бы ни относился Эйнштейн к философии Аристотеля (а он относился к сочинениям философа довольно скептически), его собственные принстонские идеи близки к античному прообразу тяжелых и в известном смысле безрезультатных (если брать слово «результаты» в традиционном смысле) поисков единства «внутреннего совершенства» и «внешнего оправдания».

Обращаясь к Аристотелю, мы видим, что у самого дог-

⁷ См.: *Эйнштейн*, 4, с. 280.

⁸ См.: *Гегель*. Соч., т. VI. М., 1939, с. 27.

⁹ См.: *Ленин В. И.* Полн. собр. соч., т. 29, с. 156.

матизированного мыслителя всех времен и народов главным с современной точки зрения были именно поиски. Ленин писал, что логика Аристотеля есть «запрос, искаание, подход к логике Гегеля»¹⁰. Иначе говоря, к содержательной логике, к логике, которая становится квинтэссенцией науки. Такие поиски никогда не приводили и не приводят к окончательным результатам, но если считать результатом науки ее динамику, ее бесконечное приближение к истине, то варианты единой теории поля продолжают и являются этапом того, что делает науку бессмертной в живом динамическом смысле этого слова.

В строках Ленина, взятых в качестве эпиграфа, говорится об объективной логике¹¹. Логика науки развивалась, обобщалась, становилась многозначной, приобретала переменную валентность, включала бесконечное число оценок, сливалась с математикой, потому что она последовательно стремилась приблизиться к объективной логике мира. В этом смысле каждый крупный этап постижения объективной логики мира был модификацией той схемы логических суждений, которая была создана Аристотелем. Бессмертная заслуга Аристотеля — так Гегель назвал создание этой схемы — была бессмертной не потому, что она сохранилась навеки, а потому, что она была исходным пунктом последующих модификаций. Здесь нет надобности описывать эволюцию логики, связанную с переходом от перипатетической физики к классической науке, затем к теории относительности и к квантовой механике¹². Заметим только, что единая теория поля — ее современный эквивалент — создающаяся сейчас теория элементарных частиц — расширяют и обобщают логические и логико-математические алгоритмы. В этом и состоит лапласовское «углубление разума в самого себя», которое всё больше становится условием «продвижения разума вперед».

¹⁰ Ленин В. И. Полн. собр. соч., т. 29, с. 346.

¹¹ Там же, с. 326.

¹² См.: Кузнецов В. Г. Пути развития квантово-релятивистской логики. — Труды Института истории естествознания и техники Академии наук СССР, т. XXII, 1959.

Эйнштейн и Декарт

Если мы хотим приписать движению природе, которую можно было бы рассматривать в отдельности, безотносительно к другим вещам, то в случае перемещения двух смежных тел — одного в одну сторону, другого в другую, в силу чего тела взаимно отделяются, — мы не затруднимся сказать, что в одном теле столько же движения, сколько в другом.

Декарт

Когда мы проводим параллели между мировоззрением и творчеством Эйнштейна и идеями других мыслителей, то сближения и противопоставления относятся не только и даже не столько к логически замкнутым системам позитивных концепций. В частности, параллель «Эйнштейн — Декарт» соединяет не только и не столько системы мыслителей XVII и XX вв., сколько характерные для обеих систем внутренние коллизии. Сопоставление помогает найти такую коллизию в картезианстве и, более того, в классическом рационализме XVII в. в целом, а у Эйнштейна ее не нужно искать, она высказана в явной форме, и сопоставление позволяет лишь конкретней и ясней увидеть основную коллизию в творчестве Эйнштейна. Она начинает напоминать коллизию классического рационализма: первоначальную геометризацию природы, затем ощущение опустошенного, математизированного мира и, наконец, поиски нематематических, собственно физических определений бытия.

Возьмем первую часть этой триады — апологию разума, ищущего и находящего в природе ясную каузальную гармонию. В отрочестве Эйнштейн не знал, разумеется, о философии, провозгласившей суверенитет разума, но он столкнулся с культурными веяниями, сопровождавшими освобождение разума от церковного авторитета. В студенческие годы и в бернском кружке («академия Олимпия») он познакомился с классиками рационалистической философии, их предшественниками, последователями и эпигонами. Впрочем, с последними он познакомился еще

в Мюнхене — некоторые популярные естественнонаучные книги, и в особенности бюхнеровская «Сила и материя», были произведениями эпигонов.

Рассматривая творчество Эйнштейна ретроспективно, с точки зрения физических концепций середины XX в. и прогнозов на будущее, мы считаем его завершением большой полосы духовной жизни человечества. Эта полоса начата не только ньютоновой механикой. Ее началом была вся рационалистическая (в самом широком смысле) философия и наука XVII в. Читая Эйнштейна, невольно вспоминаешь строки Галилея, Декарта, Спинозы, Гоббса, Ньютона — подчас сталкиваешься с поразительным совпадением идей (поразительным в силу вероятной, а иногда очевидной непреднамеренности); подчас видишь, как неопределенные догадки и поиски рационалистической мысли XVII в. получают позитивную, недоступную тому времени строгую форму. Логическая связь несомненна. Гораздо труднее обнаружить непосредственный механизм приближения Эйнштейна к проблемам и идеям XVII — XVIII вв. Здесь не было непосредственного детального знакомства. Из философской литературы XVII в. Эйнштейн непосредственно знал, по всей вероятности, только некоторые трактаты Спинозы, а с трудами великих естествоиспытателей-рационалистов он знакомился лишь по позднейшим изложениям. Наряду с вошедшими в философию и науку и ставшими почти анонимными идеями мыслителей XVII в. Эйнштейн воспринимал наследство этого века косвенным образом.

Рационализм Декарта и Спинозы оказал широкое и глубокое воздействие на стиль мышления людей, на культуру и искусство; отпечаток рационализма сохранился, а отчасти углубился в течение XVIII и XIX столетий. Студенты цюрихского Политехникума и члены «Олимпиады», как и вся молодежь девятых и девятисотых годов, иногда знали исторические истоки идей, почерпнутых из лекций, статей и книг того времени, иногда не знали, но они оказывались наследниками рационализма. У самого гениального из физиков этого поколения критическая мысль была настолько острой и глубокой, что при чтении систематизированных и упорядоченных трактатов XIX в. из-под четкого и, казалось бы, строгого текста выступали коллизии научной мысли XVII в. — эпохи, когда рационалистические схемы еще не застыли в твердых

и законченных формах. Рационализм XVII в. оставил в наследство будущему не только позитивные ответы, но и живые противоречия (мы знаем, что их оставили второй половине нашего столетия и концепции самого Эйнштейна), но они были написаны как бы симпатическими чернилами и выступали только при гениально-глубоком анализе положительных итогов науки. Подобно Фаусту, обращающемуся во второй части трагедии к хранящим схемы бытия таинственным «матерям», мысль Эйнштейна возвращалась к самым коренным, исходным и общим идеям, положившим начало рационалистической науке. Ее идеал — картина мира, в которой нет ничего помимо взаимно движущихся и взаимодействующих тел, — был впоследствии дополнен чуждыми или во всяком случае независимыми понятиями. В числе их находилось абсолютное движение, отнесенное к пустоте. Эйнштейн вернулся от позднейших представлений к исходным идеям классической рационалистической науки. Это можно было сделать только на основе фактов, о которых ничего не могли знать ни в XVII—XVIII вв., ни в первой половине XIX в.

Рационализм Галилея был связан с определенной гносеологической и онтологической платформой. Суверенитет разума состоит не в способности его создавать стройные и непротиворечивые конструкции, а в способности адекватного отображения природы. Вернее, стройность и непротиворечивость конструкций разума являются признаком их объективного характера, соответствия объективной реальности. Такой взгляд основан на онтологической посылке: мир представляет собой нечто упорядоченное, связанное и единое. У Галилея эта мысль еще не приобрела позднейшего догматического оттенка (данная конструкция разума полностью и окончательно соответствует истине, содержит истину в последней инстанции). Галилей говорил о бесконечности познания. Один из исследователей его творчества пишет:

«Для тех, кто привык смотреть в корень вещей, Галилей открыл неразрешимую мировую загадку и бесконечно простирающуюся во времени и пространстве науку, безграничность которой должна была повлечь за собой чувство горечи и осознание человеческого одиночества»¹.

¹ *Ольшки* Л. История научной литературы на новых языках, т. 3. М.—Л., 1933, с. 82.

Но это проекция в прошлое гораздо более поздних настроений. Для Галилея бесконечность познания была источником живого и радостного оптимизма. Он писал, что экстенсивно, по объему сведений, мы всегда обладаем знанием, несопоставимым с тем, что предстоит познать, но интенсивно мы познаем природу с абсолютной достоверностью. Игнорирование интенсивной достоверности знания может действительно привести и многих приводило к пессимизму в отношении науки, а затем и к отрицанию ценности науки; а это открывало двери различным формам реакции против разума и науки. Обо всем этом речь впереди.

У Эйнштейна, как и у Галилея, бесконечность познания была источником оптимистического мировоззрения. Дело не сводится к представлению об отдельных частных твердо установленных истинах. И Галилей, и Эйнштейн были уверены, что наука нашла достоверный принцип, охватывающий всю природу. Галилей писал, что математика раскрывает в явлениях их необходимость, «...а высшей степени достоверности не существует». Эйнштейн видел в принципе причинности нечто отнюдь не априорное и в то же время не содержавшее только в явлениях, он видел в причинности объективное *ratio* мира. Для Эйнштейна познаваемость этого *ratio* совсем не тривиальная познаваемость, из которой исходит догматическая философия. Для последней познаваемость мира означает абсолютно точное соответствие между объективной реальностью и научными представлениями, абсолютизированными данным догматическим направлением. Для Эйнштейна познаваемость закономерности, управляющей миром, — это нечто весьма нетривиальное, существующее вопреки неисчерпаемости мира, вопреки парадоксам и загадкам, которые он задает исследователю, вопреки относительности, ограниченности и неточности каждой конкретной ступени развивающегося знания. В познаваемости мира для Эйнштейна заключено даже нечто парадоксальное: мир неисчерпаем, сведения о нем ограничены в каждый данный момент, и, несмотря на это, мир познаваем. Таков действительный смысл изречения Эйнштейна «самое непонятное в мире — это то, что он понятен». Познаваемость мира, его понятность представляется «непонятной», сложной проблемой, потому что ее решением служат не какие-либо словесно-логические

конструкции, а история науки и история техники. Они разъясняют, каким образом человек познает и понимает мир во всей его сложности.

Рационализм Декарта (если иметь в виду его физику) был ярко онтологическим. Именно поэтому он и положил начало новой эпохе в науке, культуре, в характере мышления. Разум нанес удар авторитету, потому что он устранил из мира бога, объяснив всю совокупность известных фактов законами движения и взаимодействия тел. При этом, по мнению Декарта, картина мира, логически сконструированная на основе небольшого числа исходных постулатов, является однозначным, абсолютно точным и в этом смысле окончательным отображением реального мира.

В физике Декарта исходная реальность — природа, в которой нет ничего, кроме движущейся материи. С точки зрения картезианской физики, действительность разума и претензии разума на суверенитет обосновываются его способностью создать картину, адекватную действительности.

В философии Спинозы картезианская физика победила метафизику Декарта. Она стала монистической философией, она уже не ограничена какими-либо чуждыми ей конструкциями. Существует только одна протяженная субстанция. Спиноза называет ее природой и в то же время сохраняет для нее наименование «бог»: *Deus sive natura*. Для естествознания XVII в. это словоупотребление было чисто внешним привеском к атеистическому мировоззрению. Общественно-философская мысль следующего столетия уже не могла мириться с подобным привеском и начала называть вещи их именами. Впрочем, уже в XVII в. поняли, что философия Спинозы разбивает не только традиционную религию, но и деизм.

У Спинозы, может быть, ярче, чем у других рационалистов XVII в., видна онтологическая тенденция: разум стремится постичь в природе внутреннюю гармонию причин и следствий, присущую самой природе. Эта гармония постижима, когда разум отходит от непосредственных наблюдений (например, от наблюдаемого движения Солнца вокруг Земли; исходный пункт рационализма XVII в. — гелиоцентрическая система) и строит новую картину, которая в конце концов объясняет всю совокупность наблюдений наиболее естественным образом. Поэтому на гроб-

нице Галилея написано: «Proprios impendit oculos, cum iam nil amplius haberet nature, quod ipse videret». («Потерял зрение, поскольку уже ничего в природе не оставалось, чего бы он не видел».) Надпись эта говорит, что Галилею не нужно было видеть движущееся Солнце, его мысль двигалась свободно, не связанная наблюдением. Но Галилей должен был доказать, что картина, к которой он пришел, отрицая неподвижность Земли, согласуется с видимым, определяет неизбежность наблюдаемых явлений; а также, что новая схема объясняет факты, не укладывающиеся в старую. Галилей, жалуясь на слепоту, вспоминал о картине прилива в Венеции — приливы, как он думал, необъяснимы с геоцентрической точки зрения. Рационализм XVII в. брал под подозрение не показания чувств в целом, а данный, ограниченный комплекс показаний; он противостоял не эмпирии, а эмпиризму.

Важно заметить, что у Спинозы и других рационалистов XVII в. идея должна быть независимой от позиции наблюдателя, от того, что Паскаль называл «ненавистным я». Тогда идея будет истинной. «Истинная идея, — говорит Спиноза, — должна быть согласна со своим объектом»².

Эта мысль Спинозы и всего рационализма XVII в. встречается у Эйнштейна в такой же простой, общей и истинной теории, в которой фигурируют суждения, независимые от позиции отдельного наблюдателя (и именно поэтому парадоксальные и противоречащие отдельным, непосредственным наблюдениям). Эйнштейн продвинул далеко вперед применение в физике инвариантных величин, которые не меняются при переходе от представления, свойственного одному наблюдателю, к представлению, свойственному другому наблюдателю. В сущности последовательное распространение инвариантных величин в учении о природе было стержнем развития науки, выражением все большего освобождения науки от антропоцентрических фетишей. Гелиоцентризм, бесконечная и однородная Вселенная Бруно и Галилея, понятие инерции И классическая относительность означали, что истины, справедливые лишь для земного наблюдателя (и поэтому согласующиеся с непосредственным наблюдением), уступают место истинам, справедливым для всякого наб-

² Спиноза Б. Избр. произв. М., 1957, с. 388.

людателя и поэтому выражающим независимость природы от какого бы то ни было наблюдения. Эйнштейн освободил это исходное представление XVII в. от наложенных на него впоследствии ограничений.

Какое же представление о природе является адекватным ей и свободным от субъективных моментов? Это представление Галилея и Декарта о гомогенной, бескачественной материи. Отсюда геометрия (именно геометрия, а не арифметика!) — основа науки. Она позволяет раскрыть каузальную связь в природе. Эта связь сводится к взаимодействию тел. Универсальная каузальная связь исходила из числа причин все, что не сводится к взаимодействию тел. Эта мысль в течение долгих лет играла очень важную роль в научном творчестве Эйнштейна.

Свобода природы от каких-либо трансцендентных воздействий выражается в сохранении состояний. Мы увидим, что идея сохранения состояний приводила Спинозу к некоторому очень широкому и общему понятию, близкому инерции Галилея и Декарта.

Зависимость поведения каждого тела от поведения всех тел Вселенной превращает последнюю в единый механизм.

В едином механизме царят одни и те же законы. Поэтому схема мировой гармонии — простая схема. О простоте мироздания говорили и Галилей, и Кеплер, и Ньютон, и философы-рационалисты XVII в. Этот простой мир, в котором нет ничего, кроме взаимно смещающихся и взаимодействующих тел, казался Спинозе и другим рационалистам прообразом и основой моральной и эстетической гармонии. XVII век ощущал красоту этого простого, постигаемого разумом, упорядоченного каузальной связью объективного мира. «И вот мы в мире, исполненном умопостигаемой красоты», — писал Мальбранш,

Рационализм XVIII в. поставил все точки над «и»; он вывел идею суверенности разума за рамки отвлеченной мысли и внес ее в общественное самосознание. XVIII столетие было веком Разума, не рационалистической научной и философской мысли, а разума, воплотившегося в действие. Идеи Руссо, Вольтера и энциклопедистов дошли до Эйнштейна как бы растворенными в окружающем воздухе, в виде атмосферы свободомыслия, которая существовала везде в Европе, а в южной Германии больше, чем в других, северных и восточных, ее частях. Что же ка-

сается научной мысли XVIII в., то, например, строгая и изящная «Аналитическая механика» Лагранжа произвела на Эйнштейна большее впечатление, чем шедевры общественно-философской мысли XVIII в.

В науке XVIII в. существовало представление о разуме, нашедшем, наконец, окончательное и абсолютно точное решение вопросов, поставленных перед ним природой. Напротив, итоги и стиль науки XIX в. внушили Эйнштейну убеждения в бесконечной сложности бытия. Из двух форм рационализма, из двух форм апофеоза разума — 1) разум достиг окончательного, точного познания природы и 2) разум бесконечно приближается ко все более точному представлению о природе — Эйнштейн склонялся ко второй форме. Поэтому он в своих философских симпатиях восходил от XVIII в. к мировоззрению Спинозы, в котором рационализм еще не был связан с якобы окончательным решением загадок бытия. Рационализм Эйнштейна включал представление о противоречивости, сложности и парадоксальности бытия и о познании мира, последовательно решающем все более сложные загадки. Но их решение — в этом Эйнштейн был убежден — находит в мироздании простую в своей основе гармонию. При всей сложности закономерностей бытия они не хаотичны, а образуют стройную систему и восходят к наиболее глубоким и общим единым законам, управляющим миром.

Как назвать эту объективную гармонию мира? Эйнштейн знал ее рациональное название. Он говорил о единой, охватывающей все мироздание каузальной связи. Но Эйнштейн был слишком далек от боевых антиклерикальных традиций рационализма XVIII в., чтобы слова «бог» и «религия» стали для него одиозными и не мелькали на страницах литературного и эпистолярного наследия Эйнштейна.

Не следует думать, что в этих словах выражается какое-либо отступление от атеизма. Когда слово «бог» слетало с уст Эйнштейна, оно чаще всего произносилось с несколько фамильярным и даже ироническим оттенком.

В бытность в Праге Эйнштейн, к своему огорчению, должен был посылать детей в школу с преподаванием закона божьего. «Дети, — смеялся он, — в конце концов начинают думать, что бог — это газообразное позвоночное»³.

³ Frank, 281.

Как-то в Принстоне Эйнштейн, жалуясь на предписанную ему диету, сказал: «Черт позаботился, чтобы мы были наказаны за всякое удовольствие». На вопрос собеседника, почему он не приписывает это богу, Эйнштейн ответил: «Между ними разница только в знаке: один с плюсом, другой с минусом»⁴.

Леопольд Инфельд вспоминает, как на его вопрос, будут ли они с Эйнштейном работать в воскресенье, Эйнштейн, смеясь, сказал: «Бог тоже не отдыхает в воскресенье».

Выше, в связи с эпистемологическими идеями Эйнштейна, упоминалось высеченное на камине изречение: «Господь бог изощрен, но не злобен». Оно имеет и собственно онтологический смысл — выражает онтологическую концепцию рационализма.

Объективная гармония мироздания может выражаться в парадоксальных соотношениях («бог изощрен»), но она существует. «Бог» Эйнштейна — это псевдоним объективной, вполне материальной по своей природе закономерности бытия, псевдоним охватывающего мироздание объективного *ratio*. «Это ощущение материальности внешнего мира, — говорит Инфельд, — столь сильно у Эйнштейна, что оно часто принимает формы чего-то прямо противоположного. Когда Эйнштейн говорит о боге, он всегда имеет в виду внутреннюю связь и логическую простоту законов природы. Я назвал бы это „материалистическим подходом к богу“»⁵.

Соответственно под «религиозностью» Эйнштейн понимал ощущение осмысленности существования, которое вытекает у человека из осознания мировой гармонии. Книга Эйнштейна «*Mein Weltbild*» — сборник его статей, написанных главным образом в двадцатые и тридцатые годы⁶, — открывается заметкой «О смысле жизни», в которой говорится:

«Ответить на вопрос о смысле жизни — значит обладать религиозными чувствами. Ты спросишь меня: имеет ли смысл подобный вопрос? Отвечаю: тот, кто не видит смысла в своей жизни и в жизни себе подобных, тот не только несчастен, но едва ли сможет продолжать жить»⁷.

⁴ *Seelig*, 426.

⁵ Успехи физических наук, 1956, 59, вып. 1, с. 144.

⁶ В сносках указаны страницы французского издания: *Einstein A.*

Comment je vois le monde. Paris, 1934.

⁷ *Comment je vois le monde*, 7.

Слово «религиозность» не означает здесь какого-либо сходства между ощущением осмысленности жизни и гармонии бытия, с одной стороны, и религиозностью без кавычек, с другой. Эйнштейн исходил из сходства чисто психологического: ученый, охваченный ощущением мировой гармонии, забывает о собственном «я». Что же касается природы вселенского *ratio*, то позиция ученого противоположна позиции верующего. Последний ищет в мире управляющее им разумное существо. Ученый отбрасывает эту мысль и видит в мире безраздельное царство материальных причин.

«Напротив, ученый пронизан ощущением причинной обусловленности всего происходящего. Для него будущее не менее определено и обязательно, чем прошедшее. Мораль для него не имеет в себе ничего божественного, она — чисто человеческая проблема. Религиозность ученого состоит в восторженном преклонении перед гармонией законов природы... Это чувство — лейтмотив жизни и творческих усилий ученого в пределах, где он возвышается над рабством эгоистических желаний»⁸.

Эйнштейн повторил как-то слова одного из современных авторов: «В наше время глубоко религиозными остаются лишь ученые, целиком преданные материалистическим идеям»⁹. Эйнштейн заключает этой фразой статью «Религия и наука», которая в основном посвящена отрицанию религии и противопоставлению научного представления о природе вере в личного бога. Эйнштейн говорит, что восторженное ощущение упорядоченности мироздания — объективной, материальной, каузальной! — заставляло Кеплера и Ньютона отдавать долгие годы уединенного напряженного труда поискам механизма небесных явлений¹⁰. Оно заставляет ученого последовательно стремиться к объективной истине вопреки господствующим в его время представлениям.

Это ощущение упорядоченности мироздания не имеет ничего общего с идеей личного бога и бессмертия души. Такую идею Эйнштейн отбрасывал самым решительным образом. «Я не могу принять этого иллюзорного бога, награждающего и наказывающего свое создание... Я не хочу

⁸ Comment je vois le monde, 39.

⁹ Ibid., 38.

¹⁰ Ibid., 37—38.

и не могу также представить себе человека, остающегося в живых после телесной смерти, — что за слабые души у тех, кто питает из эгоизма или смешного страха подобные надежды»¹¹.

Эйнштейн благоговел перед природой, где нет места богу, где царит объективное *ratio* причинной связи, он благоговел перед вечной природой, в которой растворяется индивидуум, при постижении которой он теряет черты страха и эгоизма. «Мне достаточно, — продолжает Эйнштейн, — испытывать ощущение вечной тайны жизни, осознавать и интуитивно постигать чудесную структуру всего сущего и активно бороться, чтобы схватить пусть даже самую малую крупинку разума, который проявляется в природе»¹². Соловин в письме к Эйнштейну протестовал против сближения этого ощущения с «религией». Эйнштейн отвечал:

«Я хорошо понимаю Вашу антипатию к термину „религия“, когда он относится к эмоциональному, психологическому ощущению, столь отчетливо выраженному у Спинозы. Но у меня нет лучшего термина, чтобы обозначить чувство уверенности в разумной основе действительности и в ее принципиальной доступности человеческому разуму. Там, где этого чувства нет, наука вырождается в бездушный эмпиризм. Мне наплевать на то, что духовенство наживает на этом капитал. Против такой наживы все равно нет лекарства»¹³.

Характерная концовка! Эйнштейн был далек от общественных движений, борющихся за социальные идеалы под знаменем воинствующего свободомыслия, и не видел реальных путей к преодолению религии. Отсюда — известная безучастность к терминологии, существенной для размежевания идейных позиций. У Эйнштейна в центре внимания иная сторона дела. Она состоит в признании гармонии и познаваемости бытия и в признании парадоксальности и неожиданности его закономерностей. В одном из последующих писем Соловину Эйнштейн возвращается к проблеме «чуда» и «вечной тайны» в природе. По его словам, он должен внести ясность в этот вопрос, «дабы Вы не подумали, что я, ослабленный годами, стал добычей священников».

¹¹ Ibid., 13.

¹² Ibid.

¹³ Lettres à Solovine, 103.

Эйнштейн заостряет идею упорядоченного и познаваемого объективного мира против представления о его хаотичности и о субъективном характере его закономерностей. Можно было бы ожидать, говорит Эйнштейн, что мы вносим сами порядок в мир, порядок, аналогичный алфавитной расстановке слов в лексиконе. Этому представлению противостоит, например, закон тяготения Ньютона, соответствующий объективному каузальному порядку природы. Познание все больше углубляется в этот порядок, и его существование «...и есть „чудо“, которое все больше укрепляется с развитием наших знаний». Оно разбивает, продолжает Эйнштейн, позитивизм и догматическое представление о мире, лишенном „чудес“»¹⁴.

Ошибочность сближения ощущения такого «чуда» с религиозностью даже в чисто психологическом плане очевидна. Не менее очевидна логическая несовместимость такого сближения с подлинным смыслом идей Эйнштейна. Пафос науки, ее эмоциональная сторона, ее романтика вытекают из естественной закономерности процессов природы и познаваемости этих процессов; они исключают от ощущение некаузальной целесообразности бытия, которое лежит в основе всякой религиозности, в том числе даже и не связанной с идеей личного бога.

Четкость идейного водораздела между ощущением каузальной гармонии бытия и религиозным ощущением некаузальной «премудрости» мироздания смазывалась у Эйнштейна только непоследовательной терминологией. По существу же он не уступал ни одной пяди каузально объяснимого мира. Это видно не только из многочисленных высказываний, но — что гораздо важнее — из отношения Эйнштейна к современным физическим теориям.

Эйнштейн говорил, что его бог — это бог Спинозы. Поэтому для выяснения действительной позиции Эйнштейна по отношению к религии нужно вернуться к оценке смысла понятия «бог» у Спинозы.

Уже в XVII в. понимали, что Спиноза не оставил от бога ничего, кроме названия, и Спинозу проклинали в равной степени и защитники ортодоксальной религии — католической, протестантской и иудейской, — и все сторонники деизма. Его называли «князем атеистов». Якоби утверждал, что Спиноза не пантеист и не космотеист (это

¹⁴ См.: *Lettres à Solovine*, 115.

слово употреблял и Эйнштейн, он говорил о «космической религии»), а прямой атеист¹⁵.

Вольтер характеризует позицию Спинозы двусторонним, обращенным к богу:

Простите, — сказал он ему на ухо, —

Но я думаю, между нами, что Вы не существуете.

«Замечательно, — пишет Гейне, — как самые различные партии нападали на Спинозу. Они образуют армию, пестрый состав которой представляет забавнейшее зрелище. Рядом с толпой черных и белых клобуков, с крестами и дымящимися кадилъницами, марширует фаланга энциклопедистов, также возмущенных этим *renseur téméraire*. Рядом с раввином амстердамской синагоги, трубящим к атаке в козлиный рог веры, выступает Аруэ Вольтер, который на флейте насмешки наигрывает в пользу деизма, и время от времени слышится вой старой бабы Якоби, маркитантки этой религиозной армии»¹⁶.

Когда Эйнштейн характеризовал себя как «самого религиозного из неверующих» и говорил о «космической религии» и «боге Спинозы», он при несомненной словесной уступке религии не уступал ей ничего по существу и «бог» играл у него еще более формальную и словесную роль, чем у Спинозы. По существу Эйнштейн шел от Спинозы к Фейербаху, который заменил отождествление «*deus sive natura*» иным — «*aut deus aut natura*».

Фейербах был действительным наследником глубоко атеистического по своей сущности спинозовского рационализма и подлинным продолжателем наиболее важных, специфических и плодотворных тенденций рационализма XVII—XVIII вв. в целом. Он расшифровал объективный разум, «внеличное» *ratio* Вселенной как универсальную каузальную связь и этим исключил из науки фикцию целесообразно действующей воли. «То именно, что человек называет целесообразностью природы и как таковую постигает, есть в действительности не что иное, как единство мира, гармония причин и следствий, вообще та взаимная связь, в которой все в природе существует и действует»¹⁷.

¹⁵ *Jacobi. Werke*, v. IV. Leipzig, 1827, p. 247.

¹⁶ Гейне Г. Собр. соч. в 10 томах. М., 1958, т. 6, с. 74.

¹⁷ Фейербах Л. Избр. философ. произв. М., 1955, т. 2, с. 630.

Эта гармония мироздания вызывает у человека ощущение чего-то высшего, «надличного». Фейербах сохранил характерную для Спинозы эмоциональную окраску отношения к царящей в природе гармонии. «Одна из обыкновенных lamentаций религиозных и ученых плакальщиков по поводу атеизма состоит в том, что атеизм разрушает или игнорирует существенную потребность человека, а именно потребность его признавать и почитать что-нибудь, стоящее над ним, что именно поэтому он делает человека существом эгоистичным и высокомерным. Однако атеизм, уничтожая теологическое нечто, стоящее над человеком, не уничтожает тем самым моральной инстанции, над ним стоящей. Моральное высшее, стоящее над ним, есть идеал, который каждый человек себе должен ставить, чтобы стать чем-то дельным; но этот идеал есть — и должен быть — человеческим идеалом и целью. Естественное высшее, стоящее над человеком, есть сама природа...»¹⁸

Конспектируя «Лекции о сущности религии», Ленин по поводу приведенных строк занес в свои тетради:

«Атеизм (136—137) не уничтожает ни *das moralische Über* (=das Ideal), ни *das natürliche Über* (=die Natur)»¹⁹.

У Эйнштейна благоговейное отношение к естественной гармонии Вселенной не приобрело бы иррационального наименования «космической религии», если бы он прошел школу Фейербаха, но непосредственное восприятие философских доктрин у него ограничилось рационализмом Спинозы.

С идеями Спинозы были связаны не только ранние физические замыслы Эйнштейна, приведшие его к теории относительности. Эйнштейн черпал у Спинозы более общую тенденцию — поиски рациональной гармонии в природе и в обществе. Во второй половине жизни эти поиски стали у Эйнштейна весьма драматичными. В тридцатые — пятидесятые годы, стремясь создать единую

¹⁸ Там же, с. 609.

¹⁹ Ленин В. И. Полн. собр. соч., т. 29, с. 49. В скобках Ленин указывает страницы немецкого оригинала (*Feuerbach L. Sämtliche Werke*, Bd. 8. Leipzig, 1851). Слова, написанные по-немецки: *аморальное высшее* (=идеал) и *«естественное высшее* (=природу)».

теорию, охватывающую все физические закономерности бытия, Эйнштейн столкнулся с очень тяжелыми затруднениями. Вместе с тем он тяжело переживал трагическую игру иррациональных общественных сил. Он тянулся к образу и мировоззрению Спинозы, которые разгоняют в сознании людей мрачное ощущение бессилия разума перед наступлением этих иррациональных сил.

Этой мыслью начинается статья Эйнштейна о Спинозе — предисловие к книге Рудольфа Кайзера «Спиноза»²⁰. Впечатления иррациональной действительности вносят внутренний разлад в душу человека, который уверен в рациональной гармонии мироздания. «Поэтому так важно в наше время понять жизнь и борьбу выдающихся людей, сумевших выдержать душевный разлад и превозмочь его... Среди них один из самых великих — Бенедикт Спиноза. Он жил за три столетия до нас. Но духовная ситуация, которой противостоял Спиноза, в известном отношении напоминает современную ситуацию. В самом деле, Спиноза был глубоко убежден в универсальной причинной зависимости. Он был убежден в такой зависимости всех явлений во времени, когда успехи в фактическом обнаружении причинных связей были весьма скромными. Эта уверенность в существовании всеохватывающей причинной связи относилась не только к природе, но и к человеческим чувствам и действиям. Спиноза не сомневался, что иллюзия не входящей в каузальную гармонию мира свободной воли проистекает из незнания причин, действующих внутри человека. В изучении этой каузальной гармонии он видел средство против страха, ненависти и ожесточения, средство, единственно достойное мыслящего человека. Такое убеждение Спиноза подтвердил не только своими ясными, высказанными в отточенной форме мыслями, но и примером собственной жизни».

Познакомившись с жизнью Эйнштейна в тридцатые — пятидесятые годы, мы чувствуем автобиографический подтекст высказанного здесь интереса к идеям Спинозы. Мы видим, как автобиографический подтекст сливается с историческим: в середине столетия и история науки, и история общественной жизни заставляли людей обращаться к образу Спинозы. В эти позднейшие годы Эйнштейн видел,

²⁰ *Kayser R. Spinoza. Portrait of Spiritual Hero. Philosophical Library. New York, 1946.*

что выдвинутый им замысел универсального и единого каузального объяснения мироздания натолкнулся на невозможность однозначного экспериментального подтверждения. Эйнштейн выдвинул эту программу, «когда успехи в фактическом обнаружении причинных связей были весьма скромными» — во всяком случае недостаточными для реализации программы. Поэтому он и писал, что ситуация во времена Спинозы напоминает современную ситуацию.

Что же касается общественной жизни, то здесь внимание, интерес и симпатии к идеям Спинозы вызывались аналогичными причинами. Эйнштейн был убежден, что объективная каузальная связь общественных процессов должна привести к гармоничному устройству общества. Попытки выскочить из круга объективных закономерностей, волюнтаризм в общественной жизни, заклинания и насилие в противовес изучению, учету и применению каузальных закономерностей представлялись Эйнштейну чем-то глубоко враждебным его идеалам. Поэтому Эйнштейну был близок не только натурфилософский, но общественно-этический детерминизм Спинозы — «средство против страха, ненависти и ожесточения».

Вернемся к натурфилософским идеям Спинозы и рационализма XVII в. в целом. Какие выводы вытекают из представления об объективной гармонии мироздания для проблемы априорного и эмпирического происхождения научных понятий? Эта проблема связана, с одной стороны, с коренными, собственно гносеологическими вопросами, а с другой — со структурой физических теорий Эйнштейна и с критикой классической физики.

Наиболее глубокое и специфическое отличие рационализма XVIII в. состоит в его онтологических выводах. Суверенитет разума доказывается его способностью адекватного отображения мира; в мире царит объективное *gatio* — универсальная причинная связь процессов. Уже этот онтологический вывод противостоит мысли об априорном познании мира в целом. Но если природа объединена универсальной причинной связью, наука может, исходя из единых законов бытия, конструировать понятия, не следуя непосредственным наблюдениям. Она должна искать более глубокие соотношения, не зависящие от конкретных отдельных, быть может, субъективных наблюдений, и эти поиски могут приобрести форму геометрических теорем, извлекающих богатое содержание из неболь-

шого числа посылок. Но этот путь не означает признания априорных источников науки. Он означает лишь примат общих итогов наблюдения природы над частными наблюдениями и ведет к «жестокomu эксперименту», позволяющему выявить новые закономерности бытия.

Именно в этом и состояло наиболее важное содержание идей, почерпнутых Эйнштейном в учении Спинозы. Если в природе царит объективная гармония, то выражающие ее понятия не могут быть априорной рамкой для наблюдений.

Если в природе существует иерархия все более общих закономерностей, создающих гармонию мироздания и связывающих воедино все процессы, значит каждое конкретное эмпирическое наблюдение не раскрывает природы вещей, оно должно сопоставляться с системой логически связанных друг с другом понятий.

Если гармония мира состоит не в единообразии происходящих в нем процессов, если она не исключает сложности и противоречивости бытия, то логическое конструирование понятий, опирающееся на некоторые факты, может вступить в противоречие с другими фактами; последние могут оказаться парадоксальными, при их объяснении может понадобиться новая общая конструкция, парадоксальная по сравнению со старой.

Таким образом, рационализм Эйнштейна исключает как представление об априорном происхождении научных понятий, так и представление о науке как об упорядоченной записи непосредственных наблюдений.

Мы остановимся сначала на вытекающей отсюда ориентации Эйнштейна по отношению к некоторым философским направлениям, несколько позже — на выводах, сделанных им в отношении классической механики, термодинамики и электродинамики, и еще позже — на генезисе физических открытий Эйнштейна. Последние не могли быть сделаны без сознательного и последовательного отказа от концепций «упорядоченной записи» и от допущения априорных источников науки.

Таким образом, Эйнштейн заимствовал у рационалистов XVII в. онтологическую традицию, представление о *ratio* мира, о вселенской гармонии, которая включает парадоксы, «удивительное» и этим демонстрирует свою независимость от познающего духа. Такая онтологическая традиция означала неотделимость рационального, спеку-

лятивного, логического и математического постижения бытия от эксперимента, от сенсуальной компоненты познания.

Синтез математического и экспериментального постижения лежал в основе исходных научных стремлений Эйнштейна, реализованных (теория относительности) и нереализованных (единая теория поля). Специальная теория относительности лишила физической содержательности трехмерное пространство на том основании, что понятие одновременности не имеет абсолютного смысла: в физике не может быть эксперимента, демонстрирующего одновременность за пределами некоторой определенной системы отсчета. Специальная теория относительности сообщила физическую содержательность четырехмерному континууму: он представляет собой геометрическую схему *событий*, пребывания частиц в мировых точках, т. е. того, что в теории относительности рассматривается как нечто экспериментально регистрируемое.

В общей теории относительности синтез математики и эксперимента виден еще яснее. Геометрическое понятие — кривизна четырехмерного пространства, мера его отступления от евклидовых соотношений — отождествлено с тяготением, с экспериментально регистрируемой величиной, физической в собственном смысле величиной.

Необходимость эксперимента для перехода от одного математического понятия к другому и даже от одной системы аксиом и постулатов к другой системе при поисках ее физического смысла означает, что познающему разуму противостоит не его объективированное отображение типа абсолютного духа, а независимое от разума бытие. Независимое, но постижимое. Постижимое, иначе говоря, раскрывающее связь явлений, объективное *ratio*, несводимое к сумме эмпирических впечатлений и этим демонстрирующее свою независимость. Постижимость независимого от разума бытия была для Эйнштейна самой кардинальной проблемой мироздания. Она решается эволюцией рациональной схемы бытия под воздействием парадоксальных результатов опыта — «бегством от чуда», поисками такой максимально общей концепции, которая превращает парадоксальный факт в естественный логический или математический вывод теории.

Была ли такая тенденция у Декарта? Можно ли увидеть в эволюции картезианства и во всей эволюции ра-

ционализма XVII в. от Декарта к Спинозе мысль об *экспериментальных* поисках рациональной гармонии мира?

На первый взгляд, ответом на этот вопрос может служить простая ссылка на экспериментальные интересы Декарта и его учеников. Но на самом деле вопрос сложнее. Речь идет не о параллельном исследовании мира логико-математическими и экспериментальными методами, а об единстве, неразрывности, в известном смысле *тождестве* того и другого.

Постараемся показать, что экспериментальное исследование природы, каким оно стало в XVII в., — это неотъемлемая часть классической науки, выражение классического идеала науки и выражение основной коллизии картезианства и всего рационализма XVII в.

С этой коллизии и начнем.

Исходная идея Декарта — достоверность сомнения: можно во всем сомневаться, кроме существования самого этого сомнения. Отсюда — достоверность существования мыслящего субъекта: *cogito ergo sum*. Именно в этом состояло то ульмское озарение, которое Декарт отметил в своем дневнике («10 ноября 1619 г., охваченный энтузиазмом, я открыл основания поразительной науки»). В чем заключалась «поразительная наука» и как Декарт перешел к *науке*, т. е. к объективным констатациям о мире, исходя из достоверности субъективного *cogito*?

Гарантией достоверности служит ясность мышления. Это *рационалистическая* в собственном смысле гарантия. От нее еще далеко до эксперимента, гарантирующего достоверность, до *научной* гарантии, научной в собственном смысле. Эти два «собственных смысла» начинают сливаться, когда Декарт находит в объективном мире нечто обладающее такой же ясностью, как и *cogito*.

Присмотримся ближе к этому понятию. Ясность и достоверность мышления — результат его освобождения от в общем недостоверного и неясного содержания. Гарантия достоверности — сам процесс мышления, самый факт следования друг за другом различных состояний сознания. Содержание мыслей игнорируется; с ним понятие достоверности вышло бы за пределы сомневающегося сознания, ведь сомнение сменилось достоверностью, когда оно обратилось на самое себя, оставив в стороне сомнительное содержание, сомнительные внешние объекты и заполняющие сознание сомнительные утверждения о

внешних объектах. Но, приобретая таким образом ясность, мышление теряет отчетливость, оно теряет то, что отделяет одну мысль от другой, отдельные мысли не индивидуализируются, не различаются.

Во внешнем мире Декарт находит нечто столь же ясное и достоверное, как и *cogito*. И столь же опустошенное. Это протяженность тел. Их качественные предикаты, о которых мы узнаем с помощью органов чувств, сомнительны и эфемерны. Декарт их устраняет один за другим. Остается только протяженность, только тот факт, что тела существуют, а их существование сводится к тому, что они занимают некоторый объем в пространстве. Тела тождественны занятым ими местам, материя тождественна пространству, физика — геометрии.

Здесь в этой коллизии ясности картины мира (в ней нет чувственно постижимых качественных определений) и ее отчетливости (в ней нет границ, отделяющих каждое тело от окружающей среды) — основная апория картезианства. Декарт хочет ее разрешить. Это необходимо, чтобы перекинуть мост между достоверным миром тел, лишенных всего, кроме протяженности, и наблюдаемым многокрасочным миром. В этом и состоит задача эксперимента. Последний должен сорвать с природы обманчивые краски и обнаружить ее истинную сущность — движение бескачественных тел.

Именно такая задача характерна для эксперимента как основы классической науки, для эксперимента XVII—XVIII вв. Экспериментировали и раньше. Когда магнит завертывали в красную ткань, ожидая, что «царь камней», одетый в приличествующую царю пурпурную мантию, увеличит магнитную силу, это был перипатетический эксперимент, стремящийся обнаружить традиционные «симпатии», «антипатии» и «скрытые силы» в качестве внутренней подосновы явлений. Но подлинное новое экспериментальное естествознание ищет в качестве такой подосновы движение бескачественных протяженных тел. Оно *ищет* такое движение, последнее характерно для поисков, а не для находок. Позитивные достижения классического естествознания не могли устранить из картины мира качественные различия между телами. Атомистика XIX в., как и современная атомистика, углубившаяся в атом и изучающая элементарные частицы, не могла свести качественные различия к дислокации бескачественных субчастиц. Различия между химическими элементами и изото-

пами были сведены к группировке нуклонов и электронов, но и те и другие обладают большим числом свойств, несводимых к протяженности и, более того, противоречащих протяженности.

Тем не менее все время сохранялось картезианское по своим истокам (а в известном смысле и демокритовское) стремление получить в качестве последнего звена научного объяснения движущиеся и непроницаемые части гомогенной материи. Но применимо ли понятие положения, дислокации и движения к подобным объектам?

Декарт вводит понятие «движения в подлинном смысле», чтобы изолировать тело от окружающей среды и ввести в картину мира отчетливость, которой угрожает ясность картины. «Движение в подлинном смысле» отнесено к соседним телам, соприкасающимся с данным. Оно соответствует аристотелевскому движению корабля, стоящего на якоре в реке, и имеет относительный смысл: для Декарта в данном случае существенно взаимное смещение тел. Без такого смещения тела не индивидуализированы, не отделены одно от другого. От «движения в подлинном смысле» отличается «движение в общепринятом смысле», которое может быть отнесено к отдаленному телу.

Является ли «движение в подлинном смысле» аналогом современного понятия относительного движения? В какой мере картезианский релятивизм является историческим прообразом теории относительности?

В отрывке из «Начал философии», помещенном в этой главе в качестве эпиграфа, говорится, что движение тела отнесено к смежному телу, чтобы «приписать движению природу, которую можно было бы рассматривать в отдельности, *безотносительно к другим вещам*». Но это означает, что движению приписывается абсолютный характер. Движению данного тела? Нет, другое, смежное тело обладает таким же движением. Речь идет о движении как таковом, безотносительно к его направлению и скорости. Все движения равноценны по своей качественной функции, состоящей в индивидуализации тел. Это не абсолютное движение в смысле, приданном ему Ньютоном: движение отнесено к пустоте и может быть приписано *единственному* находящемуся в мире телу. Но это и не относительное движение, о котором идет речь в любой частной механической (принцип относительности Галилея — Ньютона) или физической (принцип Эйнштейна) задаче.

В таких частных задачах мы приписываем в условной форме неподвижность какому-то телу отсчета, а данное тело рассматриваем как движущееся. Потом в другой задаче в качестве неподвижного фигурирует другое тело, причем абсолютной неравноценности этих тел не существует. Аналогичным образом Декарт поступает, когда речь идет о «движении в общепринятом смысле». В этом случае движение может быть отнесено в принципе к любому телу отсчета, на любом из них может быть установлена система координат²¹.

Подобная конструкция — исторический прообраз современной концепции относительного движения. Нам легко провести параллель между картезианской относительностью «движения в общепринятом смысле» и относительностью координатного представления в теории Эйнштейна. Сложнее вопрос о «движении в подлинном смысле». Здесь мысль Декарта направлена не к проблеме *поведения* тела, его места и его перемещения, а к проблеме *бытия* тела, его индивидуализации, его неразтворенности в окружающей среде.

Но проблема бытия не могла быть решена в пределах картезианской физики. «Движение в подлинном смысле» предполагает то, что оно должно сделать представимым и физическим. Без качественного различия между телами само движение становится экспериментально нерегистрируемым, оно теряет свою сенсуальную постижимость, становится конструкцией разума, не физическим, а чисто геометрическим понятием. Для экспериментальной науки движение требует реальной границы между движущимся телом и сопредельными телами.

Движущееся тело отделено от окружающей среды качественным перепадом, исчезающей на границе весомостью, массой, непроницаемостью (в случае, когда тело окружено пустым пространством) либо изменением этих динамических свойств (если тело окружено веществом). Но если динамические и качественные отличия исчезают, то тождественная пространству материя становится гомогенной и приближается к тождественной себе, нерасчлененной субстанции Парменида. Она теряет при этом способность действовать на органы чувств, принципиальную экспериментальную постижимость. Физическая теория, сводящая

²¹ Ср.: *Tonnellat M.-A. Histoire du principe de Relativité*, p. 61—64.

наблюдаемые процессы к движению бескачественной материи, теряет «внешнее оправдание».

Она сохраняет «внутреннее совершенство» — связь с весьма общими принципами. Но не физическими, а математическими. Причем неподвижными: без вторжения «внешнего оправдания» — сенсуального постижения мира, нарушающего умозрительные каноны и изменяющего их, исходные принципы науки приобретают априорный характер.

Рационализм XVII в. вышел или по крайней мере стремился выйти из этой коллизии. В философии Спинозы нет ничего априорного, ничего, что выходило бы за пределы природы. Сама природа определяет свое бытие, свое многообразие, свою эволюцию. Она сама является своей причиной — *causa sui*. Она не только сотворенная (*natura naturata*), но и творящая (*natura naturans*). Как это ни странно, но основная трасса дороги к экспериментальному обоснованию фундаментальных принципов науки была указана мыслителем, который был дальше Декарта от эксперимента, дальше от позитивных физических знаний XVII в. и не имел в естествознании ни явных истоков своих идей, ни резонанса. Если природа сама творит себя, если бесчисленные модусы сотворенной природы, *natura naturata*, участвуют в творении мира, не ограниченном никакими априорными принципами, то изучение модусов — наблюдение явлений природы — способно обосновать самые общие принципы науки и, более того, поколебать их, модифицировать, изменить. Из принципиальной неаприорности законов природы вытекает принципиальная зависимость их установления от экспериментального изучения природы.

В этом случае «внутреннее совершенство» научной теории сливается с «внешним оправданием». Это две неотделимые стороны познания. Общие принципы, с которыми связана данная теория, — в конце концов экспериментальные принципы, опирающиеся на всю сумму реальных и принципиально возможных экспериментов. Частный *exregimentum stucis*, подтверждающий или отвергающий теорию, решающий вопрос о ее «внешнем оправдании», может стать исходным пунктом для поисков новых наиболее общих принципов.

Эволюция классического рационализма XVII в. — это эволюция от априорных принципов, которые действовали

в физике Декарта, но получали обоснование в его метафизике, к *causa sui* Спинозы, не оставляющей места ни априорным принципам, ни метафизике в ее дословном смысле — знанию о природе, не зависящему от физики, т. е. от наблюдений, экспериментов и их обобщения.

В философии Спинозы физика Декарта эмансипировалась от его метафизики. Но она тем самым изменилась.

В 1663 г. Спиноза написал изложение философии Декарта, к которому издатель, Людвиг Мейер, присовокупил согласованное с автором предисловие, где указаны основные отличия идей Спинозы от идей Декарта. Среди таких отличий — новая трактовка границ физического познания мира. У Декарта мыслящая непротяженная субстанция не вмешивается в поведение тел и это создает некоторую независимость физики от метафизики. Но само *бытие* тел и основные (не меняющиеся законы их поведения) для физики априорны, и в этом — граница физики.

Можно думать, что у Спинозы сама материальная субстанция, которая охватывает все бытие, отнюдь не однородна и бескачественна, но гетерогенна и именно поэтому активна. Такая гетерогенность субстанции выражена у Спинозы очень абстрактной, отнюдь не физической конструкцией. Спиноза приписывает субстанции два атрибута: мышление и протяженность. Но он приписывает ей и другие атрибуты, бесконечное число атрибутов. Идея бесконечного числа атрибутов вызвала недоумение уже у учеников Спинозы. По-видимому, она означает принципиальную возможность для тел обладать, помимо протяженности, другими атрибутами, которые пока еще не раскрыты. Это программа ликвидации основного противоречия картезианской картины мира. Только программа. Спиноза не говорит о том, *что* именно дополнительно, помимо протяженности, служит атрибутом субстанции. Идея бесконечного числа атрибутов субстанции — неопределенная и в основном негативная констатация: физические атрибуты субстанции не сводятся к протяженности.

Картезианское сведение физики к геометрии, свойств субстанции к протяженности ограничивает задачу науки анализом *поведения* тел. Философия Спинозы включает в науку анализ их *бытия*. В физике Декарта тела движутся равномерно и прямолинейно по инерции либо испытывают ускорения под влиянием толчков, вовлекаясь в вихревые движения, они дробятся и объединяются. Но субстан-

циальные и качественные трансмутации тел исключены. Гомогенная тождественная пространству материя не обладает отличным от пространства бытием, потеря которого была бы субстанциальным изменением (аристотелевым «фтора»). То, что отличает тело от пустоты, — это качественно *различные* предикаты — ведь именно их устранение привело Декарта к отождествлению вещества и пространства. Такое отождествление исключает и качественные изменения (аристотелев «аллоизис»).

Апория картезианской физики — неразличимость тел при их отождествлении с частями пространства, это апория релятивизма. Картезианского релятивизма, относящего движения тел к смежным телам. Относительность движения как изменения расстояний от отдаленных тел отсчета имеет физический смысл, если тела отделимы своими динамическими свойствами (непроницаемостью, массой, весом, зарядом) от окружающей их пустоты — это уже не картезианская концепция. Современный релятивизм — теория относительности Эйнштейна — представляет собой синтез концепции «движения в истинном смысле» и «движения в обычном смысле».

Действительно, у Эйнштейна исходное представление — релятивизм Галилея — Ньютона: система равномерно и прямолинейно движется в пространстве, и ее движение никак не влияет на поведение составляющих систему тел.

Поэтому движение состоит только в изменении относительного места системы — расстояний от этой системы до тел отсчета, которые принципиально равноправны. Дальше — расхождение. У Ньютона, кроме тел отсчета, движение может быть отнесено к самому пространству, к пустоте. В физике эфира пустота занята эфиром, но это уже переходная концепция; в ньютоновой картине мира тела движутся в пустоте. Но вернемся к ньютонову релятивизму. Уже здесь мы видим различие между концепциями Ньютона и Эйнштейна. У Ньютона относительное движение — это движение, отнесенное к телам, но движущееся тело отнюдь не обязано соприкасаться с телами отсчета. Изменяются расстояния, координаты не являются линейками, так же как ньютоново время, — это отнюдь не ход часов, вообще это совсем не физический процесс. В этом смысле у Ньютона, как и у Аристотеля, место корабля может быть отнесено к отдаленному берегу.

У Эйнштейна версия «движения в общепринятом смысле» как будто сохраняется. Движение Земли отнесено к неподвижному Солнцу или к отдаленным неподвижным звездам. И тем не менее координаты всегда обладают действительным физическим смыслом. Когда Эйнштейн рисует систему координат как твердое тело, которое мы можем продолжить как угодно далеко во все стороны, до соприкосновения с движущимся телом, или же приделывает к твердому телу сколь угодно длинные линейки, эта воображаемая возможность отнюдь не условная апелляция к воображению. Во всяком случае не только апелляция к воображению, хотя неограниченно продолженное твердое тело и линейка — воображаемые вещи. Воображаемой здесь служит *механическая* схема, а не *физическая* содержательность пространственных и временных интервалов. Эти интервалы меняют свою величину в зависимости от движения системы, а в общей теории относительности они приобретают кривизну, в чем и состоит гравитационное поле.

Но этого мало. В теории относительности пространственные и временные отрезки сливаются и становятся четырехмерными мировыми линиями, т. е. эвентуальными или реализованными движениями частиц.

В этом смысле теория относительности — некоторый возврат к «движению в подлинном смысле», к картезианскому релятивизму. Возврат совсем не простой: механический образ прилегающих тел, гарантирующий у Декарта физический смысл движения, заменен пространством эвентуальных соприкосновений. Но это уже не пространство механики, тождественное гомогенному веществу — у Декарта, и пустое, служащее, по выражению Бейля, «наемной казармой» для тел — у Ньютона.

Это пространство, заполненное не гомогенной, тождественной себе субстанцией и не лишенной субстанции «небытие»; оно заполнено различными нетождественными физическими событиями и процессами, это — *физическое поле*.

Эйнштейн и Ньютон

Прости меня, Ньютон; ты нашел единственный путь, возможный в твоё время для человека величайшей научной творческой способности и силы мысли. Понятия, созданные тобой, и сейчас еще остаются ведущими в нашем физическом мышлении, хотя мы теперь и знаем, что если мы будем стремиться к более глубокому пониманию взаимосвязей, то мы должны будем заменить эти понятия другими, стоящими дальше от сферы непосредственного опыта.

Эйнштейн

Как изменяется в неклассической ретроспекции, в свете идей Эйнштейна оценка научной революции, создавшей классическую науку? Такая оценка выходит далеко за рамки истории науки. Она служит основой для решения крайне насущных проблем современности. Здесь мы можем следовать за самим Эйнштейном. Для него творчество Ньютона — исторический триумф разума. Статью «Исаак Ньютон», написанную к трехсотлетию рождения английского мыслителя, Эйнштейн начинает словами:

«Несомненно, что разум кажется нам слабым, когда мы думаем о стоящих перед ним задачах; особенно слабым он кажется, когда мы противопоставляем его безумству и страстям человечества, которые, надо признать, почти полностью руководят судьбами человеческими как в малом, так и в большом. Но творенья интеллекта переживают шумную суету поколений и на протяжении веков озаряют мир светом и теплом»¹.

«На протяжении веков...» Можно быть уверенными, что такова будет участь творчества Эйнштейна, которое отнюдь не заслоняет света и тепла, излучаемого идеями Ньютона, и само не будет заслонено открытиями после-

¹ *Эйнштейн*, 4, 78.

дующих веков. В чем же основа такого бессмертия творений разума, в чем инвариантная основа излучаемого ими света и тепла? Прежде всего, — в необратимости познания, в том, что творения разума могут быть уточнены и модифицированы сколь угодно радикально, но наука уже не может отказаться от них, вернуться назад. Это не бессмертие неподвижной статуи, это подлинное живое бессмертие. Понятие инварианта неотделимо от понятия преобразования; то общее и сквозное в интеллектуальной деятельности человека, что дает эмоциональный эффект, приносит ощущение света и тепла грядущим поколениям; это поиски нового, трансформация картины мира. Для Эйнштейна Ньютон не был апостолом окончательных истин в последней инстанции (как в приводившихся строках Попа: «Природа и ее законы были покрыты мраком, бог сказал: «Да будет Ньютон!», и все осветилось...»). Революционная, ищущая, трансформирующая тенденция творчества Ньютона и всей классической науки в целом становится более отчетливой при сопоставлении с современным преобразованием картины мира, в свете переоценки (отнюдь не обесценивания) научных идей Ньютона, переоценки, вытекающей из идей Эйнштейна. До такой переоценки гелиоцентризм, идея инерции, понятие силы, исчисление бесконечно малых, дифференциальная концепция движения от точки к точке и от мгновения к мгновению — все эти компоненты классической науки не казались революцией и уже вовсе не казались этапом единого, необратимого и незавершенного процесса приближения картины мира к ее неисчерпаемому оригиналу. Мысль о подобном процессе высказывалась не раз, но она не могла поколебать распространенного вплоть до начала XX в. убеждения в непоколебимости фундаментальных классических основ науки. В те времена история науки напоминала строки Попа, она говорила об озарении, открывшем законы мироздания, и о неизменности открытых законов. Если к такому озарению применить термин «научная революция», то смысл его будет отличаться от современного: сейчас, как бы ни определяли научную революцию, в ней видят не столько завершение поисков, сколько более интенсивное и радикальное продолжение неизбывной и необратимой трансформации знаний о мире. Теперь, исходя из современной неклассической ретроспекции, мы ищем аналогичные

черты в науке XVI—XVII вв., позволяющие говорить о произошедшей в этот период революции. Идеи Эйнштейна оказываются исходным пунктом нового взгляда в прошлое, новых историко-культурных, историко-научных и историко-философских оценок классической картины мира. Ее классицизм стал более условным, а ее революционный характер — более заметным. Он представляется сейчас весьма общим, интегральным, означающим не только трансформацию отдельных, отраслевых и частных, физических, астрономических, биологических и т. п. знаний, но и трансформацию самих методов, логических норм, общих канонов познания, того, что называют аксиоматикой науки. Это требует некоторой конкретизации и модификации самого понятия научной революции. Интегрализации этого понятия, указания на трансформацию логики познания, того, что объединяет науку данной эпохи. Ее объединяют повторяющиеся в каждой области научного познания каноны, образующие основные, в наибольшей степени сохраняющиеся при переходе в новую область методы и аксиомы познания, элементы «парадигмы» Томаса Куна. Сейчас, однако, центр тяжести в определении научной революции переносится на другое — на трансформацию парадигмы, которая требует уже не только исторического анализа каждой эпохи в истории познания, но и историологического анализа, выходящего за рамки эпох, определяющего познание в целом — определяющего историологические *инварианты познания*.

В истории познания мы встречаем междисциплинарные преобразования (то, что изменяется при переходе из одной отрасли науки в другую) и междисциплинарные инварианты (субъект преобразования — то, что сохраняется при переходе). Далее мы встречаем историко-научные инварианты сдвигов во времени, инварианты перехода из одной эпохи в другую. Анализ этих инвариантов образует общую теорию научного познания. Исследование научной революции XVI—XVII вв. как гносеологического феномена с современной точки зрения при сопоставлении классической науки, возникшей в результате указанной революции, с научной революцией XX в. опирается на историологию познания, связывающую историю научной революции с историей познания в целом.

Подобная связь делает понятие научной революции интегральным понятием. В историко-научной литературе

термин «революция» часто применяется к очень крупным, но все же не охватывающим науку данной эпохи в целом открытиям и обобщениям. По большей части они заслуживают такого названия. Но когда речь идет о научной революции как этапе общей истории познания, о научной революции как гносеологическом феномене, имеется в виду трансформация того общего междисциплинарного инварианта, который определяет созданную данной эпохой картину мира как целое.

Выше, в специальном очерке, уже говорилось о необратимости познания и о его *сильной необратимости*. Последняя характеризует научные революции: в революционные периоды стиль научного мышления, воздействие науки на общий характер культуры, эффект науки зависят в явной форме от самого движения науки, каждый ответ науки на поставленный вопрос модифицирует этот вопрос, вызывает новые вопросы; вопрошающий аккомпанемент научного развития не замолкает. Для революционной ситуации в науке характерен экспериментальный результат, явно требующий новых исходных принципов, которые охватывают все мироздание, но находящий их лишь в порядке предварительной интуиции, ищущий внутреннего совершенства, фиксирующий на первых порах не столько однозначные ответы, сколько адресованные мирозданию вопросы, демонстрирующий в рамках *теперь* вопрошающую компоненту познания, его необратимое движение к истине. Таким экспериментом или наблюдением были в XVI в. эллиптические орбиты планет, а в начале XX в. — независимость скорости света от движения системы, в которой она измеряется. Аналогичную, революционную ситуацию создает универсальная идея, которая еще не находит внешнего оправдания и толкает вперед экспериментальное исследование, демонстрируя необратимое движение к истине. Подобные поиски преобразуют логику познания, логические нормы, это служит условием парадоксализации самых общих представлений о мире. Именно такие представления — их можно назвать металогическими — имел в виду Лаплас, когда он говорил, что разуму легче двигаться вперед, чем погружаться в самого себя. Такие погружения разума в самого себя ведут к сопоставлениям *раньше* (давно установленных фундаментальных принципов) и *позже* (новых принципов, внешнее оправдание которых еще впе-

реди); и подобное сопоставление стягивает *раньше* и *позже* в *теперь*, демонстрируя сильную необратимость познания.

Представление о научной революции как о периоде сильной необратимости познания, связанное с трактовкой научной революции как гносеологического феномена, как этапа в развитии познания в его целом, позволяет, по-видимому, несколько дополнить понятия парадигмы и инварианта познания. Оба эти понятия исходят из некоторой тождественности *позитивных утверждений*. Инвариант — понятие, возникшее в математике, — получил весьма общий, во всяком случае, общезначимый смысл, когда Эмма Нётер связала его с понятием сохранения физических величин. Можно думать, что указанное понятие получит еще более общий смысл, в том числе гносеологический. При этом на передний край выступает понятие, связанное с сохранением, но в известном смысле противоположное ему — преобразование позитивного *ответа* при сохранении *вопроса*. Сохраняющийся вопрос, «вопрошающий инвариант», особенно важен в случае научной революции, когда позитивные парадигмы меняются радикально, настолько радикально, что сохраняется лишь вопрос, на который *раньше* давали один ответ, а *позже* — другой. В период научной революции ответы меняются очень быстро и явно, на глазах того же поколения, в наше время — подчас в течение выхода нескольких последовательных номеров физического журнала. Это делает более явным сохранение сквозного вопроса. Его сохранение — это конкретизация, иллюстрация, вывод из основной черты познания как целого, из основной посылки теории познания. Сохранение, в качестве преемственного содержания науки, вопросов, которые каждая эпоха получает от предыдущей и переадресует следующей, все это говорит о бесконечности познания, о его историческом приближении к неисчерпаемой абсолютной истине.

Сейчас придется ввести некоторые ограничения в указанное разграничение позитивных и «вопрошающих» инвариантов. Речь шла о неисчерпаемости объекта науки, о бесконечном приближении познания к его действительному объекту. Но является ли такое приближение необратимым? Понятие необратимости указывает на гносеологическую ценность позитивных *ответов*, их сохранение

в самых радикальных научных революциях. Если отрицать истинность позитивных ответов, если свести научные революции к сохранению вопросов и представить такие революции чем-то вроде катастроф, якобы стирающих с лица Земли все старое, то мы приходим к абсолютному релятивизму, к представлению об истории познания как истории заблуждений. Вопрос «как устроен мир?» как будто может сохраняться даже в такой истории. На самом деле, сохранение вопроса, неисчерпаемость познания неотделима от его поступательного и необратимого движения. Вопрос «как устроен мир?» сохраняется, модифицируясь, именно потому, что он получает в каждую эпоху приближенно правильный ответ, хотя и неокончательный, не закрывающий прогресса науки. Вопросающая компонента науки неотделима в этом смысле от позитивной. Возьмем вопрос, который перешел из перипатетической науки в классическую: «почему тела продолжают двигаться после получения толчка?». Вопрос мог сохраниться лишь при условии некоторых накопленных в течение древности и средневековья необратимых констатаций и обобщений. Присмотримся к написанной только что вопрошающей фразе. В ней каждое слово — итог необратимых, навсегда вошедших в науку позитивных итогов опыта и логического мышления. Слово *почему* — итог длительного и необратимого отказа от некаузального мышления, и как бы ни менялись представления о причинности, то, что стоит за этим словом, не может быть отринуто. Слово *тела* — итог наблюдения, приведшего к заключению о дискретности мира. Слово *продолжают* могло приобрести смысл только в результате накопления наблюдений, которым противостояло обычное прекращение движения, в результате появления абстрактного образа тела, предоставленного самому себе, и бесконечного движения, не встречающего препятствий. Слово *толчок*, обозначающее универсальную причину движения, могло фигурировать в заданном вопросе после необратимой позитивной констатации — обобщенного отказа от нематериальных источников движения.

Классическая наука могла адресовать будущему тот же вопрос в иной форме, которая включала понятия предоставленного себе, т. е. находящегося вне силовых полей, тела, движения как состояния (Галилей), прямолинейной инерции (Декарт), инерционных сил (Нью-

тон). Без этих понятий и образов Эйнштейн не мог бы ответить на вопрос ссылкой на особенности пространства, на его геометрические свойства, на его евклидовость или неевклидовость.

Подобных примеров можно было бы назвать сколько угодно. Они показывают, что вопросы науки без сопровождающих и формирующих позитивных утверждений не могут быть заданы и уже хотя бы поэтому не могут стать звеньями исторически развивающегося познания. Вся история науки демонстрирует невозможность сформулировать вопрос без определенных ответов, причем ответов, образующих необратимый ряд. «Вопрошающая» компонента познания и его «отвечающая» компонента — основные характеристики познания. Познание движется вперед в силу сохранения неисчерпанного каждый раз вопроса. Познание в целом движется вперед, «время познания» необратимо, потому что ответы науки сменяются новыми не в порядке катастроф Кювье, а в порядке возрастающей точности отображения объективной действительности.

Из указанного характера научной революции, из сильной необратимости процесса смены конкретных форм, в которые облачается сквозной вопрос о структуре мира, из постоянной в рамках научной революции связи и борьбы между *раньше* и *позже* следуют некоторые выводы о хронологических рамках научной революции, создавшей классическую науку. *Раньше* в данном случае означало господство перипатетических идей и выведение законов бытия из неподвижной схемы центра мироздания, его границ и «естественных мест». *Позже* означало обладавшую высоким внешним оправданием и внутренним совершенством науку XVIII—XIX вв. Между ними полутора-двухвековая полоса поисков нового внешнего оправдания и внутреннего совершенства, борьба старого, еще не ликвидированного, и нового, еще не достигнутого, полоса, когда старое и новое сливались в борьбе и превращали каждое *теперь* в арену борьбы. Подобная общая характеристика науки XVI—XVII вв. подводит при своей исторической конкретизации к выделению последовательных этапов научной революции.

Ее первым этапом было Возрождение. Высокое Возрождение — культура XVI в. В этот период перипатетическая наука еще не ушла в прошлое, она претерпевала

внутреннюю трансформацию, культура Чинквеченто включала «аристотелевский ренессанс», развивалась и искала новые аргументы философия Аверроэса. Авероизм, как и неоплатонизм, испытывал глубокую инверсию понятий, акцент переносился на живую подвижную материю, которая порождает меняющиеся формы, старая схема неподвижной гармонии бытия оказывалась уже в тени. Изменилось отношение к античным авторитетам, их критиковали, а защитники Аристотеля не отказывались от новой интерпретации перипатетических текстов. Перипатетическая картина мира теряла свою каноничность. Она еще была жива, натурфилософы XVI в., даже объявляя себя противниками перипатетики, зачастую не выходили за рамки комментирования Аристотеля. Перипатетика была прошлым, но прошлым, еще сохранявшимся в настоящем. Аналогичным образом *позже*, новое представление о мире, классическая наука оставались будущим, входящим в настоящее, борющимся с *раньше*, с прошлым, в рамках *теперь*. Прикладная механика уже накопила внешнее оправдание для новых оснований картины мира, но встречающая тенденция — разработка таких оснований — делала только первые шаги в рамках натурфилософии XVI в. Стиль научного мышления XVI в. был чрезвычайно своеобразным. Мыслитель Чинквеченто как бы спрессовывал в своем сознании временные пласты. В этом отношении научная мысль следовала за культурой предыдущего столетия и Проторенессанса. Уже у Данте спрессованное время выражалось не только в структуре «Божественной комедии», где автор беседует с людьми предшествующих веков, но и в самом содержании, в идеях великой поэмы — сплава средневековых реминисценций и ренессансных прогнозов.

Но была ли наука Возрождения наукой? Имеем ли мы право говорить о *научной* революции в XVI в.? По-видимому, будет вполне законным ответить на этот вопрос утвердительно. В рамках Возрождения система каузальных представлений о мире, опирающихся на логический анализ и эксперимент, еще не выделилась из моральных и эстетических представлений и высказывалась по преимуществу в натурфилософской форме. Но с этой формой, с эстетикой, моралью и натурфилософией были тесно связаны собственно научные открытия, такие, как система Коперника или подвиг Колумба. Само выделение

науки как автономной компоненты культуры было результатом революции в воззрениях на мир, на его познание. Современное представление о науке как о системе, освободившейся от внешних критериев, возникло на основе того, что было сделано в XVI в. Когда речь идет об этих временах, некоторое обобщение понятия науки соответствует ее реальному положению в культуре Возрождения. Известный фрагмент «Диалектики природы», где Энгельс рисует возникновение современного естествознания в рамках Чинквеченто, начинается общей характеристикой культуры Возрождения, а затем показано *непрерывное* развитие науки, последовательно обретающей современную форму².

Конец XVI в. и начало XVII в. особенно отчетливо демонстрируют сильную необратимость процесса познания. Возьмем творчество Джордано Бруно. В нем очень много от неоплатонизма, от Николая Кузанского и от итальянской натурфилософии XVI в. И вместе с тем многое принадлежит XVII в. — хотя бы четкая формулировка того, что вошло в науку как принцип относительности Галилея—Ньютона. Но есть более разительный пример сильной необратимости — два основных сочинения Галилея: «Диалог» и «Беседы». Первая из названных работ еще тяготеет к ренессансному стилю мышления и изложения, вторая — ближе к ньютоновым «Началам». Есть даже еще более яркая иллюстрация: в тексте самого «Диалога» мы наблюдаем сближение *раньше* (ренессансной натурфилософии) и *позже* (механики Нового времени). Они сближаются в объединяющем их *теперь*. Во всей современной «Диалогу» культуре трудно найти более убедительный аргумент для наименования начала Нового времени Постренессансом... Постренессанс и был хронологической рамкой второго этапа научной революции.

Третий этап научной революции (взятой в качестве гносеологического феномена как этап познания Вселенной в ее целом) — картезианская физика, а четвертый — динамизм Ньютона. Эти этапы сохраняют основную особенность первого, ренессансного этапа — спрессованность предреволюционного стиля мышления и стиля, характерного для послереволюционной классической науки

² См.: Маркс К., Энгельс Ф. Соч., т. XIV, с. 475—492.

XVIII—XIX вв. Спрессованность во времени и борьбу этих *раньше* и *позже*. Но здесь такая спрессованность характеризует не только стиль научного мышления и изложения научных идей, но и содержание основных физических концепций, различие которых, собственно, и создает основу для разделения научной революции XVI—XVII вв. на этапы. Указанные концепции были модификациями одной, общей для Возрождения, Постренессанса, картезианской физики и ньютонова динамизма физической идеи — центральной физической идеи научной революции XVI—XVII вв. Но и сама эта идея — физической инвариант классической физики — была модификацией еще более общего принципа — физического инварианта всей исторической эволюции познания, включая античную картину мира и современную квантово-релятивистскую, неклассическую науку.

Мы вернулись, таким образом, к единому, охватывающему все последовательные эпохи развития науки историологическому инварианту. Теперь, однако, нужно найти связь между историческими, эпохальными инвариантами, сохраняющимися в парадигму каждой эпохи, и сквозным, историологическим инвариантом познания — сквозной физической проблемой от *Physis* Аристотеля до прогнозируемого в настоящее время дальнейшего развития идей Эйнштейна.

Такой сквозной физической проблемой является проблема однородности и неоднородности мира, его изотропии и анизотропии. Физика и космология Аристотеля были теорией радиально-изотропного пространства (все радиальные направления от Земли к небу — равноценны), но это пространство — неоднородно, оно включает неподвижный центр, неподвижные границы и неподвижные естественные места, на которые натянуто абсолютное пространство с привилегированной системой отсчета.

Научная революция XVI—XVII вв. была победой новой концепции однородности и изотропности мира. Переход был необратимым: такие, казалось бы, фундаментальные основы классической науки, как абсолютное пространство и абсолютное время, могли не сохраниться и не сохранились в дальнейшей эволюции познания, да и в XVII в. они не были общепризнанными, но в новой картине мира было нечто, от чего познание уже не могло отступить. Таким был переход от однородности прост-

ранства к однородности пространства-времени. Фикция физической реальности пространства, лишённого временной длительности, мысль о чисто пространственной и «мгновенной» картине мира, от которой отказалась наука XX в., в XVI — XVII вв. не исчезла, но перестала играть роль междисциплинарной парадигмы: то, что переходило из механики в другие отрасли знания, отражало необратимую компоненту классического представления о мире — идею мира как системы *движений*. Всю историю классической науки, начиная с ее революционного дебюта и вплоть до неклассического эпилога, можно представить как последовательное усложнение картины относительных движений, усложнение, включавшее в эту картину новые и новые детали. С этой точки зрения теория относительности Эйнштейна была завершением и продолжением классической науки в ее необратимом вкладе в эволюцию. Таково вообще отношение новой науки к *необратимому* содержанию старой. Сама классическая наука с ее идеями инерции и однородности пространства, с принципом относительности Галилея—Ньютона была продолжением необратимого содержания античной, перипатетической физики и космологии — представления об изотропности и (с некоторыми оговорками) однородности пространства. У Аристотеля оно было однородным только на сферических поверхностях, концентрически окружавших центр мироздания; здесь движения небесных тел были относительными и проходимые ими пути не включали привилегированных точек. Коперник обобщил понятие относительного движения, лишив мироздание привилегированной системы отсчета, привязанной в античной космологии к неподвижной Земле. При этом абсолютный центр мира был перенесен на Солнце. Это типичная ситуация научной революции: старая идея уже подорвана, наука пошла дальше, но старое еще не ушло в прошлое, революция продолжается, старое остается в новом, между старым (*раньше*) и тем, чему принадлежит будущее (*позже*), еще не образовался временной интервал. Это — демонстрация сильной необратимости познания.

Второй этап научной революции приводит к понятию инерции. В этом — главный вклад космологии и механики Галилея в необратимую эволюцию картины мира. Но прошлое еще не стало подлинным прошлым, оно находится еще в *теперь*. Инерция Галилея еще не порвала

связи с круговыми относительными движениями на сферах аристотелевой космологии. Небесные тела, представленные самим себе, движутся по круговым орбитам. Прямолинейное движение по инерции — открытие Декарта. Это основной вклад картезианской физики в необратимое развитие познания. Но этот новый импульс, который дан научной революции на ее третьем, картезианском, этапе, не может стать основой завершения революции, создания относительно устойчивой и однозначной картины мира. Прямолинейное движение по инерции может объяснить движение по круговым орбитам и всю сумму наблюдаемых фактов с помощью ряда введенных *ad hoc* искусственных гипотез. Картезианская физика была явным образом лишена внутреннего совершенства. Завершением научной революции XVI—XVII вв. был ее четвертый этап — динамизм Ньютона, понятие силы, «Математические начала натуральной философии».

Конечно, такая периодизация научной революции крайне схематична и противоречащие ей исторические факты нетрудно найти. Но в данном случае схематизм вытекает из объективной «антипериодичности» науки XVI—XVII вв. Она сопротивляется периодизации в силу своего основного определения. Периодизация всегда исходит из различия *раньше* и *позже*, из временного интервала между ними. Но такой интервал был создан лишь на исходе XVII в., когда прошлое стало достоянием истории, подлинным прошлым, будущее стало содержанием прогнозов, подлинным будущим, а позитивное содержание науки отгородилось от того и от другого своей претензией на полную достоверность, своей подлинной, а иногда иллюзорной однозначностью.

К этому следует добавить несколько слов о той полосу сравнительно органического развития науки, которая началась после «Начал». Нельзя думать, что эпитет «органическое» исключает борьбу направлений. Достаточно напомнить, с какой энергией картезианство в XVII в. восставало против своего перемещения из науки в ее историю. Органичность эволюции состояла в том, что открытые экспериментом новые области находили внутреннее совершенство на основе уже установившейся аксиоматики без трансформации последней. В XIX в. имел место ряд открытий, выявивших специфические закономерности сложных форм, движения, несводимые к зако-

нам механики. Оказалось, законы термодинамики, электродинамики, атомистической химии, эволюционной биологии не укладываются в общие схемы. Тем самым исчезла концепция полной сводимости законов бытия к законам классической механики. Но эти революционные акты не трансформировали ни содержания законов механики, ни логических норм науки и не приводили к общей научной революции. До поры до времени. На рубеже XIX в. и XX в. электродинамика вступила в противоречие с законами механики. Требование внутреннего совершенства новых представлений об электромагнитном поле привело к новому взгляду на соотношение пространства и времени, и это было началом новой общей научной революции.

Исходным пунктом теории относительности был конфликт между выводами классической механики и выводами классической электродинамики. Чтобы найти исторические antecedенты этого конфликта, исторические корни идей Эйнштейна в классической науке, следует остановиться на имеющихся в ньютоновых «Началах» истоках механики и истоках теории поля. Истоки того и другого — это две задачи, которые Ньютон поставил перед исследованием природы. Первая из этих задач — по заданным силам определить движение тел, вторая — по заданному распределению тел определить действующие на них силы. Если первая задача получила сравнительно полное решение, то вторая, т. е. первоначальная форма теории поля, при своем решении, включавшем закон тяготения, содержала некоторую принципиальную нерасшифрованность понятия силы. Она и не могла быть расшифрована однозначным образом и здесь — корни того, что получило название физики принципов, противопоставленной физике моделей. В третьей книге «Начал» Ньютон поместил «Правила философствования» (*Regula philosophandi*), где излагается «индуктивный метод» с явной антикартезианской тенденцией, вызывавшей в Англии множество панегириков. Об «индуктивном методе» вообще писалось немало, но сейчас, в свете современной науки и эйнштейновской концепции критериев выбора физической теории, можно взглянуть по-новому на соотношение эмпирических и относительно априорных корней познания. При этом уточняется историческая оценка бэконовского и ньютоновского индуктивизма.

Подойдем к «Regula philosophandi» Ньютона с точки зрения перехода от одного этапа научной революции к другому — от картезианской кинетической физики к динамической картине мира. И Декарт, и Ньютон шли от наблюдений к весьма общим умозаключениям. Первый это делал с акцентом на логическом выведении, на том, что через три столетия Эйнштейн назвал внутренним совершенством. При этом Декарт не слишком заботился об однозначности частных объяснений. Ньютон ставил акцент на внешнем оправдании и старался не включать в механику неоднозначные гипотетические модели, хотя и не раз, особенно в оптике, изменял своему заклятью. «Физика принципов» Ньютона без кинетических гипотетических моделей открывала дорогу феноменологическим понятиям, из которых главным оказалось понятие силы. Сила была объектом строгого математического анализа и вместе с тем объектом количественного эксперимента. Математика и эксперимент здесь встречались, и при этом достигалось некоторое согласие внешнего оправдания и внутреннего совершенства физической теории. Тем самым гарантировалась их однозначная достоверность; относительные истины в большей мере совпадали по направлению с необратимой эволюцией, направленной к абсолютной истине. Другое дело, что отказ от кинетической расшифровки силы абсолютизировался и это давало основание для справедливой критики ньютоновских индуктивистских претензий.

Но здесь в игру вступало сохранение вопрошающего инварианта познания, сохранение вопроса о происхождении силы, о дальнейшей расшифровке силы как причины движения, которую Ньютон сделал конечным пунктом анализа, определив ее и измерив феноменологически. Здесь и начались те дефекты внутреннего совершенства классической физики, которые перечислил Эйнштейн в своей автобиографии (для этого и были там введены указанные понятия внешнего оправдания и внутреннего совершенства) и которые были основанием для перехода к неклассической картине мира.

Там, где Ньютон отходил от приложенной к телу заданной силы и переходил к ее происхождению, сразу же появлялись неоднозначные, противоречивые, явно неудовлетворительные понятия первого толчка, действия на расстоянии, а также понятия абсолютного простран-

ства и времени. Они появлялись вместе с попытками отказаться от дальнейшего анализа, ведущего к гипотетическим построениям, но сейчас, когда мы знаем, как в действительности были решены наметившиеся коллизии, нас интересует их гносеологическая характеристика. Она состоит в следующем. Однозначность ньютоновых законов (сохранившихся в классической аппроксимации в качестве «ограниченно годных» и поныне) свидетельствует об исторической необратимости познания, о необратимости и растущей точности результатов познания. То, что называют «шуйцей» Ньютона, — неоднозначность в оптике, в проблеме действия на расстоянии, первого толчка и т. д. — демонстрирует продолжение познания, его неисчерпаемость, сохранение вопросов как инварианта познания. В этом — основной гносеологический итог ньютоновского динамизма. Когда вопрос: «почему тело движется?» перешел в вопрос: «что такое сила?», он не был снят, он сохранился в более сложной форме.

Нельзя рассматривать в качестве итогов научной революции XVI—XVII вв. только позитивные констатации, прочно вошедшие в науку. Выше уже говорилось о неопределимости позитивных ответов, гарантирующих необратимое направление научного прогресса, и нерешенных вопросов, гарантирующих дальнейшее движение в этом направлении. Это соотношение можно видеть в истории закона всемирного тяготения. Он был ответом на вопрос, поставленный открытием эллиптического движения планет. После открытия эллиптической формы орбит, после законов Кеплера возникла столь характерная для научных революций коллизия: внешнее оправдание, наблюдения Кеплера, не могли быть логически выведены из картины мира, сложившейся в первой половине XVII в. Ни система Галилея, не включавшая тяготения и исходившая из круговых движений планет, ни вихри Декарта не могли, естественно, без выдвинутых *ad hoc* искусственных конструкций обосновать законы Кеплера. Их объяснением была концепция Ньютона. Но далее понадобилась более общая перестройка науки. Позитивная и однозначная концепция тяготения была создана только в XX в. Общая теория относительности объяснила с высоким внутренним совершенством и равенство тяжелой и инертной массы и ряд других, чисто феноменологических посылок теории тяготения. Действие на расстоянии, явно

несоединимое с физикой Декарта, после попыток исключить его различными искусственными гипотезами типа давления эфира, держалось вплоть до Эйнштейна, введшего представление о воздействии тяжелого тела на геометрию окружающего пространства. Сам Ньютон колебался между ссылками на материальный механизм передачи сил тяготения и на нематериальный агент. Именно такие колебания, такой адресованный будущему вопрос был существенным итогом научной революции XVI—XVII вв.

Уже в XVIII в. широко дебатировался другой, уже упоминавшийся вопрос — о первоначальном толчке, объясняющем тангенциальную составляющую движения планеты по орбите. Ньютон приписал первоначальный толчок богу и говорил, что движение планет — это «перегородка, отделяющая друг от друга природу и перст божий». Кант назвал такую мысль «жалким для философа решением вопроса» и приписал первоначальный толчок, т. е. начальные условия системы движущихся тел, вращению первичной туманности. Такой выход за пределы данной динамической задачи стал чрезвычайно мощным методом построения единой космогонической и космологической системы.

Все сказанное приводит к некоторому общему выводу: «пятна на Солнце» ньютоновой механики — это результат сравнительной неразработанности проблемы происхождения сил, их зависимости от распределения масс. Иначе говоря, — отсутствие концепции силового поля. Вторая задача Ньютона, о которой он говорил в «Началах», — определение сил по пространственному распределению масс, теория тяготения без его физической расшифровки и с фактической презумпцией действия на расстоянии — все это *начало* теории поля, но начало, еще несущее родимые пятна старого, новые понятия, еще не отделившиеся от старых, наблюдения, еще не получившие внутреннего совершенства, обобщения, не получившие внешнего оправдания. И в целом — это вопрос, адресованный будущему и стимулирующий будущее. Стимулирующий основную линию подготовки новой научной революции, происшедшей через три столетия после первой.

Такая функция — стимулирование теории поля — принадлежала к наиболее темному «пятну на Солнце» ньютоновой механики и классической науки в целом.

Речь идет о понятиях абсолютного пространства и абсолютного времени. Эти понятия еще раз показывают, что итоги научной революции — это не только ее завершение, но и ее переход в новую полосу, когда под затвердевшей, послереволюционной почвой установившихся аксиом и методов пробиваются внутренние тектонические сдвиги, ведущие к новой революции. Внешнее оправдание концепции абсолютного пространства у Ньютона — силы инерции, возникающие при ускоренном движении данного тела относительно мирового пространства и не возникающие при движении окружающих тел относительно данного. Отсюда следует неравноправность координатной системы, связанной с данным ускоренно движущимся телом, и координатной системы окружающего пространства. Но у этой концепции не было внутреннего совершенства: силы инерции в нарисованной Ньютоном картине не вытекают из общего принципа, силы не связаны с взаимодействием тел, причиной физических явлений оказывается пустое пространство и принципиально непредставимое движение в пустом пространстве. «Пятна на Солнце» толкали картину мира к заполнению пространства физической средой, но этот импульс приводил в конце концов к иной трактовке сил инерции, к их эквивалентности полю — гравитационному полю.

Концепция абсолютного времени основана на презумпции мгновенной передачи сигналов, придающей физический смысл «моментальной фотографии» Вселенной, мгновению, единому для всех точек пространства. Внешним оправданием концепции абсолютного времени было множество наблюдений, подтверждавших неограниченное нарастание скорости при последовательных импульсах, т. е. постоянство массы. Но эти факты относились к первой задаче Ньютона, к определению поведения тел при заданных силах. Вторая задача — определение сил — требовала обобщения механики постоянных масс, но такого общего принципа не было. Классическая физика пыталась подчинить теорию поля понятиям первой, механической задачи Ньютона, приписать полю, фигурировавшему под именем эфира, механические свойства. Но теория поля добивалась эмансипации и в конце концов не только добилась ее, но и подчинила себе механику, сделав массу зависимой от движения и эквивалентной внутренней энергии тела.

Таким образом, основное *memento mori* классической науки уже содержалось в ее генезисе, в том, что было создано научной революцией XVI—XVII вв., было итогом этой революции.

Подобный итог содержал не только позитивные инварианты познания, но и залог дальнейшего преобразования картины мира — инвариантные вопросы, которые, переходя из эпохи в эпоху, модифицируются и, не находя окончательного решения, создают внутренние импульсы безостановочного даже в органические эпохи движения и трансформации представлений о мире.

Попробуем теперь отыскать центральную идею, которая проходит через итоги научной революции XVI—XVII вв., через последовательные этапы этой революции. Мы видели характерную для нее диалогическую форму развития, непрерывное столкновение позитивных и вопрошающих дедукций. Что же является сквозным предметом диалога, вокруг чего объединяются и сохраняющиеся на будущее позитивные ответы и все время возникающие из этих ответов, как феникс из пепла, исчезающие вопросы? Таким предметом диалога, объединяющим сравнительно частные коллизии науки XVI—XVII вв., были физические события в *здесь-теперь*, в точке и в мгновении. Каждый ответ на вопрос о поведении частицы здесь и теперь был достаточно парадоксальным: в непротяженной точке, в данное, точно определенное мгновение пространственно-временные события и процессы не могут происходить, для них в буквальном смысле «нет места» и «нет времени».

Конечно, это сквозная апория, осознанная со времен Зенона. Но в XVI—XVII вв. движение сделалось неотъемлемой компонентой бытия, ставшего в это время пространственно-временным, движущимся бытием. Как же соединить концепцию локального бытия с пространственно-временным представлением о мире? Без этого не могло быть создано новое представление о реальности как о *становлении*. Такое наименование, отнесенное к исходным категориям бытия, найдено Гегелем, но мысль о движении как критерии реальности была достаточно четкой уже у Галилея. Она была и у натурфилософов XVI в. Последние продолжали в этом отношении традицию Треченто и Кватроченто, реабилитировавших мгновенное и локальное, протекающее и движущееся, состоя-

щее из элементарных ситуаций. В этом и состояла секуляризация картины мира, уход от перипатетического и патристического апофеоза вечного, неподвижного и неизменного, как определений основной структуры бытия.

Для математики понятие бесконечно малого было выходом из коллизии локального и движущегося, коллизии, лежавшей в основе апорий Зенона. «Исчисление нулей» Эйлера (нулей, парадоксальным образом обладающих направлением) и лейбницева пренебрежимо малые величины явились различными формами (число их, включая оттенки, было очень велико) выведения реальных пространственно-временных отношений для локальных ситуаций. Математика при этом становилась онтологической, ее преобразовывали применительно к картине реальных процессов. Вообще научные революции приводят к исключению априорных и конвенциональных тенденций в обосновании математики. Основы исчисления бесконечно малых закладывались не только в собственно математических работах XVII в., но и в механике. В особенности важными были в этом отношении «Беседы» Галилея. С них начинается развитие представления о движении от точки к точке и от мгновения к мгновению, заменившее концепцию движения Аристотеля из чего-то во что-то. Такая замена была общим, может быть, самым общим направлением научной мысли начала Нового времени. Оно очень точно выражено у Кеплера. «Там, — писал Кеплер, — где Аристотель усматривает между двумя вещами прямую противоположность, лишенную посредствующих звеньев, там я, философски рассматривая геометрию, нахожу опосредствованную противоположность, так что там, где у Аристотеля один термин: «иное», у нас два термина: «более» или «менее»»³.

Эти строки нуждаются в пояснении. «Прямая противоположность, лишенная посредствующих звеньев», — это интегральное представление, указывающее на качественно различные полюсы: абсолютное начало и абсолютный конец движения из чего-то во что-то. Такое интегральное представление приписывает началу и концу процесса некоторое субстанциональное (тело возникает и исчезает) или качественное различие. Полюсы движения или логического сопоставления определяются один по от-

³ *Kepler I. Opera omnia*, t. I. Frankfurt, 1858, p. 423.

ношению к другому словом «иное». Что же такое «опосредствующие звенья?» Это непрерывный ряд пространственных положений, скоростей, ускорений и бесконечное множество точек и мгновений, которым соответствующим образом соответствуют определенные состояния движущихся тел. Сопоставляемые предметы, свойства и состояния, если их определять через такие «опосредствующие звенья», характеризуются мерой. Они могут занимать то или другое место в ряде «опосредствующих звеньев», они могут быть больше или меньше, и этим определяется их отличие.

Генезис математического естествознания, складывавшийся из физикализации математики и математизации физики на основе количественных законов бытия, связан, таким образом, с дифференциальным представлением о движении. Основные успехи естествознания в XVII—XIX вв. были результатом преимущественного внимания к бесконечно малым областям. «От той точности, — писал Р и м а н, — с которой нам удастся проследить явления в бесконечно малом, существенно зависит наше знание причинных связей. Успехи в познании механизма внешнего мира, достигнутые на протяжении последних столетий обусловлены почти исключительно благодаря точности того построения, которое стало возможным в результате открытия анализа бесконечно малых, применения основных простых понятий, которые были введены Архимедом, Галилеем и Ньютоном и которыми пользуется современная физика»⁴.

Преимущественный интерес к бесконечно малому существовал до нашего времени. Сейчас *преимущественного* интереса уже нет: в современной теории элементарных частиц с анализом их поведения во внутриядерных областях связан анализ космических процессов. Для классической науки и ее генезиса в рамках научной революции XVI—XVII вв. дифференциальное представление было сквозным и центральным направлением физической мысли. Он связан с перечисленными выше основными итогами указанной революции. В том числе — с ньютоновым динамизмом. Приложенная к телу сила как феноменологическая причина его движения позволяет обойтись без анализа интегральной космической обстановки,

⁴ Р и м а н Б. О гипотезах, лежащих в основании геометрии. — Избр. произв. М.; Л., 1948, с. 291.

переносит центр тяжести в локальные пункты, в *здесь-теперь*. В пределах первой задачи Ньютона — определения положения тел по заданным силам, интегральные ситуации — это результат дифференциальных законов. Противоположная задача — выяснение происхождения сил из зависимости от начальных условий, первоначального толчка — все это переносится в область «пятен на Солнце», в область, где сконцентрировались нерешенные вопросы, ставшие импульсом для дальнейшей эволюции классической науки, эволюции, приведшей к ее неклассическому финалу.

Подобный взгляд на идеи классической науки, на творчество Ньютона, на соотношение позитивной компоненты познания и его вопрошающей компоненты заставляет несколько пересмотреть традиционное понимание «классицизма» науки, созданной в XVI—XVII вв. Фигура Ньютона перестает казаться фигурой мыслителя, нашедшего непоколебимые устои представления о мире. Ньютон был революционером не только потому, что завершил научную революцию XVI—XVII вв., но и потому, что созданная в XVII в. наука, в силу диалога между ее позитивными утверждениями и ее апориями, сохранила незатухающую трансформацию своих основных положений.

Это касается и рассматриваемой здесь проблемы отношения локального *здесь-теперь* к вселенскому *внездесь-теперь*, отношения микрокосма к космосу. Фундаментальная коллизия классической науки вытекает из различного уровня однозначности в двух основных направлениях: в механике тел, движущихся под влиянием приложенных сил, и в том, что было началом теории поля. Эти две задачи — «десница» и «шуйца» Ньютона — сами были в некотором смысле antecedentом неклассической коллизии движения и поля; Эйнштейн, говоря о ней, перешел от «десницы» и «шуйцы» к двум «частям строения» общей теории относительности: «мраморной» — тензору кривизны пространства-времени и неполноценной «деревянной части» — тензору энергии-импульса⁵.

Теория поля XVIII—XIX вв. унаследовала характерную ньютонову оторванность от механики. Последняя управляла в микромире движениями атомов и молекул,

⁵ См.: Эйнштейн, 4, 217.

в XVIII в. она здесь претендовала на всевластие, в XIX в. осознала некоторую автономию управляемых областей, но в область, где рассматривали природу сил, природу силового поля, механика входила с трудом, здесь авансцену занимали континуальные представления, и Планк был прав, когда сказал об эфире, что это дитя классической физики, зачатое в скорби... Конечные образы статического бытия, атомы и их конфигурации, не сливались с континуальными и инфинитезимальными представлениями аналитической механики и теории поля. Глубокая трещина, разделившая атомистику и континуум, тела и поле, не могла быть полностью устранена статистической континуализацией атомистики. Она была устранена атомизацией поля, установлением его дискретности и континуализацией частицы, открытием «волн материи» в рамках неклассической физики.

Подготовкой неклассического финала классической физики был последовательный переход от локальных ситуаций к более обширным в связи с поисками начальных условий, определяющих поведение изолированной частицы или изолированной системы частиц. Исходным пунктом и здесь была «шуйца» Ньютона, нерасшифрованность силы, нереализованная до поры до времени тяга к включению космических условий в объяснение локальных ситуаций. К «шуйце» принадлежит упоминавшаяся уже ньютоновская концепция первоначального толчка. Схема, предложенная Кантом во «Всеобщей естественной истории и теории неба», апеллирует к прошлому, к процессам, происходившим до образования солнечной системы, к возникшей тогда первичной туманности. Иначе говоря, причина тангенциальной скорости лежит в более широкой во времени системе. И в более широкой в пространстве: схема Канта охватывает весь космос, где образуются первичные туманности. Но переход к более широким системам не ограничивается объяснением первоначального толчка. Здесь мы встречаем весьма общую тенденцию классической физики, которая вела к новой научной революции — ровеснице XX столетия. Приведем отрывок из статьи М. Борна, посвященной подготовке неклассической науки в новой эпохе в физике.

«Путь к этому был расчищен в результате длительного развития науки, в течение которого выявилась недостаточность классической механики для рассмотрения

поведения вещества. Дифференциальные уравнения механики сами по себе не определяют движения полностью — нужно задать еще начальные условия. Например, эти уравнения объясняют эллиптичность планетных орбит, но отнюдь не позволяют понять, почему существуют именно данные орбиты, а не какие-то другие. Однако реально существующие орбиты подчиняются вполне определенным закономерностям, например известному закону Боде. Объяснение этих закономерностей ищут в предыстории системы, которая рассматривается как проблема космогонии, до сих пор еще в высшей степени дискуссионная. В атомной области неполнота дифференциальных уравнений является еще более существенной. В кинетической теории газов впервые стало ясно, что необходимо сделать какие-то новые предположения о распределении атомов в данный момент времени, и эти предположения оказались важнее уравнений движения: истинные траектории частиц не играют никакой роли; существенна только полная энергия, которая определяет наблюдаемые нами средние значения. Механические движения обратимы, поэтому для объяснения необратимости физических и химических процессов требовались новые предположения статистического характера. Статистическая механика проложила дорогу новой, квантовой эпохе»⁶.

Этот большой отрывок очень отчетливо раскрывает роль поисков начальных условий, т. е. включения более широкой пространственно-временной системы для переноса парадигм классической физики в другие области, т. е. для генезиса классической науки. Следует подчеркнуть, что переносятся не только позитивные парадигмы, но и вопросы, апории, противоречия классической физики. В таких поисках и в таком включении значительную роль играло философское обобщение науки. Оно оказывается существенной стороной выявления «пятен на Солнце», не только исходных позиций классической науки — итогов научной революции XVI—XVII вв., но и последующего, послереволюционного развития классической науки в XIX в. и ее перехода в неклассическую в начале XX в.

⁶ Вопросы причинности в квантовой механике. М., 1955, с. 104; см. также: *Born M.* — Proc. Phys. Soc., 1953, 66, N 402 A, p. 501.

В науке XVII—XVIII вв. и даже позже, в науке XIX в., философское обобщение не было достаточно явной и непосредственной движущей силой естествознания в процессе осознания «пятен на Солнце» и в поисках их устранения. Кантовские коррективы ньютоновой схемы мироздания были очень ярким, но не столь уж частым примером такой функции философского обобщения. Философия XVII—XVIII вв. и даже философия XIX в. была в значительной мере обобщением того, что Энгельс, говоря о Гегеле, назвал естествознанием «старой ньютоново-линнеевской школы»¹. Объединение имен Ньютона и Линнея подчеркивает позитивную парадигму — презумпцию неизменности и непротиворечивости бытия в науке XVII—XVIII вв.

Преимущественное внимание к позитивной парадигме и некоторое игнорирование апорий классической науки заметно даже у Гегеля, хотя в целом его философия отразила новый этап, когда ряд естественнонаучных открытий продемонстрировал указанные апории и создал немало новых. Но какими бы косвенными и неявными ни были воздействия философского обобщения на развитие естествознания, такое воздействие было широким. Оно происходило не только и даже не столько в форме логических дедукций, сколько через общественную и научную психологию, через последовательно усугублявшееся понимание, учет и ощущение живых апорий бытия. Но были и прямые, осознанные переходы от философских дедукций к констатации и попыткам решения нерешенных вопросов науки — негативной и вопрошающей компоненты научной революции. Такие переходы были лишь явным проявлением общей связи между развитием естествознания и философскими идеями. «Всеобщая естественная история и теория неба» вовсе не отделена от основного пути развития немецкой классической философии — одного из основных фарватеров философского обобщения научной революции XVI—XVII вв.

Сейчас следует перейти к формам такого обобщения с указанной только что точки зрения, рассматривая его как движущую силу той трансформации картины мира, исходные пункты которой уже содержались в итогах науч-

¹ Маркс К., Энгельс Ф. Соч., т. 20, с. 565.

ной революции XVI—XVII вв. В докритических натур-философских работах Канта, от «Мыслей об истинной оценке живых сил» (1746) до работы «О первом основании сторон в пространстве» (1768), мы встречаем ту же тенденцию, что и в «Естественной истории неба»; это попытки философского обобщения апорий классической науки. Но и в критический период Кант, так или иначе, прямо или косвенно, шел по указанному пути. Учение об антиномиях — это философский эквивалент неразрешимых до конца противоречий науки. В классической физике понятие бесконечности было точкой перехода от внешнего оправдания, от экспериментальной обоснованности теорий, основывающейся на наблюдении конечных объектов и процессов, к внутреннему совершенству, к выведению теории из более общих принципов, с презумпцией неограниченной, бесконечной применимости таких принципов. С антиномиями была связана (в качестве абсолютизации, «одеревенения» витка познания) кантианская «критическая» концепция бесконечности. У Гегеля решение вопроса о бесконечности иное, не критическое, а диалектическое. «Истинная бесконечность», как и другие понятия, введенные Гегелем, бесконечность, присутствующая в каждом конечном элементе, была примирением указанных эйнштейновских критериев научной теории, вернее, программой их реализации в развитии науки. Нужно сказать, что немецкая классическая философия обладала очень существенной «обратной связью», обратным воздействием на естествознание. Но о таком обратном воздействии и его значении для выявления и решения апорий классической науки можно было судить лишь *post factum*, когда апории классической науки привели к ее неклассическому эпилогу.

Является ли этот эпилог *завершением* классической физики? Завершил ли Эйнштейн то, что было создано Ньютоном?

Ответ на этот вопрос не может быть простым и определенным. Прежде всего, назвав теорию относительности завершением классической физики, мы убедимся, что при этом меняется смысл и понятия «завершение» и понятия «классическая физика». Вообще, с какой бы стороны мы ни рассматривали теорию относительности, какой бы эпитет ей ни присваивали, в какой бы класс ее ни помещали, мы сталкиваемся с известной деформацией вклю-

чающего класса. К Эйнштейну применимо то, что Е. В. Тарле когда-то говорил о Ф. М. Достоевском: если вы его отнесете к какому-то «изму», поставите на какую-то полку, он изменит смысл «изма», деформирует полку. Такая ситуация в случае Эйнштейна зависит не только от масштаба творческого гения, она очень характерна для неклассической науки. Последняя в очень явной форме связывает частные концепции с общими принципами (уже упоминавшийся эйнштейновский критерий «внутреннего совершенства» физической теории) и при этом в значительной мере меняет содержание общих принципов. С другой стороны, неклассическая наука уже не столько в релятивистском, сколько в квантовом духе меняет объект определения при его взаимодействии с определяющим классическим прибором, т. е. в данном случае с принципиальной общей теоретической полкой, на которую укладывается новая теория. Эта весьма общая неопределенность распространяется не только на физику атома и даже не только на природу в целом, но и на познание природы, на познание как исторический процесс. Рембрандтовская дымка неопределенности в современной квантово-релятивистской ретроспекции распространяется на классическую физику. Мы находим в ней редуцированные неявные, стоящие за кулисами апории непрерывности и дискретности, о которых шла речь в предыдущем очерке; это приложимо также к особенностям научного мышления, к методам науки, к отношению между ее исходными посылками и особенно — к соотношению позитивной, утверждающей, констатирующей стороны науки и вопрошающей, формулирующей все новые и новые модификации сквозных вопросов.

В классической науке апории, вопросы, ответы, вызывающие новые вопросы, — это отнюдь не отблеск позднейшего стиля познания, не результат ретроспекции. Это — ее основа. Гносеологическая ценность неклассической ретроспекции состоит в том, что она делает отчетливыми наиболее общие, исторически инвариантные определения познания. Познание всегда было и всегда будет диалогом человека с природой и диалогом человека с самим собой. Диалогом, где ни один фундаментальный вопрос не получает окончательного, закрывающего диалог ответа без существенного изменения предмета беседы. В этом и состоит определение фундаментальных

вопросов — они модифицируют, конкретизируют и обобщают сквозное, неисчезающее содержание знания. В неизбывных коллизиях диалога, в апориях познания отображается бесконечность постижения неисчерпаемой объективной истины. Эта бесконечность — истинная бесконечность, воплощенная, как это знал Гегель, в своих конечных элементах.

Как реализовалась сквозная диалогичность познания в классической науке XVI—XIX вв.?

Вернемся к уже высказанной характеристике такой диалогичности. Уже говорилось, что классическая наука выросла в диалоге с перипатетической мыслью. В том, что можно назвать диалогом Ньютона с Аристотелем. Не с «Аристотелем в тонзуре», не с официальной, воинствующей перипатетикой, окружившей себя частоколом канонизированных текстов и инквизиционных допросов, а с перипатетической мыслью, которая была куртуазней своих адептов и могла быть стороной не в указанных допросах, а стороной диалога в смысле Платона, т. е. процесса и метода познания. Перипатетическая концепция мироздания опиралась на схему неподвижных естественных мест, неподвижного центра мирового пространства и его неподвижных границ. Эта статическая мировая гармония была первым звеном исторической цепи инвариантов, которая является осью всей истории науки: инвариантные положения тел (абсолютное пространство), сохраняющиеся импульсы (инерция), сохранение энергии, сохранение направления энергетических переходов (энтропия), сохранение энергии-импульса (теория относительности) и иные, более сложные инварианты, из которых каждый ограничивает и релятивирует другие. Статическая мировая гармония с самого начала приводила к апориям, выражавшим по существу ее неотделимость от динамического взгляда на мир и неизбежную эволюцию инвариантов. Комментаторы Аристотеля немало потрудились над попытками выхода из апории неподвижной схемы мироздания. Постоянство положения тел теряет смысл при переходе ко Вселенной. Эта апория, из которой искали выхода Иоанн Дамаскин, Симпликий, Филипон и другие комментаторы Аристотеля, была логически родственна античным логическим парадоксам включения типа парадокса Эпименида («все критяне лжецы», — говорит критянин), Эвбулида («произнесен-

ное мною высказывание ложно») и т. д.⁸ Затруднения комментаторов имели место при попытках упорядочения и догматизации космологии Аристотеля и включения Вселенной в число объектов с фиксированным местом. Это были парадоксы стационарного бытия, как и парадоксы Зенона. Для Аристотеля эти апории были демонстрацией его диалога с самим собой, неуверенности, существования динамических по своим тенденциям «точек роста» внутри статической концепции. Вместе с тем апории Зенона были связаны с чувственно-эмпирической тенденцией в мышлении древних греков — «народа-художника», как назвал их Брюншви́г⁹.

Апория создавалась демонстрацией реальности движения — конкретными образами летящей стрелы, бегущего Аристотеля, художественно-логическим стилем мышления, прорывавшим идею статической гармонии. Логический субстрат апорий — понятие пребывания, точки, локализации приводит к отрицанию движения — выходил за рамки элейской тенденции Зенона, а выход из апории выводил античную мысль за рамки «монологической» перипатетики, говорил о ее диалогичности. Апории означали, что локальное пребывание, становясь эталоном космической гармонии, неограниченно распространяясь, выявляет свою недостаточность и требует динамики, динамических понятий. Аристотель становится на путь такого дополнения. В своих попытках выхода из апорий Зенона он присоединяет к бесконечному множеству пространственных положений стрелы, Ахиллеса, черепахи — бесконечное множество моментов времени. Иначе говоря, пространственное многообразие становится пространственно-временным. Но такая тенденция остается очень тихим аккомпанементом в рамках перипатетизма с его апологией пространственных положений как основы гармонии бытия. Не только его физической гармонии. Через историю перипатетизма приходит отождествление чисто пространственного положения с моральными критериями: то, что выше топографически, выше в иерархии религиозных и моральных ценностей. В Новое время мо-

⁸ См.: Кузнецов Б. Г. История философии для физиков и математиков. М., «Наука», 1974, с. 53—75.

⁹ См.: Brunschwig L. La philosophie de l'esprit. Paris, 1049, p. 59.

ральные идеалы помещают во времени; как уже говорилось: Руссо — в прошлое, Вольтер — в будущее.

Для классической науки инварианты, на которых основана гармония бытия, теперь уже его динамическая гармония, — дифференциальные инварианты. Отныне основа гармонии бытия познается через представление движения от одной пространственно-временной локализации к другой, от одной точки и одного мгновения к другой точке и к другому мгновению. Бесконечность здесь фигурирует в качестве истинной бесконечности, реализующейся в своих конечных элементах.

Классическая наука, подобно перипатетической, возникла и развивалась в диалоге с собой, переплетавшемся с диалогами, в которых собеседниками были XVII в. и XIX в., прошлое и будущее. Тема диалогов была новой, но преемственно связанной с античными коллизиями мысли. Парадоксы Зенона стали парадоксами дифференциального исчисления, веявшими над уравнениями физики, а парадоксы включения, выдвинутые Эпименидом, Эвбулидом и другими, веяли над физикой начальных условий, которая уходила к бесконечно большому, ко Вселенной, ко Всему. В число парадоксов включения входил например, гравитационный парадокс (включение всей бесконечной Вселенной в качестве элемента множества гравитационных центров, т. е. в себя самое, приводит к бесконечным силам тяготения, действующим на каждое тело).

К таким же апориям вхождения приводили уже упоминавшиеся проблемы первоначального толчка, мгновенного дальнего действия и объяснения сил инерции. Отсутствие ответа (или, что то же самое, — теологический ответ) на вопрос о начальных условиях, определяющих форму планетных орбит, выводило тангенциальную слагающую из интегральной, охватывающей всю природу системы каузальных объяснений. Мгновенное дальнее действие — это брешь в пространственно-временной картине мира. Ньютоново объяснение центробежных сил и вообще сил инерции выводит пустое пространство за пределы мира как некую особую реальность.

Но все это не просто симптомы незавершенности классической картины мира, а пункты, где рациональный ответ требовал перехода к радикально новым представлениям.

Классическая наука подчиняет каждую локальную ситуацию дифференциальному закону, соединяющему бесконечно малые расстояния с бесконечно малыми моментами времени и с модификациями и сочетаниями этих бесконечно малых величин. В этом смысле классическая наука прежде всего опирается на презумпцию дифференциально упорядоченной природы, упорядоченности бесконечно малых процессов, протекающих в сколь угодно малых интервалах пространства и времени. Именно поэтому центр тяжести исследований в главном русле науки XVII—XIX в в . — это анализ бесконечно малых величин и бесконечно малых по своим пространственно-временным масштабам процессов. Но, как мы видели, в развитии классической физики все время звучали иные, по преимуществу вопрошающие реплики. Внутренний диалог — свидетельство незавершенности классической науки — продолжался. Иногда он становился уже не символическим наименованием коллизий идей, а действительным диалогом. Таков был спор между Ньютоном и Кларком и другие эпизоды идейной борьбы XVIII—XIX вв. Переломным моментом в диалоге были «Экспериментальные исследования» Фарадея и еще больше «Трактат» Максвелла.

Отсюда видно, какой неклассической была классическая наука, как много в ней было того, что Оствальд называл стилем «романтиков», противопоставляя его стилю «классиков». Здесь мы приблизились к проблеме завершения, но пока только с отрицательной стороны, со стороны понятия незавершенности. Попробуем подойти к проблеме незавершенности, оценивая ее позитивно, не как отсутствие тех или иных недостигнутых знаний, а как условие вклада данного периода научного прогресса в необратимый прирост адекватных знаний. Именно такой подход является историческим. Ведь развитие науки становится подлинной *историей* познания, реализуя асимметрию времени, его направленность в одну сторону, от прошлого к будущему, его необратимость. В истории науки необратимый процесс состоит в постижении необратимости самого бытия, реальной необратимости космической эволюции, в постижении необратимого времени, его неотрывности от пространства. Иными словами, в постижении динамики бытия. Классическая наука присоединила время к пространству как необратимую компоненту

реальности. Она перешла от перипатетической статической гармонии к динамической гармонии, к ее пространственно-временному представлению, к производным по времени как элементам такой гармонии. В этом бессмертие классической науки, ее необратимый актив. Незавершенность такого актива означает только неисчерпаемость четырехмерной, движущейся во времени науки. Ее незавершенность относится к любому трехмерному сечению, хотя бы это сечение было не мгновенным, а сохранялось на годы, на целый период. Констатация неизбывной незавершенности — это как бы предупреждение о бесконечности познания.

Из этого следует, что вклад науки в необратимую эволюцию познания состоит в постижении четырехмерного мира, в постижении его динамической природы, в последовательном постижении движения как формы существования материи. Этапы такого постижения характеризуют прежде всего самые крупные рубежи истории науки, ее генеральную периодизацию, наиболее радикальные научные революции. Таков был генезис перипатетической науки, в котором статическая гармония своими апориями уже указывала контуры их динамического переосмысления. Таков был генезис классической науки XVII—XIX вв., сделавший подвижным все мироздание за вычетом статической схемы силовых взаимодействий — вневременных *actio in distance*. Но переходы от статического аспекта природы к динамическому были не только моментами подобных радикальных преобразований картины мира. Они происходили и внутри больших периодов, в их рамках, и, таким образом, характеризуют не только критические этапы истории науки, но и ее органические отрезки. Это в сущности обязывает поставить слово «органические» в кавычки; они были подготовкой, частичной реализацией, результатами кризисов.

Как уже говорилось, в рамках классической науки XVII—XIX вв. наиболее важной внутренней коллизией была коллизия механики и теории поля. Если мы уже назвали диалогом Ньютона и Аристотеля коллизией динамической механики и вневременной схемы взаимодействий в «Началах», то новую коллизию можно назвать диалогом Ньютона и Максвелла. Она была действительно новой: первая была обращена как будто в прошлое, вторая — в будущее, собеседниками Ньютона был в первом

случае мыслитель IV в. до н. э., а во втором — мыслитель второй половины XIX в. н. э. Но вместе с тем коллизия была единой, диалог с Максвеллом был продолжением диалога с Аристотелем. Однако произошла инверсия: Ньютон стал сейчас адептом вневременной, следовательно, исключавшей движение, статической гармонии. А что касается динамической тенденции, то и в первом случае статическая тенденция уже сочеталась с ней; у Аристотеля уже была динамическая концепция, только она была отнесена к насильственным движениям, нарушающим статическую гармонию, тела двигались по отношению к неподвижной конфигурации естественных мест, на которое было натянуто пространство. У Ньютона пространство уже не натянуто на неподвижные точки и поверхности типа центра мира и концентрических сфер. Ньютон идет не от неподвижного абсолютного пространства к абсолютному движению, а наоборот: критерий абсолютного движения — появление сил инерции при ускорении движения. Из такого эффекта выводится абсолютное движение, а уже из него — абсолютное пространство. Абсолютное время выводится также из локального эффекта, из неограниченного возрастания скорости, т. е. отношения бесконечно малого приращения пути к приращению времени при движении тела под влиянием приложенной силы, бесконечной скорости распространения сил. Электродинамика отказалась от бесконечной скорости распространения электромагнитного поля, и теперь она была динамической стороной в споре с механикой, которая сохранила бесконечные скорости и, соответственно, абсолютное время. Коллизия была снята подчинением первой программы «Начал» определения положения тел второй программе — вернее, тому, что из нее выросло, — теории поля.

Теперь можно несколько ближе подойти к понятию *завершения* картины мира. Это отнюдь не завершение в смысле возвращения в гавань или аристотелевского возвращения в естественное место. Это не ликвидация априори, это ее переход в новую апорию. Это похоже на пушкинское определение белых ночей: вечерняя заря одной эпохи сливается с утренней зарей другой эпохи. Некоторая величина — инвариант, определяющий данную картину мира, уступает место другой величине, а сама остается инвариантом «ограниченной годности». Соответ-

ственно некоторая апория, коллизия инварианта и преобразования, оконтуривается, приобретает четкие границы, а общей апорией становится иная коллизия. Таким образом один внутренний диалог сменяется другим диалогом. В этом и состоит завершение. С такой точки зрения, завершаемые теории, отходящие в тень ограниченных аппроксимаций (область подлинного «завершения»), как и завершающие, кажутся уже не столько сменяющимися друг друга позитивными конструкциями, сколько последовательно модифицирующими вопросами. Однако апории и вопросы неотделимы от ответов, и Томас Кун совершенно справедливо связал понятие научной революции с входящими в парадигму позитивными принципами. История науки является историей науки потому, что ее элементы — это адекватные ответы на вопросы об истине. Она является историей науки потому, что каждый ответ является и вопросом.

Как эта структура научной революции реализуется в теории относительности?

Коллизия теории относительности и квантовой механики когда-то казалась внешней для теории относительности. Теперь она представляется внутренней. Диалог Эйнштейна с Бором переходит в диалог Эйнштейна с самим собой. Такой диалог — не совсем символ. Он реализовался в репликах Эйнштейна, вошедших в его автобиографические заметки 1949 г. Эйнштейн высказывает критическое замечание в адрес теории относительности: изменение масштабов и часов не выводится из их атомистической структуры¹⁰. Каркас мировых линий с инвариантом — четырехмерным расстоянием — оторван от более общих законов, определяющих существование частиц и их взаимодействия. Коллизия теории относительности и квантовой механики — основная апория теории элементарных частиц — оказывается существенным содержанием неклассической науки, когда мы спрашиваем себя: какая новая апория сменила классическую? Тем самым неклассическая наука становится неклассической не только по своему содержанию, но и по стилю, по структуре, по наличию вопрошающего аккомпанемента позитивных констатаций. В этом смысле неклассическая нау-

¹⁰ См.: Эйнштейн, 4, 280.

ка, завершая классическую, как бы делает последнюю более «классической», разъясняет те элементы старой теории, которые представлялись противоречивыми. Если придерживаться такого взгляда на «завершение», если видеть в нем научную революцию, то квантовая механика является таким же завершением классической науки, как и теория относительности. Квантовая механика по-иному сняла коллизии первой задачи «Начал» и второй задачи, коллизию механики и теории поля, отождествив в весьма парадоксальной форме поле с дискретными телами. Неклассическая наука модифицировала основную апорию классической науки своими обоими потоками — и теорией относительности и квантовой механикой. Подобно тому как классическая наука модифицировала основную апорию перипатетизма.

Завершения научных картин мира — научные революции — не были бы звеньями необратимого прогресса науки, если бы оставалась возможность возврата к завершенным и тем самым модифицированным концепциям мироздания и их реставрации. Основой необратимости познания служат прежде всего философские результаты научных революций, их реконструирующий эффект, меняющий исходные представления о мире и наиболее общие логические и гносеологические нормы. Резонанс научных революций модифицирует не только частные результаты, но и потенциал познания. Человечество может вернуться к старым идеям (так, как Коперник вернулся к идеям античного гелиоцентризма), но круг, возвращающий мысль к ее давним antecedентам, проходит выше по потенциалу познания, круг оказывается витком спирали, и в этом смысле возврата в исходную точку не происходит. Представление об истории науки как о необратимом процессе основано на весьма релятивирующей оценке так называемых «провозвестников» и «предшественников», на учете неповторимости исторических событий. Основная оценка посылки теории необратимого времени — реальное различие между *раньше* и *позже*, существование стрелы времени — справедлива не только для истории Космоса, но и для истории его познания. Представление о завершении, как включении в познание радикально новой проблемы, новой апории, новых путей ее решения — одно из условий подобной концепции необратимости истории науки.

Но здесь еще одна сторона дела. Космическая эволюция необратима в силу односторонней возрастающей во времени сложности мироздания. Познание космоса необратимо в силу возрастающего по адекватности отображения сложности бытия. История науки как процесса познания — необратима. Но относится ли это к историографии, к самому процессу исторического анализа, к судьбам истории науки как исторической дисциплины? Ведь для историка путешествие во времени вспять — его профессия.

Все дело в том, что каждое новое путешествие историка в прошлое открывает перед ним новую картину. Историк реконструирует эту картину, исходя не из тех или иных субъективных или групповых симпатий — это бы как раз сделало историографию максимально обратимой и лишило бы ее сквозного необратимого подъема. Картина прошлого реконструируется потому, что ретроспекция открывает в прошлом более глубокий слой, более глубокую и сложную систему причинных связей, большее число сближений и разграничений, большую многоплановость — этот историко-научный эквивалент геометрической размерности. Экскурсии в прошлое воздействуют на систему отсчета. После того как выяснилось, что классическая картина мира — это отображение сравнительно небольших скоростей, уже нельзя вернуться к фразе Попа «бог сказал: да будет Ньютон...», если этой фразе придавать роль историко-научной концепции. Историография в целом, открыв подлинные движущие силы социальных трансформаций, уже не может вернуться к провиденциализму.

Но такая необратимость историографии сравнительно тривиальна. Нетривиальна ее связь с необратимостью объекта научной историографии, с необратимостью самого процесса познания. Такая связь позволяет не только говорить о некотором общем, необратимом направлении исторического анализа науки, но и выяснить, каково это направление.

Уже само слово «направление» означает, что мы вводим в проблему некоторую геометрическую аналогию. Мы рассматриваем познание как пространство констатаций, определений, объяснений, оценок, ориентированное какой-то системой отсчета, какими-то осями. Такие оси — определенные базовые направления познания, линии прием-

ственного развития основных концепций мироздания. Они позволяют говорить о близости тех или иных тенденций базовым линиям, упорядочить множество исторических фактов, сделать их предметом исторических оценок. Система отсчета непосредственно зависит от современной ретроспекции. Сейчас неклассическая ретроспекция заставляет менять такие базовые понятия, как перипатетическая наука, классическая наука, механика, теория поля... Происходит нечто, напоминающее искривление координат, искривление пространства. Если уж продолжить такую аналогию, то изменение историко-научного анализа и его системы отсчета напоминает переход от декартовых координат к более общей системе отсчета. По-видимому, воздействие неклассической науки на историческую ретроспекцию направляет историко-научный анализ на подобное обобщение исходных направлений, на общие, исходные, основные принципы и методы познания, трансформация которых придает процессу постижения мира необратимый характер. Такое направление соответствует гносеологической функции истории науки и техники, на которую указал В. И. Ленин в «Философских тетрадах»¹¹. Если история науки и техники так близка диалектической теории познания, то эволюция базовых направлений — гносеологической системы отсчета научных теорий — становится объектом историко-научного анализа.

Это не значит, что объектом становятся только такие исходные генеральные принципы и методы познания и их трансформации — научные революции. Познание идет по спирали, происходит повторение кругов, в каждом круге развитие науки включает частные отрасли и проблемы, применение и эффект науки. Но каждый круг готовит переход к следующему, более высокому кругу — научной революции, и история науки, включая все детали научного прогресса, становится все в большей степени учением о подготовке, содержании и результатах научных революций.

Мне кажется, отношение теории относительности к классической науке, которое часто и с полным основанием именуют завершением и которое делит право на такой титул с квантовой механикой, бросает свет на более об-

¹¹ См.: Ленин В. И. Полн. собр. соч., т. 29, с. 229.

шую проблему — на роль необратимого преобразования исходных коллизий каждого периода, на роль научных революций и на отношение к повторяющей свои круги, но включающей новые и новые уровни, необратимой спиральной «мировой линии» познания. При этом, по-видимому, понятие завершения требует некоторого разграничения: смысл этого понятия модифицируется, когда речь идет о теории относительности, о квантовой механике и о современных квантово-релятивистских тенденциях в теории элементарных частиц. В случае теории относительности классическая физика становится законной для определенных масштабов аппроксимаций. При этом постулаты классической физики в указанных масштабах не претерпевают внутренней модификации, а вне этих масштабов представляются целиком неприемлемыми. В нерелятивистской квантовой механике соотношение классических и неклассических понятий иное. Здесь классические понятия и образ классического тела, освобожденного от корпускулярно-волнового дуализма, — необходимое условие самой формулировки неклассической теории¹². Насколько можно судить о квантовой релятивистской теории, здесь соединяются оба типа завершения: квантовые критерии, корпускулярно-волновой дуализм, распространяются на поле, взаимодействующее с данным; классические постулаты в своей квантовой функции, т. е. как условие неклассических соотношений, получают ограниченное применение, они сохраняют указанное значение в области, где можно игнорировать релятивистские эффекты. Конечно, во всех случаях речь идет о завершении классической науки как сложного фарватера познания, пронизанного апориями, незавершенного по своему основному содержанию.

Необратимость подобных завершений, необратимость процесса познания в целом; «стрела времени» в истории науки, вытекает из того, что при повторяющихся кругах познания необратимо эволюционирует его арсенал. В. Паули в предисловии к новому изданию своей книги о теории относительности возражает против оценки последней как завершения классического детерминизма, в отличие от начинающей новую неклассическую эпоху

¹² См.: Ландау Л., Лифшиц Е. Квантовая механика. Нерелятивистская теория. 2-е изд. М., 1983, с. 15—16.

квантовой механики. Паули говорит о теоретико-групповых свойствах пространства, анализ которых и их обобщение в теории относительности сделали возможной квантовую физику в ее современной форме¹³. Новое представление о связи теоретико-групповых соотношений с физической реальностью — это пример «погружения разума в самого себя», при котором он испытывает больше трудностей, «чем при продвижении вперед», о чем писал Лаплас в «Аналитической теории вероятностей». Противоречия и апории перипатетической физики были преодолены радикальным обновлением логико-математического аппарата и общих представлений о мире, достигнутом в классической науке. Это было титаническим усилием разума, преодолением титанических трудностей погружения разума в самого себя. Не меньшим усилием была теория относительности, освобождающая науку от апорий классической физики и в этом смысле оказавшаяся ее завершением.

¹³ См.: Жизнь науки. Антология вступлений к классике естествознания. М., «Наука», 1973, с. 573.

Эйнштейн и Фарадей

Со времени обоснования теоретической физики Ньютоном наибольшие изменения в ее теоретических основах, другими словами, в нашем представлении о структуре реальности, были достигнуты благодаря исследованиям электромагнитных явлений Фарадеем и Максвеллом.

Эйнштейн

Способ, которым Фарадей использовал свою идею силовых линий, чтобы координировать явления электромагнитной индукции, доказывает, что он был математиком высокого порядка — одним из тех, у кого математики будущего могут черпать ценные и плодотворные методы.

Максвелл

По отношению ко времени, когда Максвелл писал приведенные строки, Эйнштейн был одним из таких математиков будущего. Больше, чем кто-либо, он превратил математику из науки, в которой, по словам Бертрана Рассела, «мы никогда не знаем, о чем говорим, и никогда не знаем, верно ли то, что мы говорим», в науку, обладающую критерием истины. Иначе говоря, в науку о *бытии*. Принцип бытия, каким он выкристаллизовался у Эйнштейна и каким он представляется в прогнозах дальнейшего развития идей Эйнштейна, означает для математики, что ее выводы и, более того, аксиомы являются не только основой «внутреннего совершенства» картины мира, но обладают «внешним оправданием» или по крайней мере ищут «внешнего оправдания», экспериментального, эмпирического сенсуального подтверждения.

Если говорить о геометрии, то она в руках Эйнштейна превратилась из учения о «небытии» в том смысле, который придал этому слову Демокрит, т. е. из учения о пустом, сенсуально непостижимом пространстве, в учение о бытии. Бытии, нетождественном демокритову «бытию» — атомам, частям гомогенной материи, движущимся в пустоте. Геометрия стала учением о гетерогенном бытии

О физическом *поле*, которое в работах Фарадея стало таким бытием.

Демокритово «небытие», пустое пространство — необходимая часть реального мира, потому что без него нельзя себе представить движение атомов. Для античной атомистики и для ее позднейших адептов и реформаторов пустое пространство — это совокупность прошлых и эвентуальных, будущих положений атомов. Эвентуальных и поэтому сенсуально не регистрируемых, предоставленных чистой геометрической мысли, которая здесь конструирует свои объекты.

Декарт устранил различие между «бытием» и «небытием» Демокрита и соответственно между физикой и геометрией. Материя геометризировалась, потеряла все свойства, кроме протяженности, была отождествлена с пространством, но и пространство в свою очередь «физикализировалось», его части приобрели непроницаемость, начали двигаться по отношению друг к другу, стали телами.

Несколько аналогичной и в то же время обратной по направлению была другая научная революция, стремившаяся объединить демокритово «бытие» и демокритово «небытие», физику и геометрию. Само «небытие» однородное и бескачественное, само пространство — арена чисто геометрических конструкций — приобрело сенсуально постижимые, экспериментально регистрируемые предикаты, отличающие одну точку пространства от другой. При этом пространство уже не отделяется от времени, поскольку речь идет о *событиях* в каждой его точке, об актуальных, а не эвентуальных событиях, происходящих не в спекуляции, а в определенные моменты.

В статье «Относительность и проблема пространства» Эйнштейн говорит об исторической подготовке и реализации этой новой концепции бытия¹.

¹ *Эйнштейн*, 2, 744—759. Эта статья была напечатана в качестве приложения к 15-му английскому изданию книги «О специальной и общей теории относительности». В предисловии к этому изданию Эйнштейн писал:

«В этом издании я добавил Приложение V, в котором изложил свои взгляды на проблему пространства вообще и на изменения наших представлений о пространстве, возникающие под влиянием релятивистской точки зрения. Мне хотелось показать, что пространству и времени нельзя с необходимостью

В механике Ньютона пространство и время, с одной стороны, и материальные частицы, с другой — существуют раздельно.

«При этом существенным обстоятельством, — пишет Эйнштейн, — является то, что „физическая реальность“, существующая независимо от познающих ее субъектов, представлялась состоящей, по крайней мере в принципе, из пространства и времени, с одной стороны, и из постоянно существующих материальных точек, движущихся по отношению к пространству и времени, с другой. Идея независимого существования пространства и времени может быть выражена следующим образом: если бы материя исчезла, то остались бы только пространство и время (своего рода сцена, на которой разыгрываются физические явления)».

Переход от такого представления о пространстве и времени как о *сцене*, на которой разыгрываются физические явления, к новому представлению, состоит в утверждении: когда физические процессы не разыгрываются, сцены нет, она не существует. Это кажется некоторым возвратом к картезианской концепции пространства, последнее сводится к протяженности тел и без тел не существует. Теория относительности Эйнштейна примыкает к идее неразрывности: 1) пространства и времени, т. е. «сцены», и 2) «разыгрывающихся явлений» — физических процессов, обладающих сенсуальной постижимостью и поэтому становящихся явлениями. Она примыкает в этом смысле к общей тенденции классического рационализма, которая вела его к науке, к слиянию рационального, спекулятивного анализа с сенсуальным постижением мира. Но теория относительности в то же время исходит из тенденции противоположного направления по сравнению с физикой Декарта.

Декарт свел пространство к протяженности тел — физических объектов, которые движутся по отношению друг к другу. У Декарта нет общего, привилегированного тела отсчета. Но заполняющие пространство и тождественные

приписать раздельное существование независимо от действительных объектов физической реальности. Физические объекты находятся не в пространстве, но эти объекты являются пространственно протяженными. На этом пути концепция «пустого пространства» теряет свой смысл.

частям пространства тела — механическая картина мира в ее картезианском варианте — в XIX в. оказались недостаточным физическим представлением, недостаточным для объяснения новых открытых в то время явлений. Понадобилось совершенно новое, *полевое* представление. Здесь уже пространство и время приобретают физическое бытие не потому, что они заполнены телами и их движениями — актуальными (физика Декарта) или эвентуальными (все концепции, допускавшие реальность пустоты). Здесь, напротив, тела представляются сгустками пространства, обладающего в каждой точке некоторыми физическими, экспериментально обнаруживаемыми свойствами.

Динамическими свойствами. Воздействием на тела. Пространство — это не сумма тел, а сумма точек, в которых тела получают импульсы. Такова концепция силового поля. Существует ли оно независимо от этих тел? Существует ли помимо тел, фигурирующих в механике, другая физическая субстанция? На эти вопросы и ответила устами Фарадея наука XIX в. Ответила утвердительно. Тогда появился другой вопрос: не является ли эта субстанция сама всеобъемлющим телом, обладающим функцией других тел, способным служить телом отсчета? На этот вопрос ответила устами Эйнштейна наука XX в. Ответила отрицательно.

Несколько замечаний о генезисе теории поля как физической субстанции.

Ньютон говорил в «Началах» о двух проблемах. Первая — определение положений тел по заданным силам. Это исходный пункт механики, которая не проникает в причины сил. Вторая проблема — определение сил по заданному расположению тел. Это исходный пункт теории поля, физики в собственном смысле. Физики как области механики, если силы сводятся к перемещению тел и толчкам со стороны тел в каждой данной точке. Физики, независимой от механики, если импульс существует в данной точке и в данный момент без сведения его к кинетическим процессам, в которых участвуют некие непроницаемые тела.

Фарадей создал концепцию силового поля, которая в конце концов, развиваясь, привела к представлению о процессах, в которых тела вовсе не участвуют, где одно силовое поле — электрическое — своим изменением вы-

зывает к жизни другое поле — магнитное и, наоборот, возникающие при этом электромагнитные волны демонстрируют независимость реального физического поля от поведения и наличия тел в точке, где появляется поле.

В рамках атомистического представления, т. е. в картине дискретных тел, движущихся в пустоте, концепция континуальной физической среды появилась сначала как формальный образ распределения в пространстве и во времени некоторых средних величин, например средней скорости молекул, т. е. температуры. Приведем несколько выдержек из уже цитировавшейся статьи Эйнштейна «Относительность и проблема пространства».

После упоминавшейся уже концепции пространства и времени как «сцены» Эйнштейн продолжает:

«Эта точка зрения была преодолена в результате возникновения новых идей, которые сначала, казалось, не вносили никаких изменений в проблему пространства-времени, а именно: в результате появления *понятия поля* и возникновения требования заменить им в принципе понятие частицы. В рамках классической физики понятие поля появилось как вспомогательное понятие в тех случаях, когда вещество трактовалось как некоторый континуум. Например, при рассмотрении теплопроводности в твердом теле состояние этого тела описывалось путем задания температуры в каждой точке тела для каждого определенного момента времени. Математически это означает, что температура T представляется как функция пространственных координат и времени t (поле температуры). Закон теплопроводности представляется как некоторое локальное соотношение (дифференциальное уравнение), которое охватывает все частные случаи передачи тепла. Температура здесь представляет собой простой пример понятия поля. Это некоторая величина (или некоторый комплекс величин), являющаяся функцией координат и времени»².

Подобные представления о поле укладывались в рамки картины дискретных тел как участников игры на пространственно-временной сцене. Поля располагались в весомах телах и указывали на *состояния* частиц, из которых сложены эти тела. «На ранней стадии развития понятия поля, — пишет Эйнштейн, — считалось, что там,

² Эйнштейн, 2, 750—751.

где нет вещества, не может существовать и поля. Однако в первой четверти девятнадцатого столетия было показано, что явления интерференции и распространения света могут быть объяснены с изумительной ясностью, если свет рассматривать как волновое поле, совершенно аналогичное полю механических колебаний в некотором упругом твердом теле. Таким образом, возникла необходимость ввести поле, которое могло бы существовать в пустом пространстве, в отсутствие весомой материи»³.

Тем самым было предreshено освобождение концепции поля от *прямой* связи с механическими моделями. Такая прямая связь состояла в кинетических моделях движений некоторых тел, причем непрерывно распределенные в пространстве физические величины обозначают состояние этих тел, их поведение в пространстве и во времени. Но существовала другая связь континуального поля с механикой — с континуальными механическими представлениями, с гипотезой некоторого заполняющего все пространство тела, т. е. с эфиром. Механика эфира могла заключаться либо в смещениях одних частей эфира относительно других частей (концепция увлечения эфира движущимися телами), либо в смещениях тел относительно неподвижного эфира; в этом случае эфир рассматривается как привилегированное тело отсчета, к которому отнесено движение тела (концепция Лоренца).

Концепция эфира сохранялась в течение второй половины XIX в., несмотря на то, что электродинамика Максвелла уже содержала в зародыше новую концепцию поля. Создание электромагнитной теории света в сущности уже продемонстрировало возможность объяснить явления без механических моделей. «Один психологический эффект этого огромного успеха состоял в том, что концепция поля в противоположность механической картине классической физики постепенно приобретала все большую самостоятельность»⁴.

Но *континуальное*, по существу также механическое, представление сохранялось. Идея эфира как общего неподвижного тела отсчета для весомых тел либо как тела отсчета для самих частей, увлекаемых движущимися телами, сохранялась. Когда оказалось, что обе концеп-

³ Эйнштейн, 2, 751.

⁴ Ibid.

ции эфира противоречат результатам эксперимента, теория поля потеряла связь и с этой континуальной классической картиной.

Теперь, познакомившись с некоторыми особенностями эволюции представлений о поле, можно вернуться к Фарадею и отчетливее увидеть, что в его творчестве было вопросом, адресованным современной науке. Прежде всего это мысль об атомах как о центрах физических объектов, охватывающих все пространство, в котором распространяются силовые поля. Атом Фарадея — непротяженный точечный центр, который не существует, если нет исходящих из него силовых линий. Фарадей обозначает через a непротяженный центр сил, а через m — поле. Атом — это не нечто независимо существующее, а конец силовых трубок. «Поэтому, — пишет Фарадей, — для меня a , или ядро, исчезает, а вещество состоит из сил, или m ; в самом деле, какое представление мы можем составить себе о ядре независимо от его сил? Все наши наблюдения и знания об атоме, самое наше воображение ограничиваются представлениями о его силах: на какую же мысль можно еще опереть наше представление о некоем a , независимом от признанных сил? Мозг, только что приступивший к этому вопросу, возможно, найдет затруднительным думать о силах материи, независимых от чего-то отдельного, что должно называться *материей*, но, конечно, гораздо труднее и даже невозможно думать или воображать эту материю независимой от сил. Но силы нам известны, и мы узнаем их в каждом явлении Вселенной, а отвлеченную материю — ни в одном; зачем же тогда предполагать существование того, чего мы не знаем, чего мы не можем себе представить и для чего нет никакой научной необходимости?»⁵

Таким образом, Фарадей переходит от чисто кинетической концепции материи Декарта к динамическому представлению: атом — это нечто связанное с другими атомами силовыми линиями, и именно в этих линиях — бытие атома. Материя, не обладающая динамическими свойствами, лишена в принципе сенсуальной постижимости: «Все наши наблюдения и знания об атоме ограничиваются представлениями о его силах». Здесь еще раз

⁵ Фарадей М. Экспериментальные исследования по электричеству, т. II. М.—Л., 1951, с. 400.

видна сенсуальная, эмпирическая компонента рационализма. Заполнение пространства материей, лишенной иных свойств, кроме пространственных, лишенной индивидуализации т е л , — это чисто мысленная операция, здесь нечего делать экспериментатору. Следует обратить внимание на эту в общем ускользавшую от внимания связь экспериментального гения и экспериментального темперамента Фарадея с произведенным его «Экспериментальными исследованиями по электричеству» переворотом в представлениях о физической субстанции. Субстанция, обладающая сенсуально постижимыми и экспериментально регистрируемыми свойствами, — это для Фарадея совокупность силовых линий.

Форма атома, продолжает Фарадей, обозначает только относительную интенсивность направленных в разные стороны сил.

«Если сила направлена от данного центра единообразно во все стороны, тогда поверхность равной интенсивности силы будет сферой. Если же эти силы убывают с расстоянием по-разному в разных направлениях, тогда поверхность равной интенсивности, соответствующая форме атома, может быть поверхностью сфероида или любого другого геометрического тела. Отсюда вытекает взаимная проницаемость материи. Границы каждого атома простираются по крайней мере до границ Солнечной системы.

Высказанный здесь взгляд на строение материи, по-видимому, неизбежно влечет за собой вывод, что материя заполняет все пространство, на которое распространяется тяготение (включая Солнце и его систему), ибо тяготение есть свойство материи, зависящее от некоторой силы, и именно из этой силы состоит материя. В этом смысле материя не просто взаимно проницаема, но каждый атом простирается, так сказать, на всю Солнечную систему, сохраняя свой центр сил»⁶.

Этот взгляд отнюдь не однозначная и позитивная физическая концепция. Это программа, адресованная будущему. Конкретная физическая схема магнитных сил с продольным натяжением и поперечным распором не реализовала указанной программы. Только сейчас мы подходим к представлению об элементарных частицах, бытие

⁶ Там же, с. 403.

которых обусловлено их взаимодействием. Разумеется, то, что в наше время говорят об элементарных частицах, очень далеко от фарадеевой концепции динамических центров. Но сейчас, по-видимому, придется оставить представление о «голой» частице, которая существует в отсутствие других частиц, в отсутствие полей. В своем отличии от простой кинетической схемы: в пустоте движутся независимые в своем бытии частицы — концепция Фарадея была обращена в будущее.

Она и сейчас обращена в будущее. В будущее теории относительности и квантовой механики. Их будущее, как мы знаем, в синтезе, контуры которого сейчас еще неясны. Сравнительно ясной представляется связь между статистическими, вероятностными, квантовыми закономерностями микромира и динамическими, точными, релятивистскими закономерностями макромира. Менее ясен характер ультрамикроскопических закономерностей. В пространственно-временных областях атомного масштаба мы встречаем совершенно новое, неизвестное классической науке соотношение между: 1) полем — преобразенным, обретшим физическое бытие демокритовым «небытием» — и 2) демокритовым бытием — частицами. Волновое поле — это поле вероятностей: простая функция амплитуд его колебаний представляет собой вероятность пребывания частицы в данной точке в данный момент. Это кажется поворотом от фарадеевой концепции поля к старой, формальной. Поворотом от фарадеевой концепции пространства, ставшего физической реальностью, к старому «небытию», где распределены сенсуально нерегистрируемые математические, а не физические значения поля. Таким было поле в физике до Фарадея. Теперь можно рассматривать поле как распределенные в пространстве и во времени значения вероятности пребывания частицы, как некоторое формальное построение. Так смотрели на волны де Бройля сторонники чисто корпускулярного представления. С другой стороны, существовала континуально-волновая картина, в которой волновое поле уподоблялось классическому волновому процессу в некоторой среде. Принцип дополнительности Бора приводит к совершенно новой концепции поля: и корпускулярный и волновой аспекты — это компоненты физической реальности. Поле вероятностей реально участвует в физических процессах, волны де Бройля дифра-

гируют и интерферируют, они не в меньшей степени наблюдаемы, чем какие-либо другие физические объекты. И тем не менее это реальное поле есть поле вероятностей.

Понятие вероятности становится еще более физическим, когда говорят о закономерностях ультрамикроскопического мира. Здесь речь идет не только о вероятности того или иного *поведения* частицы (ее пребывания в данной точке, ее импульса и т. д.), но и вероятности ее бытия, ее трансмутации, ее распада или возникновения.

Таким образом, для нашего времени сохраняется некоторый аналог старой тенденции — превращение понятия поля из математическо-формального понятия в физическое. Но сейчас разговор о более общей тенденции — превращении самой математики или по крайней мере некоторых ее разделов, проблем, концепций и методов в физически содержательные концепции и методы. Наиболее эффективное воплощение такой тенденции — общая теория относительности, в которой чисто математическая проблема перехода от евклидовой геометрии к неевклидовой приобретает критерий истины, становится физически содержательной проблемой, получает «внешнее оправдание».

И здесь мы естественно вспоминаем процитированное в эпиграфе замечание Максвелла и другие его замечания о математическом методе Фарадея. Сам Максвелл в своем докладе «О соотношении между физикой и математикой» говорил об области, «где Мысль сочетается с Фактом» и где математические выводы нужно рассматривать как объективные факты⁷.

Электродинамика Максвелла была реализацией того, что ее создатель назвал «математическим методом Фарадея». Его триумфом в XX в. была теория относительности. Его перспективы связаны с дальнейшим развитием этой теории.

⁷ Максвелл Дж. К. Статьи и речи. М., 1968, с. 4—5.

Эйнштейн и Мах¹

Уверенность в существовании внешнего мира независимо от познающего субъекта лежит в основе всего учения о природе.

Эйнштейн

Что мне не нравится... это общая позитивистская позиция, которая, с моей точки зрения, является несостоятельной и ведет к тому же самому, что и принцип Беркли — *esse est percipi*.

Эйнштейн

Это мнение я долгое время считал в принципе 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 нетрудно видеть, что такая попытка решения не вяжется с духом теории поля.

Эйнштейн. «О принципе Маха»

Когда идет речь о философских симпатиях Эйнштейна, особенно важным становится столь характерное для его духовного развития разграничение впечатлений, оставшихся эпизодами личной жизни, и впечатлений, вошедших в русло действительной подготовки научных открытий Эйнштейна.

Кроме того, следует отметить очень своеобразное отношение Эйнштейна к философской литературе. Это звучит немного парадоксально, но Эйнштейн приписывал лишь чисто эстетическую ценность многим философским трудам, придавая большую философскую и научную цен-

¹ В этой главе отношение Эйнштейна к Маху рассматривается, по преимуществу, со стороны эволюции теории относительности в направлении к последовательной полевой теории, что для Эйнштейна означало — в направлении к единой теории поля. Наиболее новое (с использованием ранее не известных по своему содержанию писем Эйнштейна) изложение эволюции взглядов Эйнштейна на концепции Маха см.: *Holton G. Mach, Einstein, and the Search for Reality (Boston Studies in the Philosophy of Science), v. VI, New York, 1970, p. 165—199.*

ность некоторым художественным произведениям. Эйнштейн как бы выслушивает то, что ему говорят философы, с благожелательной (подчас иронической) улыбкой, с сочувственным вниманием; иногда он восхищается формальным изяществом и ясностью изложения, иногда отмечает полезный негативный эффект — разрушение каких-либо фетишей, очень редко соглашается с позитивными утверждениями и никогда не выслушивает философов в позе ученика. У многих естествоиспытателей такая позиция сочеталась с «надфилософской» претензией, т. е. с повторением очень старых философских ошибок в запутанной и эклектической и в этом смысле «новой» и «независимой» форме. У Эйнштейна никогда не было поползновений стать над философией. Отношение Эйнштейна к философии XVIII—XIX вв. можно объяснить следующим образом.

Для мыслителя, воспринявшего итоги развития науки в XIX в. и усвоившего идею бесконечной сложности бытия, даже система Спинозы была слишком тесно связана с иллюзией окончательного решения мировых загадок. Мысль Гете — каждое решение проблемы содержит новую проблему — была для мыслителя девятых — девятисотых годов почти сама собой разумеющейся. XVII столетие только стремилось к окончательному решению всех проблем, но не претендовало на такое решение и сохраняло достаточно ясную перспективу дальнейшего развития. Даже Ньютон говорил, что он кажется себе мальчиком, доставшим несколько камешков из безграничного океана непознанного. В этом смысле Ньютон был человеком XVII в., а его ученики и эпигоны — людьми XVIII в. Последний был эпохой рационализма, тянувшегося к застывшей картине мира. Реакция против такого взгляда переходила в ряде философских систем от закономерной констатации неокончательного характера достигнутых знаний к неправомерному скептицизму в отношении науки в целом. В те годы, когда Эйнштейн приобщался к философской литературе, уже существовало направление философской мысли, связывающее свои обобщения не с какой-либо картиной мира, рассматриваемой как окончательная либо априорная, а с процессом бесконечного обновления и преобразования представлений о мире. Но указанное направление не было известно Эйнштейну. Вне этого фарватера философской

мысли критика догматических утверждений часто принимает форму столь же догматического агностицизма. В подобной форме указанная критика отправляется от действительного витка познания, но произвольным образом абсолютизирует его и превращает критику определенной, исторически преходящей картины мира в догматическое отрицание объективной истины.

Картина мира, нарисованная в XVII в. в «Началах» Ньютона, давала достаточно поводов для критики. Критика абсолютизировалась, догматизировалась и переносилась с ньютоновых представлений на науку в целом в ряде философских выступлений, начиная с Беркли, сочтавшего критику абсолютного пространства Ньютона со своим «esse — percipi». Большей частью подобные выступления не доходили до последовательного солипсизма и останавливались на той или иной непоследовательной форме отрицания внешнего мира или его познаваемости.

Для ряда естествоиспытателей существенной оказывалась лишь негативная и частная сторона подобных выступлений — критика некоторых определенных, конкретных физических представлений и понятий.

В XVIII в. наибольшее распространение из различных направлений английского агностицизма приобрела философия Юма. Как мы знаем, Эйнштейн в Берне читал основное произведение Юма «Опыт о познании». Над этой книгой просидела до полуночи «академия Олимпия» после описанного выше бегства Соловина на концерт. Эйнштейн высоко ценил произведения Юма. Что он вынес из них?

Мы предполагаем свидетельством самого Эйнштейна и можем ответить на этот вопрос довольно определенным образом. Эйнштейна заинтересовало, можно ли вывести из наблюдения физических явлений существование причинной связи между ними. Юм ответил на это отрицательно. Отсюда он сделал вывод о невозможности проникнуть в область причин, вызывающих наблюдаемые явления, об ограниченности познания лишь самими явлениями и т. д. Впоследствии Кант, следуя за Юмом, пришел к утверждению об априорном характере причинности, а также пространства и времени. Однако представления Эйнштейна о материи как причине ощущений, о познаваемости объективных законов движения материи не были поколеблены чтением Юма ни в малейшей сте-

пени. Эйнштейн исходит из того, что ряд наблюдаемых явлений не определяет однозначным образом характер причинной связи этих явлений. Отсюда следует, что картина причинных связей в известной мере конструируется независимо от непосредственных наблюдений. Эйнштейн говорит о *свободном* конструировании понятий, выражающих каузальную связь. Значит ли это, что указанные понятия имеют априорную природу или являются условными, значит ли это, что каузальные понятия произвольны в целом? Ни в коей мере. Каузальная связь процессов может выражаться при помощи различных конструкций, и в этом смысле выбор их произволен. Но для каждой из них обязательно соответствие с наблюдениями, и мы выбираем из различных конструкций ту, которая в наибольшей степени соответствует наблюдениям.

Обо всем этом придется говорить подробнее позже, потому что Эйнштейн высказал свои взгляды на происхождение каузальных понятий не в связи с чтением и оценкой философских произведений, а главным образом «в рабочем порядке» при построении новых физических концепций. Соответственно и оценка его взглядов должна быть по преимуществу оценкой не формулировок, а эвристического эффекта, роли, которую эти взгляды сыграли в ходе революции в физике.

С этой точки зрения влияние философии Юма на мировоззрение Эйнштейна ограничивалось лишь негативным эффектом. Что же касается Канта, то здесь у Эйнштейна была высказана в явной форме отрицательная оценка кантианской гносеологии. Кант поднял агностицизм Юма до уровня детально разработанной системы и дополнил его рядом концепций, тесно связанных с проблемами классической физики, интересовавшими Эйнштейна с юности, в частности с проблемами пространства и времени.

К Канту целиком относится то, что сказано выше о чисто эстетической оценке философских трудов в высказываниях Эйнштейна. Эйнштейн был последовательным противником философии Канта, неоднократно высказывал свое несогласие с кантианской гносеологией, и в особенности с идеей априорности пространства и времени. И вместе с тем Эйнштейн чувствовал некоторую симпатию к Канту, и чтение Канта доставляло ему живейшее эстетическое удовлетворение. Может быть, и не только

эстетическое: Эйнштейна притягивал к Канту культурно-исторический контекст классической немецкой философии. От работ Канта действительно веет духом Германии — страны Лессинга, Шиллера и Моцарта, так резко контрастирующим с духом Бисмарка, его предшественников и продолжателей. Немецкая культура XVIII в. вызывала в душе Эйнштейна сочувственный резонанс, потому что она была связана с дувшими из-за Рейна ветрами рационализма и свободомыслия. Как уже было сказано, эти веяния Эйнштейн воспринял еще в отрочестве, и они в большой мере определили его мировоззрение. Классическая философия была частью века Разума, и именно этим историческим ароматом, а не своим содержанием она импонировала очень многим. Вспомним, как Гейне — очень далекий от философии Канта — с большим историческим чутьем сопоставляет законопослушного немецкого профессора с Робеспьером² и юмористически, но очень серьезно описывает историю перехода от «Критики чистого разума» к «Критике практического разума»³. Немцы, как известно, *размышляли* о том, что во Франции *делали*, и раскаты революции звучали здесь в философии, литературе и искусстве. Эта стихия классической философии, литературы и музыки была очень близка Эйнштейну. Он по-иному относился к новой философии (как и к музыке Вагнера): здесь вступила в действие критика содержания без примиряющей, почти врожденной симпатии, которую вызывали страницы трактатов Канта.

Эйнштейн воспринял у Юма идею, которой в сущности у последнего и не было. Юм скептически относился к познанию в целом, Эйнштейн — к конкретной ступени познания, к механике Ньютона. Между этими двумя точками зрения — пропасть: чтобы скептически относиться к конкретной, исторически ограниченной теории, нужно быть убежденным в объективной истинности науки в целом, в ее приближении к абсолютной истине; критерием при скептической оценке конкретной теории служит ее соответствие объективной действительности. Поэтому Эйнштейну было не по дороге с классической философией, развивавшейся от Юма к Канту. Он мог бы

² Гейне Г. Собр. соч., т. 6, с. 96.

³ Там же, с. 105—106.

повторить известное стихотворение Шиллера, обращенное к естествоиспытателям и трансцендентальным философам:

*Будьте врагами! Пока помышлять о союзе вам рано:
Только на разных путях правду обряцете вы*⁴.

Классическая философия и естествознание действительно обретали истину на разных путях. Естествознание шло от Ньютона через накопление эмпирических данных и через математическое естествознание XVIII в. к идеям сохранения энергии, необратимости и эволюции. Классическая философия шла через Гегеля и Фейербаха к точке пересечения, к моменту, когда союз философии с естествознанием XIX в. стал требованием времени и осуществился в работах Маркса и Энгельса. Но этот путь был вне поля зрения Эйнштейна.

Поэтому после Спинозы Эйнштейн не находил в классической философии положительной программы познания «внеличного». Он черпал ее в классической науке XIX в. Центр тяжести его интересов перемещался в область теоретической физики. Здесь произошло нечто в известной мере аналогичное отношению Эйнштейна к математике. В юные годы он не нашел в математике тех проблем и разделов, которые непосредственно соответствовали бы его физическим идеям. Он нашел их позднее. Что же касается философского кредо, Эйнштейн и впоследствии не пошел дальше рационализма Спинозы.

Отношение Эйнштейна к позитивизму девяностых и девятисотых годов может быть сформулировано очень просто, если иметь в виду итоговые оценки и фактическую роль этих оценок в его физических работах. Если рассматривать этот вопрос в чисто биографическом плане, он становится несколько более сложным, но и в этом случае он несопоставим ни по сложности, ни по значению с проблемой отношения Эйнштейна к Спинозе. Здесь можно ограничиться самыми краткими замечаниями и остановиться на двух позитивистских концепциях того времени. Одна принадлежала Эрнсту Маху, и смысл ее можно вкратце выразить так: объектом науки служат комплексы ощущений, за которыми не стоит какая-либо объективная причина, существующая независимо от ощу-

⁴ Шиллер Ф. Собр. соч., т. I. М., 1955, с. 290.

щений; научные понятия и законы представляют собой упорядоченную, наиболее «экономную» запись ощущений. Вторая, так называемый конвенционализм, принадлежит Анри Пуанкаре; она утверждает, что понятия науки представляют собой условно принятые допущения, причем вопрос об их соответствии действительности отбрасывается, как выходящий за пределы науки.

Отношение Эйнштейна к философии Маха высказывалось не раз в очень отчетливой и категорической форме. Первоначально Эйнштейн в некоторой мере сочувствовал этой философии, впоследствии же он питал к ней определенную антипатию. Среди выступлений Эйнштейна по философским и научным вопросам трудно найти более резкий эпитет, чем тот, который дан в выступлении на заседании Французского философского общества («Мах — жалкий философ»).

Вместе с тем Эйнштейн в течение долгих лет руководствовался тезисом отнюдь не философским, а относящимся к механике, выдвинутым в «Механике» Маха в связи с критикой понятия абсолютного пространства. Мы позже подробнее разберем указанный тезис, а сейчас следует сказать несколько слов о связи между этим тезисом и критикой ньютоновой концепции у Маха, с одной стороны, и философией Маха, с другой.

Тезис Маха, о котором идет речь, мы изложим пока в самой общей форме: все, что происходит в мире, объясняется взаимодействием материальных тел. Разумеется, здесь нет ничего нового, мы встретили в сущности ту же идею у Спинозы. Но Мах противопоставил этот тезис механике Ньютона, и Эйнштейн назвал его «принципом Маха». В механике Ньютона силы инерции (толчок вперед в экипаже, который внезапно останавливается, и т. п.) объясняются не взаимодействием тел, а изменением скорости тела, отнесенной к самому пространству. Мах считал такое объяснение неправильным.

Это, как уже было сказано, чисто механический тезис, рисующий определенную картину мира. Связана ли с ним философская позиция Маха?

Однозначной связи здесь нет; более того, картина взаимодействующих тел в качестве научной картины объективного мира несовместима с какой бы то ни было разновидностью позитивизма. Связь здесь такая же, как и в целом между критикой *классической* науки и скептициз-

мом в отношении *всякой* науки. Мах в своей работе по истории механики пришел к выводу, что ньютоново абсолютное пространство противоречит общей посылке классической науки — взаимодействию тел как причине всего, что происходит в мире. Но он не мог найти механическую концепцию, которая объяснила бы наблюдаемые факты без ссылок на абсолютное движение и абсолютное пространство. Помимо чисто личных причин (здесь требовался мыслитель совсем другого масштаба), Мах был очень далек от истоков новой, по сравнению с идеями Ньютона, картины мира. Мысль Маха повернула от критики ньютоновой концепции *абсолютного* пространства к критике ньютоновой концепции *объективного* пространства. Это и есть абсолютизирование ограниченного отрезка кривой познания, о котором говорил Ленин⁵.

Эйнштейн никогда не сомневался в объективности пространства. Критика ньютоновых представлений была для него исходным пунктом поисков новых представлений о пространстве как объективной форме существования материи. Именно с этой стороны Эйнштейна и заинтересовали взгляды Маха. Вскоре он увидел неправомерный характер гносеологических выводов Маха из критики ньютоновой механики и различие между механическим «принципом Маха» и махизмом как философским направлением.

«Принцип Маха» фигурировал в работах Эйнштейна долго; только в конце жизни Эйнштейн увидел ограниченный характер этого принципа. Интерес к философии Маха был у Эйнштейна мимолетным, закончился до разработки теории относительности (может быть, в связи с ее разработкой) и сменился отрицательным отношением к махизму.

Среди махистов были распространены самые разнообразные взгляды на идеи Эйнштейна. Сам Мах не признавал теории относительности. Некоторые махисты пробовали интерпретировать концепцию Эйнштейна в качестве иллюстрации позитивистского понимания науки. Когда смысл теории относительности был разъяснен в ряде выступлений Эйнштейна, значительное число учеников Маха почувствовало необходимость несколько реформировать позицию учителя. Такая реформа была проведена в связи с так называемым логическим позитивизмом. Сторонники

⁵ См.: Ленин В. И. Полн. собр. соч., т. 29, с. 322.

его перенесли центр тяжести субъективного «опыта» в область экспериментальной проверки логических конструкций. Но проверке подлежит не соответствие между конструкцией и объективной действительностью, а ее субъективная ценность. Центром «логического позитивизма» была группа физиков и философов в Вене. К этому так называемому венскому кружку принадлежал Филипп Франк — автор упоминавшейся уже монографии об Эйнштейне.

К концепции Пуанкаре Эйнштейн никогда не питал симпатий. Некоторым казалось, будто начиная с тридцатых годов Эйнштейн приблизился к мысли Пуанкаре о научных законах и понятиях как о чем-то свободно и произвольно выбранном в порядке общей условной договоренности ученых. Эйнштейн действительно при разработке единой теории поля в тридцатые — пятидесятые годы часто подчеркивал критерий стройности и общности физической теории, и это могло питать иллюзию, будто речь идет о выборе теории без учета ее соответствия объективной действительности.

В начале творческого пути в работах, излагающих специальную теорию относительности, Эйнштейн чаще подчеркивал роль непосредственного наблюдения и необходимость оперировать в физике принципиально наблюдаемыми величинами и понятиями. Но нельзя забывать, что, когда два человека говорят одно и то же, они говорят не одно и то же, особенно если один из этих людей Эйнштейн. Мах и Эйнштейн оба говорили об «опыте», «наблюдении» и т. д., но Мах понимал под этими терминами нечто не связанное с субстанциальными процессами. Эйнштейн же понимал «опыт» и «наблюдение» как нечто обнаруживающее субстанциальные процессы. Пуанкаре и Эйнштейн оба говорили о «свободном конструировании» физической теории, но у Эйнштейна это означало Лишь необходимость выбора из числа относительно свободно сконструированных теорий (т. е. не связанных однозначно с подлежащими объяснению экспериментальными данными) теории, в наибольшей степени соответствующей реальности.

На вопросе о свободном конструировании физической теории необходимо остановиться подробнее. В 1933 г. в Оксфорде Эйнштейн прочитал лекцию, в которой говорил об «истинной дороге» познания — активной деятельности человека, свободно создающего логические конструкции.

Эта «свободная деятельность», фигурирующая во многих выступлениях Эйнштейна, породила немало недоразумений. Филипп Франк, вообще говоря, добросовестно излагающий выступления Эйнштейна против махизма и против позитивизма в целом, хотел все же в некоторой мере сблизить взгляды Эйнштейна с неомохистской гносеологией «венского кружка» на основе этого тезиса: человек свободно создает логические конструкции⁶. Некоторые философы, стоящие на материалистических позициях, видели в «свободной деятельности» не только весьма условную и не слишком ясную терминологию, но и уступку субъективистской гносеологии по существу, противоречащую многочисленным выступлениям Эйнштейна против концепции независимого от опыта априорного знания и против конвенционализма. Чтобы приблизиться к смыслу, который вкладывал Эйнштейн в понятие «свободной деятельности» познания, приведем выдержку из оксфордской лекции:

«Я убежден, что чисто математические конструкции позволяют найти понятия и связывающие их законы, которые дают ключ к явлениям природы. Опыт, разумеется, может руководить нашим выбором нужных математических понятий, но он практически не может быть источником, из которого они вытекают. В известном смысле я считаю истиной, что чистая мысль способна ухватывать реальное, как об этом мечтали древние»⁷.

Эта декларация прав «свободной мысли» была направлена против эмпиризма Маха, против «чистого описания» и прикованности научных конструкций к феноменологическим констатациям. Но не переходит ли Эйнштейн на позиции кантовского априоризма, не утверждает ли он, что разум свободно выводит картину мира из априорных, присущих ему самому форм познания или из произвольного соглашения в духе Пуанкаре?

У нас есть совершенно определенный критерий для ответа на этот вопрос. Водораздел создается признанием объективности бытия. Поэтому ответ должен быть отрицательным: Эйнштейн стоит на позиции объективности бытия и его познаваемости, он видит в содержании познания отображение бытия, физические идеи Эйнштейна

⁶ Frank, 282—283.

⁷ Ibid., 283.

связаны именно с такой гносеологической позицией. Каков же смысл «свободной деятельности сознания»?

Сознание создает конструкции, которые не навязаны опытом, — гипотетические конструкции. Опыт — конкретные наблюдения — руководит нами при выборе таких конструкций, но они не следуют однозначно из опыта. Они выводятся из общих принципов. Однако эти принципы не априорны. Они вытекают из *общего* представления о мире, выросшего из всей суммы наблюдений, из всего исторически развивающегося познания мира.

Тот факт, что выводы, вытекающие из общей концепции мира и не вытекающие из конкретных наблюдений (например, предсказание существования Нептуна, не следующее в смысле однозначной обязательности из наблюдения звездного неба, а «свободно» выведенное из каузальной концепции мироздания), сталкиваясь с наблюдениями, соответствуют им, означает для Эйнштейна опровержение субъективизма в его последовательной форме, т. е. солипсизма. В «Ответе на критику» — статье, заключающей сборник «Albert Einstein: Philosoph-Scientist», Эйнштейн говорит, что позитивизм ведет к «esse — percipi». Против позитивизма свидетельствует постоянное подтверждение общей концепции мира, подтверждение его материальности и единства. Если выводы из этой концепции, не вытекающие непосредственно из явлений, подтверждаются опытом, значит познание не ограничено явлениями, оно может проникать за пределы явлений, находить вызывающие их объективные причины. Таким образом, «свободная деятельность сознания» была в глазах Эйнштейна аргументом против Беркли и его эпигонов.

Почему «чисто математические конструкции позволяют найти понятия и связывающие их законы, которые дают ключ к явлениям природы»? Почему «чистая мысль способна ухватить реальное, как об этом мечтали древние»?

Эти эпистемологические утверждения Эйнштейна зиждутся на онтологическом постулате: мир — это не хаос отдельных процессов, а нечто единое, процессы природы объединены определяющей их ход универсальной каузальной связью. Мы постигаем эту связь и тем самым проникаем за пределы явлений, причем существование лежащей за ними объективной причины доказывается совпадением «свободных» (т. е. вытекающих из общей кон-

цепции мира, но не predeterminedных данным конкретным наблюдением) конструкций с результатами эксперимента.

Такая онтологическая и гносеологическая схема предполагает, что математические утверждения могут соответствовать или не соответствовать результатам физического эксперимента, что сразу исключает и примитивное представление о каждой геометрической теореме как о простом описании наблюдаемых тел, и представление об основах геометрии как о результате соглашения или же как об априорном достоянии человеческого разума.

Чрезвычайно ясное изложение концепции «свободной деятельности сознания» дано в статье Эйнштейна «Влияние Максвелла на эволюцию понятия физической реальности». Здесь прежде всего говорится об уверенности в объективности мира как об основе науки. Далее Эйнштейн говорит о необходимости умозрительных конструкций для познания реального мира.

«Уверенность в существовании внешнего мира независимо от познающего субъекта лежит в основе всего учения о природе». Но восприятия не дают непосредственным образом сведений об этом внешнем мире, об этой «физической реальности», и последняя может быть нами постигнута умозрительно. Поэтому наши представления о реальности никогда не могут быть окончательными. Чтобы они находились в согласии с наблюдаемыми фактами логически безукоризненным — насколько это возможно — образом, нам нужно быть готовыми к изменению указанных представлений — фундаментальных аксиом физики⁸.

Умозрение, о котором здесь идет речь, отнюдь не противостоит наблюдениям. Оно не имеет самостоятельных (например, априорных, как у Канта, или условных, как у Пуанкаре) источников помимо наблюдений. Но оно противостоит *отдельным* наблюдениям, потому что последние не дают картины, тождественной действительности. Неаприорная и несводимая к условному соглашению природа умозрения выражается в неокончательном характере умозрительных конструкций вплоть до самых фундаментальных аксиом физики. Они зависят от наблюдений в целом, но это понятие «в целом» означает бесконечно растущее множество экспериментов, последовательно толкающих

⁸ См.: Comment je vois le monde, 194.

физику ко все более адекватному описанию реальности. Аксиомы физики могут пересматриваться, более того, неизбежно должны пересматриваться, но это не относится к утверждению о независимости существования физической реальности от познающего субъекта. Такое утверждение — общая предпосылка какой угодно физической теории.

Итак, «свобода» познания — это свобода от конкретных и частных результатов наблюдения и зависимость от общей идеи мироздания — итога наблюдений, эксперимента и практики *в целом*. Отсюда следует признание ценности научных концепций, которые не вытекают однозначно из наблюдений (хотя и подсказаны наблюдением) и выдвинуты активной деятельностью сознания. Такие концепции называются гипотезами. Они выдвигаются «в кредит» с последующей проверкой, которая может их отвергнуть или сделать однозначными теориями.

Историческим образцом гипотезы, вытекающей из общих принципов, была для Эйнштейна античная атомистика. В 1930 г., ознакомившись более подробно с системой Демокрита благодаря книге, выпущенной Соловином, Эйнштейн написал Соловину несколько слов о своем впечатлении. В этом письме Эйнштейн смотрит на Демокрита не в исторической перспективе, а как на современника. Сейчас важнее всего отметить, что восхищение Эйнштейна вызвала твердая уверенность Демокрита в абсолютном всевластии физической причинности.

«Достойна восхищения твердая вера в физическую причинность, которая не останавливается даже перед волей homo sapiens. Насколько мне известно, только Спиноза был так же радикален и последователен»⁹. Философия Спинозы была для Эйнштейна эталоном детерминизма.

Картина мира, в которой нет ничего, кроме атомов, их движения и взаимодействия, долгое время была для Эйнштейна идеалом научного объяснения природы. Работы Эйнштейна о броуновском движении доказали, что за специфическими макроскопическими процессами стоят движущиеся и сталкивающиеся молекулы. Эйнштейновская теория излучения рассматривает свет как совокупность движущихся частиц. Теория относительности освободила классическое представление о природе от абсолютов,

⁹ Lettres à Solovine, 54—55.

чуждых картине взаимно смещающихся, движущихся одна относительно другой материальных частиц. Правда, в конце концов идеи Эйнштейна привели к представлению о *превращении* частиц, которое не укладывается в указанную идеальную схему. Но этот финал в значительной мере относится не к биографии Эйнштейна, а к биографии его идей.

Для биографии Эйнштейна существенно, что научная теория, с его точки зрения, может развиваться в известных пределах, питаясь общей тенденцией, связывая объяснение некоторых фактов с исходными посылками научной картины мира все более естественным образом, все более освобождаясь от произвольных дополнительных постулатов. Она при этом оставляет будущему полную экспериментальную проверку. Таким путем, как мы видели, выросли конкретные физические теории Эйнштейна. Мы видели также, что эти теории не могли вырасти в результате лишь стихийного признания объективной реальности мира, они требовали сознательного гносеологического кредо. Идеи «надличного» мира, идеи Спинозы, обобщение исторического развития науки привели Эйнштейна к определенной философской платформе. Эта платформа была существенной предпосылкой физических открытий. В свою очередь, физические открытия Эйнштейна делали все более определенными его гносеологические позиции. Теория броуновского движения заставила Эйнштейна отчетливее увидеть гносеологические корни отрицания реальности атомов в работах Маха. Размышления над проблемой относительности инерционного, а затем и ускоренного движения привели к более отчетливому представлению о независимости бытия от познания.

Годы дискуссий по проблемам микромира были отмечены еще более резкими, чем раньше, выступлениями Эйнштейна против позитивизма.

При этом дело не сводилось к новым аргументам в пользу объективности и познаваемости бытия. Эйнштейн находил новые углы зрения на прошлое; оценка современного положения науки и прогнозы на будущее переплетались с ретроспективными оценками. С этой точки зрения следует остановиться на содержании статьи Эйнштейна «Замечания о теории познания Бертрانا Рассела»¹⁰, на-

¹⁰ Эйнштейн, 4, 248—252.

писанной в 1944 г. для посвященного Расселу тома «Library of Living Philosophers».

Эта статья показывает, как далек был Эйнштейн и от феноменалистического эмпиризма Маха, от априоризма и конвенционалистских представлений о независимости чисто логического процесса познания от опыта. Статья показывает далее, что выступления Эйнштейна против указанных гносеологических схем вытекали из самых глубоких идей мыслителя и опирались на обобщение всей истории научной мысли.

Эйнштейн пишет, что уже на заре науки появилась иллюзия априорного постижения действительности. Эта иллюзия не исчезла, Эйнштейн находит ее даже у Спинозы. Эйнштейн говорит, что эта «более аристократическая» концепция априорного постижения находит свое дополнение в «более плебейской» иллюзии: вещи, какими они нам представляются, действительно существуют. Эта наивная точка зрения является исходной для индивидуального познания и для науки в целом. Но она соответствует только детству науки, так же как и общее убеждение в априорном постижении бытия. Уже в древности люди узнали, что объективная причина ощущений отличается от явлений. В новое время наука конкретизовала это различие. Юм вывел из него скептицизм в отношении эмпирических методов познания: они, по мнению Юма, не могут проникнуть в объективный мир, стоящий за миром явлений. Затем, продолжает Эйнштейн, на арену вышел Кант. Он объявил, что достоверное знание вытекает из деятельности самого разума и его достоверность не означает соответствия знаний независимому объективному миру. В сущности этим была завершена эволюция агностицизма. Юм отказал в объективной достоверности результатам наблюдения — они не могут свидетельствовать о существовании причинной связи событий. Кант отринул объективность таких категорий, как пространство, время и причинность, — они принадлежат самому разуму в качестве априорных категорий. Далее философия агностицизма лишь повторяла Юма и Канта.

Таким образом, исторически сложились два дополняющих одно другое и внутренне связанных одно с другим направления агностицизма. Одно из них ограничивает задачи познания наблюдениями и их систематизацией. Другое вслед за Кантом рассматривает знание как результат

развития априорных, присущих разуму идей. Когда оказалось, что наука меняет представления, которые Кант считал априорными, агностицизм объявил их результатом соглашения, приписал им прагматическую, но отнюдь не онтологическую ценность.

Эйнштейн был прямым наследником рационализма Спинозы и материалистов XVIII в., он приписывал разуму способность адекватного постижения природы и конструкциям разума — объективную онтологическую ценность.

Но «свободно действующий разум» приводит к адекватной картине действительного мира, пользуясь понятиями, из которых выводятся заключения, допускающие экспериментальную проверку. Это основной эпистемологический тезис, отличающий позицию Эйнштейна, развивающий общую посылку рационализма Спинозы, противостоящий всем направлениям позитивизма, неоднократно высказывавшийся и, что самое главное, служивший руководящей нитью при построении физических теорий.

В свете указанной идеи Эйнштейн критикует позитивистские концепции. Для позитивистов все понятия и проблемы, которые не могут быть получены из эмпирического сырья, подлежат изъятию как «метафизические». Но это требование, если его твердо придерживаться, исключает в качестве «метафизической» любую мысль. Чтобы мышление не деградировало в метафизику или в пустой разговор, нужно только, чтобы предложения, выводимые из данной системы понятий, были достаточно тесно связаны с чувственным опытом...¹¹

Этот тезис, отточенный в работе над проблемами относительности, квантовой механики и единой теории поля, позволяет Эйнштейну, несмотря на сохранившееся во многих отношениях сочувствие к философии Юма, видеть, что именно от Юма идет традиция отождествления поисков объективной истины с «метафизикой». По словам Эйнштейна, именно Юм создал опасный для философии, появившийся после его критического анализа фатальный страх перед «метафизикой», «который стал болезнью современного философствования в духе эмпиризма». Эта болезнь — двойник раннего философствования, которое

¹¹ См.: *Эйнштейн*, 4, 252.

хотело пренебречь опытом и отделаться от всего, что дано чувственным восприятием¹².

В одной из своих статей о единой теории поля Эйнштейн показывает, какую роль играет идея сочетания и неразрывности логического мышления и эмпирического опыта в генезисе теории относительности. Нетрудно увидеть, что здесь даны обобщенные характеристики аксиоматическо-математического метода и экспериментальных поисков, т. е. «внутреннего совершенства» и «внешнего оправдания».

Приведем отрывок из этой статьи, написанный Эйнштейном в начале долголетних поисков единой теории (статья напечатана в 1929 г.):

«Характерными чертами, отличающими общую теорию относительности и еще больше третью стадию теории — единую теорию поля от других физических теорий, являются меньшая степень произвола в формальных рассуждениях, узорность эмпирических основ, радикальный характер теоретических построений и, наконец, уверенность в единстве тайн природы и в способности интеллекта познать их. В этом и заключается та особенность, которая физикам, склонным к реализму и позитивизму, кажется слабостью; но рассуждающему интеллекту математика представляется чертой весьма привлекательной и даже очаровывающей. В своих блестящих исследованиях по теории познания Мейерсон дает отличное сопоставление интеллектуальных позиций теоретика-релятивиста и Декарта или даже Гегеля, не допуская при этом осуждения, которое физик, естественно, захотел бы в них найти.

Однако в конечном счете единственным компетентным судьей остается опыт. Между тем в защиту теории все-таки можно сказать одно. Прогресс научных знаний должен приводить к тому, что формальное упрощение может достигаться только ценой увеличения разрыва между фундаментальными гипотезами теории, с одной стороны, и непосредственно наблюдаемыми фактами, с другой. Теория должна переходить все больше и больше от индуктивного метода к дедуктивному, хотя самое важное для всякой научной теории требование, чтобы она соответствовала фактам, будет сохраняться всегда»¹³.

¹² Там же.

¹³ Эйнштейн, 2, 265.

Упомянутые здесь исследования Эмиля Мейерсона включают в качестве сквозной идеи необходимость синтеза идентифицирующей функции разума, находящего в природе тождество, и индивидуализирующей функции познания, ищущей нетождественность физических объектов и процессов с помощью эмпирического наблюдения. Констатации нетождественности опираются не на систематическое изложение науки данной эпохи, а на обобщение истории науки, в которой наблюдения не только отождествляются с другими, но и заставляют менять логические выводы, заменяя их другими.

В статье, посвященной книге Мейерсона «Релятивистская дедукция», Эйнштейн пишет:

«Основная идея Мейерсона, определившая направление всей работы, состоит, по-видимому, в том, что теорию познания можно построить не с помощью анализа мышления и рассуждений чисто логического порядка, но лишь с помощью рассмотрения и интуитивного схватывания констатаций эмпирического порядка. „Констатация эмпирического“, по Мейерсону, состоит из совокупности имеющихся научных результатов и их истории. По-видимому, у автора рассматриваемой книги сложилось впечатление, что основной проблемой должна была бы быть проблема соотношения между научным мышлением и содержанием данных нашего опыта, а именно: в какой мере в науках можно говорить об индуктивном методе? Он отвергает позитивизм так же, как и прагматизм, и борется с увлечением с этими философскими течениями. Хотя события и факты действительности и составляют основу всякой науки, они не являются ее содержанием, сущностью. Они просто являются теми данными, которые составляют предмет этой науки. Отсюда следует, что простую констатацию эмпирических соотношений между экспериментальными фактами нельзя считать единственной целью науки»¹⁴.

Гносеологические воззрения Эйнштейна эволюционировали в течение его жизни. У него не было с самого начала окончательно установившихся решений, которые затем в неизменном виде применялись бы к конкретным физическим проблемам. Выработка и уточнение гносеологических идей переплетались с их применением, иногда опережая физические концепции, иногда отставая от них.

¹⁴ Эйнштейн, 4, 98.

При этом гносеологические принципы никогда не достигали такой стройности и цельности, какой отличались физические теории Эйнштейна.

Вместе с тем нужно сказать, что уже до появления теории относительности у Эйнштейна уже сложились *основы* гносеологического кредо. Они еще не стали четкими, и антипозитивистская установка Эйнштейна выражалась тогда не в каких-либо определенных оценках, а в уверенности в объективной и познаваемой гармонии мироздания. Эта уверенность была необычайно глубокой, она окрашивала всю жизнь Эйнштейна, она определяла интересы, этические позиции и эстетические склонности.

Вернемся теперь к физической идее Маха, к представлению о силах инерции, обязанных своим возникновением не ускорению относительно пространства, а действию всей совокупности образующих Вселенную тел. Здесь нам придется вспомнить о роли полевой концепции в генезисе и логической структуре теории относительности, т. е. о содержании предыдущей главы. Но и собственно фило-софская позиция Эйнштейна, то, о чем говорилось в настоящей главе, связано с эволюцией взглядов Эйнштейна на принцип Маха.

Об этом принципе уже говорилось и в начале книги, и совсем недавно при общей характеристике отношения Эйнштейна к идеям Маха. Теперь об этом надо сказать подробнее¹⁵.

Принцип Маха можно высказать в такой форме: поскольку взаимные смещения звезд происходят с очень малой скоростью, не сопоставимой со скоростью распространения взаимодействий, можно рассматривать совокупность звезд как звездный газ, отнести инерционное движение к системе отсчета, в которой этот газ неподвижен, и считать действие этого газа причиной сил инерции.

Мах отказался от понятия абсолютного пространства. Пример Ньютона — во вращающемся ведре вода под влиянием центробежных сил поднимается к краям, в неподвижном ведре она не испытывает воздействия этих

¹⁵ Дальнейшие страницы (до конца главы) представляют собой сокращенное изложение статьи «Эйнштейн и принцип Маха», напечатанной в «Эйнштейновском сборнике» в «Organon» (по-французски) и вошедшей во второе издание «Этюдов об Эйнштейне» (М., 1970, с. 451—495).

сил — Мах объясняет исходя из относительности всякого движения. «Опыт Ньютона с вращающимся сосудом показывает то, что относительное вращение воды по отношению к стенкам сосуда не пробуждает заметных центростремительных сил, но что эти последние пробуждаются относительным вращением по отношению к массе Земли и остальным небесным телам»¹⁶.

Инерция, продолжает Мах, отнесена к неподвижным звездам, вообще к совокупности тел, образующих мир: «Если мы говорим, что тело сохраняет свое направление и скорость в пространстве, то в этом заключается только краткое указание на то, что принимается во внимание весь мир»¹⁷. Эта фраза должна быть интерпретирована как переход от совокупности дискретных тел, образующих Вселенную, к натянутому на эти тела пространству, к системе отсчета, в которой неподвижен звездный газ.

Какая позиция по отношению к принципу Маха вытекала из наиболее общих идей Эйнштейна?

Эйнштейн называл программой Ньютона классический идеал науки — такое каузальное описание мира, в котором все объясняется взаимодействием тел, в свою очередь зависящим от их положения, от пространственного распределения масс и от их скоростей. Чтобы выполнить эту программу (ей противоречило абсолютное пространство как причина сил инерции), нужно было отказаться от основ ньютоновой механики. Общая теория относительности казалась выполнением программы Ньютона, но впоследствии выяснилось, что она не укладывается в эти рамки и это связано с ее полевым характером. Обобщение классической теории поля Эйнштейн называл программой Максвелла. Программа Ньютона и программа Максвелла оказались несогласуемыми без ряда совершенно новых понятий, которые позволили явственно продемонстрировать несовместимость принципа Маха и последовательного обобщения полевой концепции.

В пределах программы Ньютона разграничение понятий тождественности физической ситуации и ковариантности физических закономерностей теряет значение. С точки зрения этой программы во Вселенной существует в

¹⁶ Мах Э. Механика. Историко-критический очерк ее развития. СПб., 1909, с. 194.

¹⁷ Там же.

каждый момент некоторая конфигурация качественно неизменных, неисчезающих, тождественных себе тел и любой процесс, в том числе любой эксперимент, меняет эту конфигурацию. Изменяются некоторые расстояния между телами, и это в последнем счете *единственный* реальный процесс в природе. При переходе от одной системы отсчета к другой этот процесс не меняется. Никаких других реальных процессов, помимо изменения относительных положений тел, не может быть; если не изменилась конфигурация тел, значит, вообще ничего не произошло. Поэтому и ковариантность закономерностей, обнаруживаемых в двух ситуациях, становится тривиальной: двух ситуаций нет, существует лишь одна, тождественная себе ситуация.

Иначе складывается дело в рамках *программы* Максвелла. Возникновение тяготения в системе, которой мы приписали неподвижность, можно сравнить с появлением магнитного поля, когда мы представляем электрическое поле в качестве движущегося, или с появлением электрического поля при переходе к системе, в которой движется магнитное поле. В 1914 г. в статье «Формальные основы общей теории относительности» Эйнштейн говорил об эквивалентности гравитационных сил в неподвижной системе K и сил инерции в движущейся с ускорением, например вращающейся системе K' , и затем преобразовывал систему отсчета так, чтобы неподвижной считалась система K' . Поскольку эффекты тяготения и инерции одни и те же, мы не получим каких-либо новых явлений, но получим иное объяснение ускорений, которые ранее объяснились центробежными силами.

«Отсюда следует, — продолжает Эйнштейн, — что мы имеем все основания рассматривать вращающуюся систему K' как покоящуюся и интерпретировать поле центробежных сил как некоторое гравитационное поле. Эта интерпретация напоминает положение дел в специальной теории относительности, когда пондеромоторная сила, действующая на движущуюся в магнитном поле электрическую массу, истолковывается как действие на эту массу электрического поля, которое с точки зрения движущейся вместе с ней системы отсчета присутствует в месте расположения заряда»¹⁸.

¹⁸ Эйнштейн, 1, 328.

Возможно ли с помощью подобных полевых понятий обойтись без отдаленных масс как источников поля сил инерции, как тел, притягивающих воду к краям вращающегося ведра? Можно ли отказаться от воздействия отдаленных масс при объяснении сил инерции? Можно ли в теории тяготения, ускоренного движения и сил инерции ссылаться на процессы, несводимые к изменению пространственного расположения масс и вместе с тем не относить ускоренное движение к самому пространству?

В сущности, именно такова тенденция общей теории относительности. В этой теории гравитационное поле зависит от распределения энергии, от всей совокупности агентов, воздействующих на кривизну пространства-времени. Иногда задают вопрос, может ли вызвать вращение однородного шара или кольца какой-либо физический эффект, ведь такое вращение не меняет ничего в распределении масс, не меняет ориентации вращающегося тела по отношению к другим телам. Но вращение однородного шара или кольца меняет распределение энергии, и такое изменение может дать определенный физический эффект. Эддингтон считает такой эффект противоречащим принципу Маха. Он формулирует этот принцип так: «Все механические явления могут быть в конечном счете сведены к относительному положению и к изменениям положения масс во всем мире»¹⁹. С такой точки зрения абсолютное вращение, т. е. вращение без изменения относительной ориентировки, не может быть причиной физических явлений и не может обладать физическим смыслом. Но вращение тела, если оно ничего не меняет в положении тела, меняет распределение энергии.

Эддингтон рассматривает кольцо, состоящее из однородного и непрерывного вещества и вращающееся как колесо по отношению к окружающим массам. По сравнению с неподвижным кольцом вращающееся кольцо не создает какого-либо иного распределения масс, вращение не состоит в каком-либо изменении взаимной ориентации тел. Тем не менее могут существовать физические эффекты вращения, поскольку распределение энергии изменяется при вращении кольца по сравнению с его покоем. Эддингтон говорит, что вращение однородного шара или кольца имеет абсолютный (т. е. независимый от ориентировки

¹⁹ Эддингтон А. Теория относительности. М.—Л., 1934, с. 315.

относительно других тел) характер, если понимать под «вращением» изменение других условий, помимо распределения масс.

Слово «вращение» по своему привычному, кинематическому смыслу ассоциируется с изменением пространственной ориентировки. Такое изменение имеет смысл при наличии систем отсчета равноправных либо включающих одну привилегированную систему. В первом случае вращение (без кавычек, в привычном смысле перемещения масс) будет относительным и его можно «оттрансформировать», перейдя к системе отсчета, в которой вращающееся тело неподвижно. Во втором случае вращение имеет абсолютный характер и будет сопровождаться эффектами, отличающими привилегированную систему от других. Следует подчеркнуть: относительное движение — это изменение пространственного положения, пространственной ориентировки, отнесенное к одной из равноправных систем отсчета; абсолютное движение — это изменение пространственного положения в привилегированной системе отсчета. «Вращение» однородного шара и все чисто полевые процессы, в которых распределение энергии меняется без изменения пространственного положения масс, находятся вне этой контroversы.

Почему же принцип Маха в течение долгих лет был эвристическим принципом при создании и разработке общей теории относительности и релятивистской космологии? И связанный с этим второй вопрос: что заставило Эйнштейна отказаться от принципа Маха?

В 1916 г. в «Основах общей теории относительности» Эйнштейн следующим образом излагал идеи относительности ускорения. Возьмем, предлагает он, две одинаковые по величине и форме жидкие массы, которые свободно парят в пространстве так далеко одна от другой, что можно пренебречь их взаимным тяготением. Эти две массы вращаются с постоянной угловой скоростью одна по отношению к другой вокруг соединяющей их линии. Наблюдатель, регистрирующий вращение каждой массы, покоится по отношению к другой массе. Но помимо такой регистрации возможно измерить форму каждой массы покоящимся относительно нее масштабом. Измерения привели к следующему результату: масса S_1 оказалась сферой, а масса S_2 — эллипсоидом вращения, она сплюснута по оси вращения.

«Теперь, — говорит Эйнштейн, — возникает вопрос: по какой причине тела S_1 и S_2 ведут себя по-разному? Ответ на этот вопрос может быть только тогда признан удовлетворительным с теоретико-познавательной точки зрения, когда обстоятельство, указанное в качестве причины, является наблюдаемым опытным фактом, ибо принцип причинности только тогда имеет смысл суждения о явлениях в мире нашего опыта, когда в качестве причин и следствий в конечном итоге оказываются лишь факты, могущие быть наблюдаемыми»²⁰.

Здесь придется немного остановиться. Требование принципиальной наблюдаемости процессов, фигурирующих в качестве причин и следствий, иначе говоря, требование физической содержательности исходных и конечных понятий сохраняется в физике только потому, что оно модифицируется, потому, что понятие принципиальной наблюдаемости меняется. В свое время принципиально наблюдаемыми считались процессы, однотипные с поведением макроскопических тел, а последние считались непосредственно воздействующими на органы чувств. Но классической физиологии стало известно, что на зрение действуют электромагнитные волны; стали известны и другие факты, заставившие расширить сферу принципиально наблюдаемого. Представим себе, что причиной некоторых наблюдаемых явлений служат электромагнитные волны. Разумеется, они обладают принципиальной наблюдаемостью не в меньшей степени, чем взаимные перемещения тел. Подобные процессы не учитываются представлением об изменении взаимной ориентировки тел как о единственной причине физических эффектов.

Может ли общая теория относительности освободиться от того противоречащего духу теории поля представления о «Вселенной типа ньютоновой», с которым связано включение принципа Маха в систему постулатов общей теории относительности?

Из сказанного выше следует, что этот вопрос отнюдь не может быть решен простым исключением принципа Маха. Этот принцип противоречит духу теории поля. Но разве мы можем нарисовать сейчас чисто полевою картину мира? Этот принцип связан с представлением о «Вселенной типа ньютоновой», Вселенной, где все опре-

²⁰ Эйнштейн, 1, 455.

деляется положением и взаимодействием тел. Но разве мы фактически можем вывести существование этих тел и их взаимодействие из закономерностей поля?

В этих вопросах звучит в сущности одна и та же констатация. Ее можно сформулировать с помощью некоторой исторической аналогии.

Ньютон не мог достичь классического идеала, того, что Эйнштейн назвал «программой Ньютона». По ряду причин Ньютон должен был отнести силы инерции не к телам, а к пустому пространству и ввести понятия абсолютного движения и абсолютного пространства. Многие мыслители, начиная с современников Ньютона, в том числе Гюйгенса и Лейбница, понимали незаконность этих понятий. Но последние могли быть исключены только на основе новых представлений, и классический идеал восторжествовал ценой таких обобщений, которые таили радикальный отказ от этого идеала как исходного принципа науки.

Аналогичным образом Эйнштейн не имел возможности реализовать то, что можно было бы назвать «программой Эйнштейна» и что включало отказ от принципа Маха. Многие физики (в том числе сам Эйнштейн в автобиографическом очерке 1949 г.) понимали незаконность включения принципа Маха в число постулатов общей теории относительности как теории поля. Но так же, как в классической физике, критика абсолютного пространства не привела в течение двух с половиной веков от Ньютона до Эйнштейна к принципу Маха, так же критика принципа Маха в релятивистской физике не привела (пока не привела и, разумеется, тут не потребуется двух с половиной столетий) к космологической теории, однозначным образом исключаящей этот принцип. Не привела, несмотря на наличие логически безупречных аргументов, не менее сильных, чем аргументы против абсолютного пространства, выдвигавшиеся с 1687 г. («Математические начала натуральной философии») до 1916 г. («Основы общей теории относительности»).

Принципу Маха противостоит теория относительности как полевая теория. Но является ли она уже сейчас полностью полевой?

«Одна теория отличается от другой, — пишет Эйнштейн, — главным образом выбором „кирпичей“ для фундамента, т. е. ни к чему несводимых основных понятий,

на которых построена вся теория. В классической теории (механика) такими основными понятиями являются материальная точка, сила взаимодействия между материальными точками и инерциальная система (последняя состоит из декартовой системы координат и временной координаты). С ростом наших знаний об электромагнитном поле к числу основных понятий прибавилось понятие поля, рассматриваемого как второй носитель энергии»²¹.

Обратимся, однако, к тем модификациям, которые внесены в критерий выбора «кирпичей» и в само это понятие теорией относительности. Последняя не только изменила смысл такого исходного понятия, как инерциальная система (включив в это понятие постулат постоянства скорости света). «Теория предполагает далее, что мы можем отбросить концепцию материальной точки и иметь дело только с концепцией поля», — говорит Эйнштейн после приведенных строк о «кирпичах» физической теории. Речь идет о специальной теории относительности. Она, релятивируя одновременность, исключает образ Вселенной как системы материальных точек, которые своей дислокацией и мгновенным значением потенциальных энергий определяют состояние Вселенной в последующие мгновения.

Общая теория относительности еще радикальнее переходит от этого образа (постулируемого принципом Маха) к полювому представлению. Из числа элементарных, исходных понятий исключается инерциальная система. «В общей теории относительности инерциальная система заменяется полем смещений, которое является составной частью единого поля, представляющего собой единственное средство описания реального мира. Пространственный аспект реальных вещей, таким образом, полностью выражается полем, зависящим от четырех координат — параметров; он есть свойство этого поля»²².

Речь идет об общей теории относительности как о левой теории. И вот такая теория относительности была для Эйнштейна идеалом (как для Ньютона могла бы быть идеалом, а для классической механики в целом действительно была идеалом, схема мироздания, состоящего только из взаимодействующих материальных точек), а не

²¹ Эйнштейн, 2, 787.

²² Там же, с. 788.

достигнутой позицией. В конце книги «Сущность теории относительности», указывая на необходимость полевого представления, чтобы избежать включения инерциальной системы в число исходных понятий, Эйнштейн пишет:

«По этой причине я не вижу в существующей ситуации другого возможного пути, кроме чисто полевой теории, которая, впрочем, должна тогда решить такую чрезвычайно трудную задачу, как вывод атомистического характера энергии»²³.

По отношению к чисто полевой теории, которой может быть только теория единого поля, общая теория относительности служит предварительным, вынужденным по своему ограниченному характеру построением.

Вспомним об уже излагавшейся схеме регенераций — сдвигов в клетках дискретного пространства-времени. От импульса, т. е. от диссимметрии этих сдвигов, зависит близость ультрамикроскопической траектории к макроскопической и близость макроскопической скорости частицы к ультрамикроскопической скорости, равной скорости света²⁴.

Но диссимметрия теряет смысл, когда нет симметрии. Если диссимметрия пропорциональна импульсу частицы, то ее массе пропорциональна симметрия. Последняя служит мерой энтропии в обобщенном смысле, мерой отсутствия макроскопических закономерностей, так же как энтропия в обычном термодинамическом смысле служит мерой симметрии случайных сдвигов молекул и при своем максимуме соответствует полному отсутствию макроскопических перепадов и возможности макроскопических процессов в состоящей из микроскопических объектов системе.

При отсутствии диссимметрии вероятностей сдвигов, т. е. при максимальной симметрии, шансы регенерации во всех направлениях одинаковы и существует полная неопределенность направления, которая макроскопически выражается в покое частицы. Эта симметрия нарушается диссимметризирующим импульсом. Диссимметризирующий импульс должен преодолеть определенную энтропию, т. е. некоторую количественную меру симметрии, создать

²³ Там же, с. 789.

²⁴ См. гл. «Единая теория поля», с. 371—374 и указанную там статью «Complementarity and Relativity».

неравенство вероятностей между сдвигом, направленным в положительном направлении линии диссимметрии, и сдвигом в противоположном, отрицательном направлении. Мере такой диссимметрии вероятности можно назвать неэнтропией, так называют меру макроскопической упорядоченности статистического множества микропроцессов, меру возможности макроскопических процессов. Каждой скорости на макроскопической траектории соответствует определенная мера диссимметрии. Чтобы перейти к другой мере диссимметрии, нужно преодолеть всю ту энтропию, которая стоит за существующей сейчас диссимметрией. Чем больше преодоленная энтропия, тем больше диссимметрия, иными словами, чем больше скорость частицы, тем большая интенсивность диссимметризирующего поля требуется для перехода к более высокой диссимметрии; чем, таким образом, выше скорость частицы, тем больше коэффициент пропорциональности между силой и ускорением, тем больше масса частицы.

Ответственными за диссимметрию мы считаем локальные импульсы, соответствующие неравномерностям в распределении энергии в пространстве. Но какой фактор ответствен за симметрию?

Естественной представляется мысль об однородном распределении энергии как о факторе, вызывающем определенную интенсивность симметрии у каждого типа частиц, иначе говоря — о Вселенной в тех масштабах, где локальные неоднородности, вплоть до расстояний между скоплением галактик, оказываются пренебрежимо малы. Такое предположение соответствует — лучше сказать, не противоречит — некоторым моделям Метагалактики, в особенности замкнутым моделям. Если модель конечной Метагалактики позволяет избежать парадокса бесконечного тяготения в каждой точке, она может объяснить и конечные значения масс покоя элементарных частиц.

Метагалактическое поле измеряется не каким-либо вектором, а скаляром — значением массы. Это объясняется его полной изотропностью: в любом направлении частице противостоит одна и та же «толща» действующей на частицу Метагалактики. Такая изотропия гарантирует симметрию вероятностей элементарных сдвигов и скалярный характер эффекта метагалактического поля.

Можно было бы продолжить космологические гипотезы, вытекающие далеко не однозначным образом из идеи

дополнительности диссимметрии вероятностей регенераций, обязанной локальным полям, и симметрии вероятностей, обязанной изотропному метагалактическому полю. Но нет смысла уходить в сторону от основной задачи уже высказанных гипотез — демонстрации логической возможности такой модели мира, которая сохраняет для космических масштабов принцип воздействия макроскопических условий на локальные процессы и вместе с тем отказывается от схемы небесных тел, вызывающих своим воздействием силы инерции.

Речь здесь идет о космосе отнюдь не в ограниченном смысле совокупности небесных тел, а о гораздо более общем и точном понятии, охватывающем все частицы и, соответственно, все поля, все средоточия энергии. Разумеется, такое предположение противоречит принципу Маха, который не может остаться в немеханической картине мира именно потому, что он ограничивает агенты, действующие на локальные тела, совокупностью других тел и вследствие этого не укладывается в рамки новой, полевой концепции.

Подобная схема является историко-физической моделью, она не претендует ни на что большее, чем возможность охарактеризовать современное состояние проблемы с помощью конструкции, показывающей логическую допустимость замены принципа Маха другим, полевым по своему характеру принципом.

Эйнштейн и Бор

Ответы на общие вопросы, в свое время вызывавшие ожесточенные дискуссии, в ваши дни известны каждому начинающему. А мне хочется сегодня, когда Эйнштейна уже нет с нами, сказать, как много сделал для квантовой физики этот человек с его вечным, неукротимым стремлением к совершенству, к архитектурной стройности, к классической законченности теорий, к единой системе, на основе которой можно было бы развивать всю физическую картину. В каждом новом шаге физики, который, казалось бы, однозначно следовал из предыдущего, он отыскивал противоречия, и противоречия эти становились импульсом, толкавшим физику вперед. На каждом новом этапе Эйнштейн бросал вызов науке, и, не будь этих вызовов, развитие квантовой физики надолго бы затянулось.

Нильс Бор

В то время когда Эйнштейн в Берлине искал пути к общей теории относительности, в Копенгагене началось новое движение в теоретической физике, которое вскоре оказалось в центре общего внимания. Нильс Бор применил квантовые идеи к объяснению строения атома.

Исходным пунктом генезиса атомной физики был периодический закон Менделеева. За сорок лет, прошедших с 1869 г. — года открытия периодического закона, — было сделано немало попыток физической интерпретации периодичности. Многие стремились объяснить, почему в ряду элементов, расположенных в порядке возрастания атомного веса, периодически, через определенное число элементов, повторяются химические свойства, появляются сходные по своим свойствам элементы. Открытие дискретных частей атома позволило решить задачу.

В 1911 г. Резерфорд своими экспериментами доказал, что атом состоит из ядра, находящегося в центре атома и занимающего ничтожную часть его объема, а также из отрицательно заряженных частиц — электронов, движущихся вокруг ядра. Эта первоначальная схема впоследствии стала более сложной. Был выяснен состав ядер:

в них находятся протоны, несущие положительный электрический заряд, и электрически незаряженные нейтроны. Орбиты электронов располагаются как бы слоями; близкие орбиты образуют оболочки атомов; в ряду все более тяжелых атомов, т. е. атомов, включающих все больше ядерных частиц и соответственно все большее число обращающихся вокруг ядра электронов, мы встречаем сначала одну оболочку, потом две и т. д. На внешней оболочке, при переходе к все более тяжелым атомам, мы встречаем один, два, три и т. д. электрона, потом, когда орбита заполнена, мы снова встречаем один, два и т. д. электрона на следующей оболочке. Каждая оболочка заполняется определенным числом электронов. Таким образом, в ряду все более тяжелых атомов через определенное число номеров встречаются атомы с тем же числом внешних электронов, т. е. электронов, находящихся на внешней оболочке. Поскольку химические и некоторые физические свойства элементов зависят от числа внешних электронов, эти свойства периодически повторяются.

Однако представление об электроне, обращающемся по орбите, не согласуется с законами электродинамики. Такой электрон должен излучать электромагнитные волны, которые постепенно будут уносить энергию электрона, и последний, двигаясь все медленнее, в конце концов не сможет противостоять притяжению ядра и упадет на ядро. Подобный вывод противоречит устойчивости атомов.

Чтобы выйти из наметившегося, очень тяжелого противоречия, Нильс Бор предположил, что электрон может двигаться лишь по некоторым определенным орбитам, которым соответствуют определенные значения энергии движущегося электрона. Находясь на орбите, электрон не излучает электромагнитных волн. Он излучает их, перескакивая с одной орбиты на другую. При этом энергия атома уменьшается на величину, равную разности между энергией, свойственной покинутой орбите, и энергией, свойственной достигнутой орбите. Энергия эта уносится электромагнитным излучением. Электромагнитное излучение состоит из открытых Эйнштейном квантов света — фотонов. Переход электрона на другую орбиту вызывает излучение фотона.

На Эйнштейна произвела очень сильное впечатление блестящая интуиция Бора, выдвинувшего свои постулаты задолго до того, как они могли быть выведены сколько-

нибудь строгим образом из более общих допущений, и исходившего из крайне отрывочных и, как казалось, не связанных друг с другом экспериментальных данных. Вплоть до середины двадцатых годов идея квантования излучения и существования квантов света представлялась крайне зыбкой почвой для развития физики. Классические основы физики были подорваны этой идеей, но на смену им еще не пришли новые фундаментальные законы механики и электродинамики.

«Это было так, — вспоминает Эйнштейн, — точно из-под ног ушла земля и нигде не было видно твердой почвы, на которой можно было бы строить. Мне всегда казалось чудом, что этой колеблющейся и полной противоречий основы оказалось достаточно, чтобы позволить Бору — человеку с гениальной интуицией и тонким чутьем — найти главнейшие законы спектральных линий и электронных оболочек атомов, включая их значение для химии. Это кажется мне чудом и теперь. Это наивысшая музыкальность в области мысли»¹.

«Наивысшая музыкальность» — это интуиция, связывающая внешнее оправдание с еще не достигнутым внутренним совершенством. Теория Бора, его парадоксальные постулаты о движении электронов по орбитам без излучения были примером подобной интуиции.

Понимание этой интуиции, оценка, которую Эйнштейн дал в те годы теории Бора, проливают свет на самые основные черты и стиль эйнштейновской мысли. Симпатии Эйнштейна отнюдь не принадлежали новой теории, ее характер противоречил тому, что Эйнштейн считал идеалом физики. В 1961 г. в Москве, в Институте физических проблем, Нильс Бор вспоминал первую реакцию Эйнштейна на боровскую модель атома. Эйнштейн сказал: «Что же, все это не так далеко от того, к чему мог бы прийти и я. Но если все это правильно, то здесь — конец физики»².

Даже в устах Эйнштейна эта реплика поражает своей емкостью — обилием, общностью и глубиной содержащихся в ней мыслей: «Все это не так далеко от того, к чему мог бы прийти и я». Квантовая теория подвела физику к

¹ Эйнштейн, 4, 275.

² См.: Наука и жизнь, 1961, № 8, с. 77.

новой картине движения электронов в атоме. Картина эта оказалась парадоксальной. Эйнштейн увидел или интуитивно почувствовал, что объяснение парадоксальных постулатов Бора приведет к еще более общим парадоксам, что они сломают или ограничат ту идеальную, стройную и рациональную картину мира, которая просвечивала через строки философских трактатов Декарта и Спинозы, получила мощную опору (но вместе с ней чуждые такой картине абсолюты) в механике Ньютона и в конце концов приобрела гармоничную форму в теории относительности Эйнштейна. Разработка такой картины была для Эйнштейна сущностью физики. Поэтому он говорил о теории Бора: «Если все это правильно, то здесь — конец физики». В годы, когда модель атома Бора обсуждали с самых различных сторон (например, со стороны ее применимости к атомам, более сложным, чем атом водорода), Эйнштейн увидел в новой теории гораздо более общую и глубокую черту — крушение или по крайней мере ограничение того идеала, который в глазах творца теории относительности был опорой самого существования физики.

Бора, напротив, в теории фотонов и в его собственных конструкциях привлекала именно эта тенденция, нарушающая строгие каноны классического идеала. Его интуиция непосредственно вела не к разрушению классического идеала, а, если можно так выразиться, к смягчению и размыванию тех очертаний, в которых он был воплощен. Бора недаром называют мастером полутени — «Рембрандтом физики», имея, впрочем, в виду позднейшие идеи, размывавшие строгий и точный рисунок классической науки. Можно было сопоставить Бора и с теми художниками начала XIX столетия, которые вслед за Гойей отказались от унаследованного от двух прошлых столетий идеала ясности в живописи.

В двадцатые годы постулаты Бора — существование дискретных разрешенных орбит и отсутствие излучения у движущихся по таким орбитам электронов — перестали считаться парадоксальными. Была создана новая общая теория, в свете которой постулаты получили рациональное объяснение. Зато самая теория была более парадоксальной, чем все ранее известное науке. Исходным пунктом этой новой конструкции оказалась не дуалистическая — волновая и вместе с тем корпускулярная — при-

рода света, а противоречивая в таком же смысле природа электрона.

В двадцатые годы кризис квантовой физики, выразившийся в длительных и весьма мучительных поисках более общей теории, из которой бы вытекала модель атома Бора, закончился серией открытий, начавших новую эпоху в физике. В 1923—1924 гг. Луи де Бройль ввел в физику совершенно новое понятие *волн материи*. Движение материальной частицы — электрона — связано с неким волновым процессом. Электрон может обращаться по такой орбите, на которой укладывается целое число волн. Это и есть «разрешенная» боровская орбита. Движение частицы подчинено законам распространения волн. Так появилась волновая механика, Эрвин Шредингер в 1925 г. написал уравнение, позволяющее найти амплитуду некоторых колебаний — волновую функцию. Решение уравнения дает дискретный ряд значений энергии. Эти значения указывают энергию атома в разных состояниях, соответствующих движению электронов на определенных орбитах.

Что же такое волновая функция? Каков физический смысл величины, колебания которой определяют поведение электрона?

Ответ был дан Максом Борном: речь идет о *вероятности* встречи с электроном. Если мы вычислим значение волновой функции для определенной точки и для определенного момента, то это значение (вернее, квадрат его абсолютной величины) будет мерой вероятности нахождения электрона в данной точке в данный момент.

Макс Борн и Паскуаль Йордан сопоставили *интенсивность волн де Бройля* (чисто волновое представление) и *среднее число электронов* в единице объема пространства (чисто корпускулярное представление). Связь волнового представления с корпускулярным получает при таком сопоставлении следующий вид.

Мы говорили о *среднем* числе электронов в данном объеме, среднем для большого числа подсчетов. Подобным же образом можно сказать, что при бросании монеты на каждые десять бросаний *в среднем* выходит пять выпавший стороны с гербом. Это среднее значение соответствует вероятности: вероятность выпадения герба, т. е. вероятность увидеть на монете герб после каждого ее бросания, равна половине, следовательно, число выпавший

герба и среднем будет соответствовать половине бросаний монеты.

Борн и Иордан предположили, что интенсивность волн де Бройля определяет среднее число электронов. Но это среднее число зависит от вероятности пребывания каждого электрона внутри рассматриваемого объема. Значит, интенсивность волн, определяющая среднее число электронов, и есть не что иное, как *вероятность* пребывания электрона в данном объеме. Когда мы говорим о волнах де Бройля и ограничиваемся волновым представлением, все обстоит благополучно: уравнение Шредингера с полной точностью определяет интенсивность волн в каждой точке в каждый момент. Но когда мы переходим к корпускулярному представлению и вспоминаем о существовании электронов как отдельных корпускул, уравнение Шредингера определяет не самый факт, не самый результат проверки, а только его вероятность.

Интенсивность волн определяется амплитудой колебаний. Но в среднем амплитуда равна нулю: отклонения в одну сторону (со знаком плюс) так же часты, как и отклонения в другую сторону (со знаком минус); на поверхности волнующегося моря гребни уравниваются впадинами. Чтобы охарактеризовать интенсивность колебаний, берут квадрат амплитуды; тогда значения со знаком минус становятся положительными (квадрат отрицательной величины — положительная величина) и в среднем уже не получается нулевого значения. Поэтому мерой интенсивности волн де Бройля является *квадрат* абсолютной величины амплитуды волновой функции. Он измеряет вероятность встречи с электроном в заданном месте в заданное время. Эта вероятность и определяется уравнением Шредингера, позволяющим найти интенсивность волн де Бройля в заданной точке в заданный момент.

Таким образом, квантовая механика, появившаяся в 1925—1926 гг., оперирует закономерностями, которые определяют, вообще говоря, не движение частицы — ее положение и скорость в каждый момент, а лишь вероятность положения и вероятность скорости. Чем точнее определены координаты частицы в данный момент, тем менее точно может быть определена скорость, и, наоборот, чем точнее определена скорость, тем менее точно определяются координаты. Такое утверждение называется

соотношением неопределенности. Его нашел Вернер Гейзенберг в 1927 г., и оно уже упоминалось в этой книге.

Соотношение неопределенности иллюстрируют некоторыми мысленными экспериментами, например прохождением частицы через отверстие в диафрагме. Пусть электрон в заданный момент проходит через отверстие в диафрагме, которая остается при этом неподвижной. Такое прохождение позволяет зарегистрировать положение электрона в заданный момент. Чем меньше отверстие, тем с большей точностью определено для данного момента положение электрона. Возможность такого определения является основой физической содержательности понятия «положение» применительно к электрону. Но описанный эксперимент исключает возможность точного определения *скорости* электрона в заданный момент. Движение электрона связано с распространением волн де Бройля. Проходя через узкое отверстие диафрагмы и взаимодействуя с краями отверстия, волны де Бройля изменяют свое направление, а следовательно, при прохождении электрона через отверстие меняется и скорость электрона — тем больше, чем уже отверстие, т. е. чем точнее определено положение электрона. Если мы захотим точнее определить скорость электрона, нам придется менее точно определить его положение. Поэтому понятия одновременно с неограниченной точностью определенных положения и скорости электрона не имеют физического смысла. Если учитывать это соотношение и соответственно не требовать неограниченной точности, можно применить к электрону классические понятия положения и скорости.

Мы не можем с полной достоверностью приписать электрону одновременно определенное положение и определенную скорость. Но мы можем приписать ему *вероятность* того или иного положения или той или иной скорости для каждого момента времени. Такая вероятность определяется уравнением Шредингера.

Закономерности, которые определяют не события, а только их вероятность, — это статистические закономерности. Они ограничили в свое время лапласовский детерминизм — представление о том, что координаты и скорости всех частиц в данный момент однозначно определяют состояние Вселенной в каждый последующий момент и все грядущие события ее истории. Статистические зако-

номерности термодинамики ограничили лапласовский детерминизм *сверху*. Теперь он оказался ограниченным *снизу*: движения частиц не подчиняются динамическим закономерностям, состояние движения частицы в данный момент времени определяет лишь вероятность тех или иных координат либо тех или иных скоростей в последующие моменты.

Такая точка зрения вызвала возражения со стороны ряда крупнейших физиков-теоретиков, которых Макс Борн назвал впоследствии «ворчунами». Первая широкая дискуссия разразилась на Сольвеевском конгрессе в 1927 г. Среди «ворчунов» наиболее активным и глубоким критиком квантовой механики (вернее, ее вероятностного понимания) был Эйнштейн. На Сольвеевском конгрессе и позже в печати Эйнштейн доказывал, что соотношение неопределенности не дает полного представления о физической реальности. Нильс Бор, Вернер Гейзенберг, Макс Борн и другие парировали удары, наносимые утверждению о статистических закономерностях как об исходных закономерностях мира. Дискуссия осложнялась попытками философов-позитивистов представить переход от динамической формы детерминизма к статистической его форме в квантовой механике как отказ от какого бы то ни было детерминизма вообще, как признание *индетерминизма* в природе.

Заметим, что идея «волн вероятности» принадлежала в некоторой мере самому Эйнштейну. В своей теории квантов света он по существу соединил волновое и корпускулярное представление о свете. Свет — это волны, обладающие некоторой энергией, причем в единичном объеме пространства содержится определенное количество энергии световых волн; пространство, которое проходит световой луч, характеризуется известной плотностью энергии электромагнитных волн. Но свет — это частицы, фотоны. В корпускулярном представлении пространство, через которое проходит луч, характеризуется средней плотностью фотонов. Значит, средняя плотность фотонов (пропорциональная *вероятности* встречи с фотоном: чем вероятнее встреча, тем больше фотонов мы встретим) означает — при переходе к волновому представлению — плотность энергии, т. е. интенсивность колебаний электромагнитного поля. Эти колебания, распространяясь в пространстве, образуя электромагнитные волны, опреде-

ляют вероятность встречи с фотоном. Подобное представление логически вытекало из учения Эйнштейна о фотонах. В квантовой механике, созданной в 1925—1926 гг., речь первоначально шла об электроне. Вероятность встречи с ним, вероятность его пребывания в данном объеме определяются уже не электромагнитными волнами, а «волнами материи», о которых говорил Луи де Бройль и которые Макс Борн рассматривал как волны вероятности.

Ту роль, которую при определении движения электрона играет волновое уравнение Шредингера (с его помощью можно определить вероятность местонахождения электрона), в оптике играет волновое уравнение, позволяющее определить движение фотонов. В этом смысле в эйнштейновской теории фотонов уже содержались основные коллизии квантовой механики. Свет состоит из частиц. С другой стороны, абсолютно достоверные опыты убеждают в том, что свет — это электромагнитные волны. Более того, вывод Эйнштейна об интенсивности электромагнитных волн, пропорциональной плотности фотонов, наталкивает на ту мысль, что интенсивность электромагнитной волны соответствует вероятности нахождения фотона в данной точке, на мысль об электромагнитных волнах как волнах вероятности встречи с фотоном. Эйнштейн не соглашался с представлением о волнах вероятности, т. е. о некоторой закономерности, определяющей лишь вероятность фактов, как о наиболее общей закономерности микромира. Но именно к этому выводу вела и привела в конце концов выдвинутая им теория.

Сейчас, ретроспективно оценивая идею фотонов, мы находим в ней еще более радикальный отход от основ классической картины мира. Эйнштейн в отличие от Планка говорил о дискретности энергии электромагнитного поля не только при его излучении и поглощении, но и между этими процессами. Поле по своей природе дискретно («пиво не только продается пинтовыми бутылками, но и состоит из пинтовых неделимых порций, находясь в бочонке»). Довольно естественным обобщением этой мысли служит представление о том, что все поля дискретны, что мы можем описывать поле, действующее на частицу, с точностью до некоторой далее неделимой величины. Классическая физика исходит из того, что поведение частиц определяется их взаимодействием, иначе го-

вора, некоторыми силовыми полями, порождаемыми частицами и воздействующими на них. Если очистить классическую механику от иных воздействующих на частицы сил (например, сил инерции, вызванных взаимодействием тел, а абсолютным ускорением системы), т. е. приблизить ее к «классическому идеалу», то мы получим Вселенную, в которой взаимодействия частиц определяют все, что в ней происходит.

Если эти взаимодействия нельзя определить с неограниченной точностью, то в указанной идеальной картине окажутся как бы маленькие пятна. «Классический идеал» ограничен некоторыми наименьшими значениями энергии, наименьшими силами, определяющими движения частиц. Таким образом, теория фотонов оказалась бомбой замедленного действия, направленной против «классического идеала». Она угрожала этому идеалу только при очень малых «порциях» поля. Но этого было достаточно, чтобы лишить былого абсолютного доверия картину, в которой все определялось с какой угодно точностью, так что даже бесконечно малое изменение состояния частицы можно было объяснить некоторым действием поля.

Подобная связь между бесконечно малым изменением состояния движения частицы и значениями напряженности поля — краеугольный камень физики, причем не только физики, основанной на законах Ньютона, но и физики, реформированной Эйнштейном. Эйнштейн считал взаимодействие частиц ответственным за все, что происходит в природе. Указанная связь выражается в уравнениях, связывающих переменные поля с бесконечно малыми изменениями состояния движения частицы. Такие уравнения называются *дифференциальными уравнениями*. Примером их служит уравнение движения частицы в силовом поле. Бесконечно малое изменение скорости частицы определяется напряженностью силового поля.

До появления квантовых концепций думали, что, какое бы малое изменение состояния движения частицы (например, ее ускорения в силовом поле) мы ни взяли, все равно закон, связывающий поведение частицы с действием других частиц, т. е. с полем, будет действовать неуклонно. Оказывается, порции энергии поля не могут быть меньше определенной минимальной величины и увеличиваться она может только определенными конеч-

ными добавками. Раньше знали о дискретности материи, об атомах — наименьших частицах вещества. Теперь выяснилось, что взаимодействие тел, с одной стороны, и изменения их состояния движения, с другой, дискретны и теряют свою однозначную связь, когда речь идет об очень малых величинах, меньших, чем предельные минимальные значения переменных, выражающих энергию поля и изменения состояния движения.

Сравним две картины. Одна из них написана красками, смешанными на палитре. Краски, положенные на холст, дают непрерывный переход от одного цвета к другому. Другая картина написана чистыми, не смешанными красками и состоит из отдельных небольших пятен определенных цветов. Так писали некоторые импрессионисты; они думали, что смешение красок не на палитре, а в глазу, дает более точное изображение природы. Классическая картина мира соответствует пейзажу, написанному в старой манере, квантовая — соответствует указанному только что множеству отдельных пятен без непрерывных переходов. Какая картина отображает действительность?

В доквантовой физике ответ был различным в зависимости от того, шла ли речь о веществе или же о движении. Вещество признавалось дискретным, и картина вещества в конце концов должна была строиться из отдельных мазков, соответствующих атомам. Но картина движения была непрерывной, закон движения связывал бесконечно малые приращения скорости движения с определенными значениями сил.

Квантовая механика на основе множества непререкаемых фактов пришла к дискретной картине поля и движения.

Все эти выводы можно было сделать уже из самой идеи фотонов. Но в 1917 г. Эйнштейн сделал еще один шаг по направлению к статистико-вероятностной концепции движения частиц. Он вывел из представления о фотонах и модели Бора законы излучения, найденные когда-то Планком. Законы, управляющие излучением атомов, носят статистический характер, они определяют каждый раз вероятность излучения. Излучение волн и излучение частиц (оно подчинено каждый раз воле случая) — вещи, по-видимому, несовместимые, и именно это Эйнштейн рассматривал как уязвимое место своей теории излучения.

«Слабость этой теории, — писал он, — заключается в невозможности связать ее с волновым представлением. Далее, эта теория отдает на волю случая время и направление элементарных процессов...»³

Действительно, элементарный процесс, т. е. отдельный акт излучения фотона при переходе электрона с одной боровской орбиты на другую, подчинен случаю, и только при большом числе излученных фотонов результат будет соответствовать вероятности, которая определена статистическим законом.

Указанные обстоятельства — отсутствие связи с волновым представлением и случайный характер излучения — были в глазах Эйнштейна симптомами большой угрозы, нависшей над самим существованием физики. Бора они не смущали. Он знал, что свет ведет себя как частицы в явлениях фотоэффекта, например в фотоэлементах, где фотоны срывают электроны с поверхности металлической пластинки. Бор знал также, что свет ведет себя как волны, проходя, например, через узкие отверстия или решетки, где имеет место дифракция — изменение направления волн, огибающих края отверстий. Отсюда — неизбежность нового взгляда на свет, как бы далеко ни уводил этот взгляд.

Бор вспоминает о своей первой встрече с Эйнштейном и первом споре о характере законов, управляющих поведением фотонов.

«Когда в 1920 г. при моем посещении Берлина я в первый раз встретился с Эйнштейном — что было для меня великим событием, — эти фундаментальные вопросы и были темой наших разговоров. Обсуждения, к которым я потом часто мысленно возвращался, добавили к моему восхищению Эйнштейном еще и глубокое впечатление от его непредвзятой научной позиции. Его пристрастие к таким красочным выражениям, как „призрачные поля, управляющие фотонами“, не означало, конечно, что он склонен к мистицизму, но свидетельствовало о глубоком юморе, скрытом в его проницательных замечаниях. И все-таки между нами оставалось некоторое расхождение в отношении нашей точки зрения и наших видов на будущее. При его мастерстве согласовывать, казалось бы, противоречащие друг другу факты, не отказываясь от

³ Physicalische Zeitschrift, 1917, 18, 127.

непрерывности и причинности, Эйнштейн, быть может, меньше, чем кто-либо другой, был склонен отбросить эти идеалы, — меньше, чем кто-либо, кому такой отказ представлялся единственной возможностью согласовать многообразный материал из области атомных явлений, накапливавшийся день ото дня при исследовании этой новой отрасли знаний»⁴.

В 1961 г. Бор подробнее рассказал о первых спорах с Эйнштейном. Когда Эйнштейн поделился своими сомнениями насчет необходимости расстаться с идеалами непрерывности и причинности, Бор ответил:

«Чего вы, собственно, хотите достичь? Вы — человек, который сам ввел в науку понятие о свете как о частицах! Если вас так беспокоит ситуация, сложившаяся в физике, когда природу света можно толковать двояко, ну что же, обратитесь к правительству Германии с просьбой запретить пользоваться фотоэлементами, если вы считаете, что свет — это волны, или запретить употреблять дифракционные решетки, если свет — частицы».

«Аргументация моя, — прибавляет Бор, — как видите, была не слишком убедительна и строга. Впрочем, для того времени это достаточно характерно...»

В наши дни становится ясным, что позиция Эйнштейна выражала отнюдь не простую приверженность к старым позициям физики, а скорее догадку о неокончателном характере новых позиций, о возможности еще более общих и еще более точных исходных принципов физики.

Бор продолжает свои воспоминания:

«Эйнштейн с горечью заметил:

— Видите, как получается: приходит ко мне такой человек, как вы, встречаются, казалось бы, два единомышленника, а мы никак не можем найти общего языка. Может быть, стоило бы нам, физикам, договориться о каких-либо общих основаниях, о чем-то общем, что мы твердо будем считать положительным, и уже затем переходить к дискуссиям?

И снова я запальчиво возражал:

— Нет, никогда! Я счел бы величайшим предательством со своей стороны, если бы, начиная работу в со-

⁴ Бор Н. Дискуссии с Эйнштейном о проблемах теории познания. — В сб.: Albert Einstein: Philosopher-Scientist. Evanston, 1949. Русск. пер. в кн.: Бор Н. Избр. науч. труды, т. II. М., 1971, с. 403.

вершенно новой области знаний, позволил себе прийти к какому-то предвзятому соглашению»⁵.

Здесь пути разошлись. Эйнштейн продолжал думать об общих основаниях физики, из которых вытекали бы частные проблемы. Он искал эти основания по-прежнему в классическом идеале науки. Бора влекла романтика новых закономерностей бытия, не укладывающихся с абсолютной точностью в рамки классической гармонии.

В реплике Эйнштейна «Если все это правильно, то здесь — конец физики» есть одна мысль, может быть, самая поразительная. Эйнштейн думает, что точка зрения Бора — конец той физики, которая до сих пор существовала, но не исключает точки зрения Бора, считает ее в принципе допустимой («если все это правильно...»). В этом выражается смелость мысли, дошедшей до сомнений в стержневой идее собственного творчества и в стержневой идее существовавшей до сих пор науки. В этом выражается понимание допустимости, возможности и, более того, красоты («высшей музыкальности») теории, антипатичной мыслителю, угрожающей его научному идеалу. В последнем счете в такой предельной толерантности выражается исчезновение всего личного вплоть до личного идеала науки перед лицом объективного, внеличного. Эйнштейн был предан классическому идеалу — картине мира, в которой взаимодействия частиц абсолютно точным образом объясняют все происходящее в мире. Но еще больше Эйнштейн был предан объективной истине. Перефразируя Аристотеля, он мог бы сказать: «Ньютон мне дорог, но истина дороже». Разумеется, «Ньютон» был бы в этом случае не символом конкретной ньютоновой механики, а символом классической гармонии, «механики типа ньютоновой»; можно было бы вместо имени Ньютона поставить имя Декарта или Спинозы. Эйнштейн пользовался именем Ньютона как символом классического идеала науки. Он говорил о «программе Ньютона» (все определяется взаимодействием тел) и о «программе Максвелла» (движение тела определено в каждой точке полем, действующим на это тело) как о стержневых программах физики. Но он может уплатить и эту цену за объективное знание. И здесь вспоминаются приведенные в эпиграфе главы «Броуновское движение»

⁵ Наука и жизнь, 1961, № 8, с. 78.

слова Роберта Майера (такие реминисценции неизбежны, потому что Эйнштейн — это итог и синтез всего бессмертного, живого, антидогматического, что было в истории науки): «...Природа в ее простой истине является более великой и прекрасной, чем любое создание человеческих рук, чем все иллюзии сотворенного духа».

Вспомним многозначительную фразу Эйнштейна в письме к Соловину: «...Нельзя игнорировать, что тела, с помощью которых мы измеряем предметы, воздействуют на эти предметы», а также вывод: «Если не грешить против разума, нельзя вообще ни к чему прийти».

Сопоставив ее с репликой по поводу теории Бора, можно прийти к заключению: Эйнштейн не исключал ограничения «классического идеала». Если при этом «исчезает физика», то слово «физика» означает здесь не возможность объективной картины мира вообще, а физику в духе «программы Ньютона» и «программы Максвелла».

Отношение к квантово-статистическим идеям у Эйнштейна было крайне сложным, но в целом оно укладывалось в реплику, о которой вспоминал Бор. Он видел связь этих идей со своими работами, видел в них угрозу физике, ждал разрешения этого кризиса от дальнейших исследований и надеялся найти за кулисами этих законов динамические законы, определяющие не вероятности процессов, а самые процессы так, как это было в классической термодинамике.

Теория де Бройля могла внушить надежду на подобное нестатистическое объяснение. Сейчас ретроспективно мы видим в электромагнитных волнах нечто напоминающее волны вероятности. В первой четверти века, напротив, хотели свести статистические закономерности движения частиц к динамическим — хотя бы к существованию волн, управляющих движением частиц. Аналогия между волнами де Бройля и электромагнитными волнами способствовала восприятию новой теории и вместе с тем наталкивала мысль на признание реальности «волн материи». Фотоны как-то связаны с электромагнитными волнами, как именно — об этом трудно было что-либо сказать. Но предполагали, что электромагнитные волны представляют собой изменения напряженности «реального» поля. Волны де Бройля, по-видимому, тоже должны считаться распространяющимися колебаниями некоторого «реального» поля. Но эти надежды и соответствующие

гипотезы быстро уступили место идее «волн вероятности».

Отношение Эйнштейна к этой идее было, как уже сказано, очень сложным. Позитивистские выводы, представление об индетерминизме он полностью отбрасывал, и с этой стороны его критические аргументы были неопровержимы. Собственно физические соображения и мысленные эксперименты, противопоставленные физическим построениям Гейзенберга, Бора, Борна и других сторонников «волн вероятности», встретили с их стороны веские контраргументы. Общая мысль, вернее интуитивная догадка о теории, более общей и точной, чем квантовая механика, только сейчас может быть воплощена в сравнительно конкретные формы и получить правильную оценку. На этой стороне дела мы и остановимся.

В 1932 г. в Берлине Эйнштейн встретил Филиппа Франка, который защищал официальную статистическую версию квантовой механики. Франк рассказывает о споре с Эйнштейном.

«В физике, — говорил Эйнштейн, — возникла новая мода. С помощью виртуозно сформулированных мысленных экспериментов доказывают, что некоторые физические величины не могут быть измерены или, точнее, что их поведение определено законами природы таким образом, что они ускользают от всяких попыток измерения. Отсюда заключают, что было бы бессмысленно сохранять эти величины в физическом лексиконе. Такое сохранение было бы чистой метафизикой»⁶.

После того как Эйнштейн высказал свое отрицательное отношение к этой концепции, Франк попробовал отождествить ее с исходной идеей теории относительности. Последняя, анализируя, например, понятие «абсолютная одновременность», отказывает ему в праве на существование на том основании, что реальные и мысленные эксперименты демонстрируют невозможность синхронизировать события, рассматриваемые в различных, движущихся одна относительно другой системах отсчета. Значит, заключал Франк, понятия, отвергнутые теорией относительности, отвергнуты потому, что они ненаблюдаемы. Он так и сказал Эйнштейну: «Но ведь мода, о которой вы говорите, изобретена вами же в 1905 г.»

⁶ Frank, 216.

«Хорошая шутка не должна слишком часто повторяться», — ответил Эйнштейн. Далее он разъяснил, что теория относительности описывает объективные процессы, реальную материальную субстанцию, устанавливает связь между различными способами описания одной и той же реальности, не имеет ничего общего с позитивизмом и далека от появившейся сейчас «моды».

Позитивистские выводы, сделанные из квантово-статистического характера закономерностей микромира, в действительности не вытекают из квантовой механики; квантовая механика — это одно, а ее гносеологическая трактовка, о которой говорил Эйнштейн, — другое. Но в квантовой механике мы встречаем закономерный виток познания, абсолютизация которого ведет к указанной гносеологической трактовке. Сейчас, с позиций физики семидесятых годов, мы видим этот виток, он связан не только с отходом от классических идей, но и с *недостаточной радикальностью* такого отхода в квантовой механике, созданной в двадцатые годы.

Это требует разъяснения — пока предварительного, более подробно придется немного отложить. Сравним теорию относительности с квантовой механикой. В первой такие понятия, как «движение относительно эфира», «абсолютная одновременность» и т. д., признаны не допускающими экспериментальной регистрации. Но с этой невозможностью экспериментальной регистрации мы встречались и в теории Лоренца. Сокращение продольных размеров тел делало невозможным регистрацию движения по отношению к эфиру при помощи опытов — реальных или мысленных, аналогичных опыту Майкельсона.

Теория относительности пошла дальше. Она отрицает субстанциальное, независимое от каких-либо опытов существование движения относительно эфира и связанные с таким движением свойства мира. При *отождествлении* наблюдаемости и реальности различие между концепцией Лоренца и концепцией Эйнштейна исчезает. Признание *объективной* реальности делает это различие крайне существенным. Теория относительности Эйнштейна радикально рвет с движением в эфире и соответствующими классическими понятиями, отрицая их объективный смысл.

Взглянем с этой точки зрения на квантовую механику. Она ограничивает применимость таких понятий, как «по-

ложение» и «скорость» электрона, определенными условиями. Но квантовую механику нельзя изложить без этих классических понятий, она теряет без них смысл. Она не отбрасывает понятия положения и скорости частицы с такой категоричностью, с какой теория относительности отбросила классические понятия абсолютного пространства, времени и движения. Это не значит, что теория относительности дальше ушла от классической физики, чем квантовая механика. Напротив, последняя ушла дальше. Квантовая механика не с полной категоричностью отказалась от понятий скорости и положения частицы, но эти понятия играли в классической физике гораздо более фундаментальную роль, чем ньютоновы абсолюты, по существу противоречившие классическому идеалу. Радикализация квантовой механики была бы не очищением классического идеала, а дальнейшим отказом от него.

Квантовая механика первоначально лишь ограничила классический идеал. Ценой неопределенности скорости можно со сколь угодно большой точностью определить положение частицы и, наоборот, ценой неопределенности положения можно сколь угодно точно определить скорость. Но уже в начале тридцатых годов было установлено, что в очень малых областях нельзя точно определить положение частицы даже в том случае, когда ее скорость остается неопределенной. Далее были обнаружены процессы, которые радикальнее, чем это было известно раньше, устраняют классические понятия из ультрамикроскопической картины.

Указанное направление физической мысли выходило за первоначальные рамки квантовой механики. Нильс Бор отчетливо высказал *основную* посылку последней на международном конгрессе по физике в Комо в 1927 г. В 1949 г., излагая мысль этого выступления на конгрессе, Бор писал об изучении микромира:

«Решающим моментом является признание положения, что, как бы далеко ни выходили явления за рамки классического физического объяснения, все опытные данные должны описываться при помощи классических понятий»⁷. Эта формула очень важна, так как она показывает позитивно-классическую сторону квантовой механики. Последняя утверждает, что классические понятия

⁷ Бор Н. Избр. науч. труды, т. II, с. 406.

применимы ко всем рассматриваемым физическим явлениям при условии ограничения точности этих понятий.

Если существуют процессы, к которым классические понятия труднее применить, то они заставят ограничить нерелятивистскую квантовую механику, сделать ее теорией, описывающей лишь часть реальных процессов. Но в 1927 г. такие процессы были неизвестны. Поэтому критика квантовой механики была направлена не на «охранительную» (по отношению к классическим понятиям) сторону квантовой механики, а на тезис об *условиях* такого применения, и критика велась с позиций *безусловного* применения классических понятий, с позиций, допускающих «скрытые параметры», которые определяют точным образом события в микромире и могут быть без всяких условий выражены с помощью классических понятий.

На конгрессе в Комо Эйнштейна не было. Но в том же году в Брюсселе состоялся 5-й Сольвеевский конгресс. Здесь Эйнштейн выступил со своими возражениями Бору и другим защитникам новой теории. Спор Эйнштейна с Бором продолжался и на следующем Сольвеевском конгрессе в 1930 г. Эйнштейн придумывал все новые мысленные эксперименты, все новые комбинации диафрагм, ящиков, весов и т. д., которые могли бы убедить Бора. Последний показывал, что эти конструкции не противоречат постулатам квантовой механики. Кроме публичных дискуссий спор Эйнштейна с Бором продолжался при каждой личной встрече. Постоянным участником этих встреч был Пауль Эренфест. Его участие в спорах было очень плодотворным, он был как бы посредником, помогавшим своими разъяснениями обоим сторонам.

В более общей форме — без мысленных конструкций — критика квантовой механики была изложена Эйнштейном и его сотрудниками Подольским и Розеном в 1935 г. в статье «Может ли квантовомеханическое описание физической реальности рассматриваться как полное»⁸. В ответ Бор написал статью под тем же названием⁹. В споре все больше определялось основное расхождение между господствующим пониманием квантовой механики и позицией Эйнштейна.

⁸ См.: *Эйнштейн*, 3, 604—611.

⁹ *Бор Н.* Избр. науч. труды, т. II, с. 180—191.

Философские позиции Эйнштейна были при этом весьма отчетливыми. В 1938 г. в письме к Соловину Эйнштейн высказал следующую характеристику связи между затруднениями квантовой механики и позитивизмом. Он пишет о «вредном влиянии субъективно-позитивистских взглядов» и прибавляет:

«Понимание природы как объективной реальности считают устаревшим предрассудком, и квантовые теоретики из нужды делают добродетель. Люди больше подвержены внушению, чем лошади, поэтому у них в каждый период — своя мода, и большинство не знает источника этой тирании»¹⁰.

«Из нужды делают добродетель...» В данном случае «нужда» состояла в настоятельной необходимости применить в теории микромира классические понятия, описывать движение элементарной частицы по аналогии с классической частицей, ограничив такую аналогию неопределенностью сопряженных переменных и указанием, вообще говоря, лишь вероятности точных значений этих переменных для каждого момента и для каждой точки. Множество фактов, доказывающих волновую природу частиц, и множество фактов, доказывающих их корпускулярную природу, требуют такого ограничения классических понятий. В этом и состоит «нужда».

Для Эйнштейна «нужда», т. е., по его терминологии, «внешнее оправдание», еще не решает дела. Необходимо вывести концепцию из общих физических принципов. Такая тенденция существовала в интерпретациях квантовой механики. Соотношение неопределенности и статистический характер квантовомеханических закономерностей выводили из априорной невозможности познания объективной реальности, из неотделимости объекта познания от его субъекта, из границ причинного объяснения мира. Нужда стала добродетелью. Официальная версия квантовой механики перестала быть результатом «нужды» — некоторым предварительным, подлежащим дальнейшему развитию объяснением определенного круга наблюдений. Она рассматривалась как выражение раз навсегда данных свойств познания — результатом «добродетели». Но для Эйнштейна границы причинного объяснения мира, инде-

¹⁰ Lettres à Solovine, 71.

терминизм, отрицание объективной реальности были разрывом с непоколебимыми проверенными всем экспериментом и всей практикой устоями какой бы то ни было науки. Он искал иного «внутреннего соответствия» квантовой механики — возможности вывести ее соотношения из более общей картины объективной реальности, из более общего понятия причинности.

Не следует схематизировать взгляды Эйнштейна на квантовую механику и приписывать этим взглядам последовательный и четкий характер. Вообще говоря, Эйнштейн критиковал квантовую механику с позиций более общей и радикальной неклассической теории, а не с классических позиций. Но классические позиции могли быть сформулированы в явной форме — классическая физика имела четкие контуры. Напротив, более радикальная и общая неклассическая теория не существовала (да и теперь, строго говоря, не существует), и критика квантовой механики «слева» могла вестись лишь в самой неопределенной форме. У Эйнштейна, в его выступлениях по поводу квантовой механики, классические мотивы переплетались с критикой «слева». Он иногда приближался к сторонникам классической интерпретации, иногда явно тянул в сторону более радикальной теории. Второе направление, как бы неявно оно ни выражалось, представляется более характерным для Эйнштейна. В 1928 г. Эйнштейн послал Шредингеру письмо, в котором в общем соглашался с шредингеровской классической тенденцией, с шредингеровским отрицанием корпускулярно-волнового дуализма. Эйнштейн не был согласен с союзом «или», соединяющим волновую характеристику (например, частоту колебаний ν) и корпускулярную характеристику (например, энергию частицы E).

В отличие от Шредингера, определявшего волны де Бройля как первичный процесс, и в отличие от Борна и других физиков, рассматривавших интенсивность колебаний как меру вероятности, Эйнштейн видел исходное понятие в энергии частицы, а волновой процесс с частотой колебаний ν он считал условным понятием. Но главное, что здесь нужно подчеркнуть, — это критика представления о квантовой механике как о чем-то завершенном. Если концепцию Гейзенберга и Бора будут считать последним и окончательным ответом на вопрос о движении микрочастицы, то эта концепция станет чем-то абсолют-

ным, чем-то сходным с догматом, чем-то исключаящим дальнейшие поиски.

Эйнштейн писал Шредингеру:

«Успокаивающая философия (или религия?) Гейзенберга — Бора помогает верующему обрести подушку для спокойного сна. Его нелегко согнать с подушки. Пусть отлеживается. Но эта религия чертовски слабо действует на меня, и я, несмотря на все, говорю: Не « E и v », а « E или v ». И именно не v , а E — эта величина в конечном счете и обладает реальностью. Но никаких математических изменений я из этого не могу вывести. Моя мозговая шарманка уж очень выдохлась...»

Эйнштейн видел, что статистико-вероятностное понимание квантовой механики не противоречит опыту. Но для него эта констатация не снимает возможности «точного детерминизма» применительно к микромиру. Эйнштейн думал, что можно представить себе картину элементарных процессов, ход которых определяется точным образом. Принципиальная представимость таких процессов и является спорным пунктом в теоретической физике.

В 1950 г. Эйнштейн писал Соловину:

«С точки зрения непосредственного опыта точный детерминизм не существует. В этом вопросе — полное согласие. Вопрос состоит в том, должно ли быть описание природы детерминистическим описанием или от этого можно отказаться. Далее следует специфическая проблема: можно ли для индивидуального объекта получить представимый образ, в котором полностью исключена статистическая закономерность. Только в этом и состоит различие точек зрения»¹¹.

Здесь мы снова видим, что представление о нестатистических закономерностях поведения элементарных частиц оставалось у Эйнштейна интуитивным и никогда не выражалось в какой-либо определенной гипотезе. Эйнштейн не ждал реабилитации доквантовой физики. Но, как уже говорилось, критика квантовой механики с неклассических позиций не могла в то время облечься в конкретный образ и оставалась неопределенной и в целом интуитивной тенденцией мысли. Такой характер критики

¹¹ Lettres à Solovine, 99.

квантовой механики можно увидеть и в большом числе других выступлений Эйнштейна.

В 1936 г. Эйнштейн написал статью «Физика и реальность»¹², в которой говорит, что мысль о полноте квантовомеханического описания не приводит к противоречиям, но настолько противоречит его научному инстинкту, что он не может отказаться от более полной концепции. Отвечая на эту статью в обзоре «Дискуссии с Эйнштейном», Бор снова высказывает, в несколько иной форме, основную идею квантовой механики: в ней «мы имеем дело не с произвольным отказом от детального анализа атомных явлений, но с признанием того, что такой анализ *принципиально* исключается»¹³.

Под «более точным анализом» здесь подразумевается неограниченно точное определение динамических переменных, например положения и скорости. Квантовая механика ограничивает точность их определения условием: чем точнее определена одна переменная, тем менее точно определена другая. Вопрос, однако, не решен, если ему придать более радикальный смысл: нет ли принципиального предела для какого бы то ни было применения понятий положения и скорости в микроскопическом или ультрамикроскопическом мире?

В 1937 г. Бор был в Принстоне, но на этот раз спор с Эйнштейном велся в очень своеобразной форме: они обсуждали, к какой концепции присоединился бы Спиноза, если бы он мог наблюдать развитие квантовой механики. Такой аспект очень характерен и для Эйнштейна, и для Бора. Оба склонны поднимать физические проблемы современности до уровня основных вопросов, по-разному ставившихся и решавшихся в течение всего существования современной науки. Для Эйнштейна мировоззрение Спинозы было наиболее общим выражением идеи единства, детерминированности, объективности и материальности мира. Эта идея у него воплотилась в критерии «внутреннего совершенства» и «внешнего оправдания» физических теорий. Он применял названные критерии к квантовой механике и считал, что она не удовлетворяет им. Сейчас мы видим, что квантовая механика, о которой шла речь, обнаружила свою недостаточность только в ре-

¹² Эйнштейн, 4, 220—227.

¹³ Бор Н. Избр. науч. труды, т. II, с. 428.

зультате открытия принципиально новых явлений. Такая недостаточность может оказаться свойственной всякой теории.

В статье Эйнштейна, Подольского и Розена говорится: «...Каждый элемент физической реальности должен иметь отражение в физической теории». Но в этом случае физическая теория дает *исчерпывающее* описание реальности и *полнота* описания приобретает абсолютный смысл: теория согласно известной судебной-процессуальной формуле говорит «правду, только правду и *всю правду*». Но в автобиографии 1949 г. Эйнштейн упоминает о критериях выбора *относительно* «внутренне совершенной» и «внешне оправданной» теории. При такой постановке вопроса указанные критерии ведут науку вперед по бесконечному пути приближения к истине и не гарантируют «*всей правды*»¹⁴. В высказываниях Эйнштейна о квантовой механике иногда имеется в виду абсолютная полнота описания физической реальности. Теперь, когда мы можем рассматривать квантовую механику с позиций более общей и точной теории, она оказывается *относительно* недостаточным описанием физической реальности. Но эта недостаточность оказывается свойственной каждой механике, в которой исходными процессами являются движения тождественных себе частиц.

Эта общая, свойственная каждой механике «типа ньютоновой механики» недостаточность стала явственной только сейчас. Только сейчас мы можем наметить, хотя бы гипотетически, контуры новой картины мира, более общей и точной, чем механика указанного типа. До того собственно физические аргументы, обосновывающие недостаточность квантовомеханического объяснения мира, сводились к интуитивному и потому необщезначимому предчувствию новых, более широких концепций. Все это видно из уже процитированного в письме Эйнштейна к Макс Бору.

В этом письме Эйнштейн говорит об «играющем в кости боге» — концепции статистических закономерностей как исходных закономерностей бытия.

«В наших научных взглядах мы оказались антиподами. Ты веришь в играющего в кости бога, а я — в полную

¹⁴ См.: Кузнецов Б. Г. Основы теории относительности и квантовой механики в их историческом развитии. М., 1957, с. 266.

закономерность в мире объективно сущего, что я пытаюсь уловить сугубо спекулятивным образом. Я надеюсь, что кто-нибудь найдет более реалистический путь и соответственно более осязаемый фундамент для подобного воззрения, нежели это удалось сделать мне. Большие первоначальные успехи теории квантов не могли меня заставить поверить в лежащую в основе игру в кости»¹⁵.

«Бог не играет в кости!» Мы снова сталкиваемся с «богом», снова в несколько ироническом контексте и снова как с псевдонимом объективного *ratio* — наиболее общих закономерностей бытия. Эти закономерности не статистические, они определяют не вероятность событий, а сами события. Идея более глубоких и общих закономерностей, действующих за кулисами термодинамики, была, как мы видели, исходной идеей работ Эйнштейна, посвященных броуновскому движению. Эйнштейн понимал — об этом уже шла речь, — что статистические закономерности термодинамики, т. е. законы поведения больших ансамблей, не сводятся к законам перемещения и взаимодействия. Но его интересовала неотделимость высших форм движения от наиболее простых и общих.

Теперь речь шла о статистических закономерностях движения отдельных частиц. Эти закономерности нельзя было объяснить динамическими закономерностями движения каких-то других тел, как это было в термодинамике. Тем не менее Эйнштейн не соглашался считать статистические закономерности исходными.

Попытки уловить универсальные динамические закономерности бытия «сугубо спекулятивным образом» не удовлетворяли Эйнштейна, и он ждал, что в будущем найдут «более осязаемый фундамент для подобного воззрения». Поэтому он не мог высказать Борну какие-либо аргументы общезначимого характера и говорил о субъективной интуиции, заставляющей его верить в универсальную динамическую закономерность мира. В 1947 г. Эйнштейн снова пишет Борну:

«Мою физическую позицию я не могу для тебя обосновать так, чтобы ты ее признал сколько-нибудь разумной. Конечно, я понимаю, что принципиально статистическая точка зрения, необходимость которой впервые ясно осознана была тобой, содержит значительную долю

¹⁵ См.: Успехи физических наук, 1956, 59, вып. 1, с. 130—131.

истины. Однако я не могу в нее серьезно верить потому, что эта теория несовместима с основным положением, что физика должна представлять действительность в пространстве и во времени без мистических дальностей. В чем я твердо убежден, так это в том, что в конце концов останутся на теории, в которой закономерно связанными вещами будут не вероятности, но факты, как это и считалось недавно само собой разумеющимся. В обоснование этого убеждения я могу привести не логические основания, а мой мизинец как свидетель, т. е. авторитет, который не внушает доверия за пределами моей кожи»¹⁶.

Несколько позже Эйнштейн снова писал Борну, с которым очень хотел повидаться:

«Мне понятно, что ты видишь во мне старого грешника. Но я так же ясно чувствую, что ты не понимаешь, как я попал на свой одинокий путь. Конечно, ты не согласился бы с моей установкой, но она бы тебя развеселила. Я тоже обрадовался бы возможности со всех сторон ощупать твою позитивистскую философскую платформу. Но, по-видимому, нам не удастся сделать это в нашей жизни»¹⁷.

Когда Борн по просьбе Зелига комментировал это письмо, он написал, что не сочувствует позитивизму и что Эйнштейн был приверженцем *классического* детерминизма. Последнее требует оговорки.

Эйнштейн не считал статистические закономерности основными закономерностями бытия. Он полагал, что основные закономерности определяют не вероятность событий, а сами события. В письме к Зелигу Эйнштейн говорил, что поле, определяющее события в каждой точке пространства, кажется ему элементарным понятием.

«В моих взглядах на основы физики я расхожусь со всеми моими современниками и поэтому не могу себе позволить выступать от имени теоретической физики. Я не верю в необходимость статистического характера основных законов и вопреки почти общему мнению современников считаю по крайней мере мыслимым, если не достоверным, тезис об элементарном характере понятия поля»¹⁸.

В письме Джемсу Франку Эйнштейн говорил:

¹⁶ Успехи физических наук, 1956, 59, вып. 1, с. 131.

¹⁷ *Seelig*, 395.

¹⁸ *Ibid.*, 396.

«Я еще могу представить, что бог создал мир, в котором нет законов природы, короче говоря, что он создал хаос. Но чтобы статистические законы были окончательными и бог разыгрывал каждый случай в отдельности, — такая мысль мне крайне несимпатична»¹⁹.

В 1948 г. Эйнштейн писал Инфельду о беседе с одним физиком, защищавшим официальную точку зрения на квантовую механику. Эйнштейн говорил, что он был восхищен научной изобретательностью своего собеседника.

«Однако дискуссия с ним очень трудна, ибо разные аргументы имеют в его глазах совершенно другой вес, чем в моих. Мое твердое следование логической простоте и отсутствие доверия к ценности критериев теорий, даже тех, что производят большое впечатление, если речь идет о принципиальных вопросах, для него непонятны. Он находит такого рода позицию обособленной и странной, как все, кто считает, что квантовая теория близка к сути дела»²⁰.

Одного этого письма достаточно, чтобы понять смысл эйнштейновской «логической простоты». «Логическая простота» представляет онтологическую характеристику бытия, она утверждает существование объективного *ratio*, объективной детерминированности процессов природы. Но эта детерминированность воплощалась для Эйнштейна в «классическом идеале», очищенном от произвольных постулатов абсолютной одновременности и абсолютного пространства.

Теория в этом отношении шла дальше своего творца.

В эйнштейновском соотношении массы и энергии сохранились атомная эра, если говорить о практике, и представление о трансмутациях частиц, если говорить о физической теории. Это не изменило основного направления в творчестве Эйнштейна; основным направлением была разработка теории, в которой исходным понятием оставалось движение тождественных себе тел.

В своих воспоминаниях об Эйнштейне Инфельд пишет:

«Мне было очень больно видеть обособленность Эйнштейна и то, что он стоит как бы вне потока физики. Часто этот величайший, вероятно, физик мира говорил мне в Принстоне: «Физики считают меня старым глуп-

¹⁹ Seelig, 396.

²⁰ Успехи физических наук, 1956, 59, вып. 1, с. 174.

цом, но я убежден, что в будущем развитие физики пойдет в другом направлении, чем до сих пор». Сегодня возражения Эйнштейна против квантовой механики нисколько не потеряли своей силы. Сегодня — мне кажется — он был бы менее одинок в своих воззрениях, чем в 1936 г.»²¹

Действительно, в пятидесятые годы, когда Инфельд писал эти строки, и еще более в 60—70-е годы физика все более явственным образом приближалась к пределам той картины мира, которая была создана в XVII—XVIII вв., развивалась в течение XIX в. и получила завершение в нашем столетии. В XVII—XVIII вв. думали, что объяснить мир — это значит нарисовать картину перемещений частиц в пространстве; что картина, в которой указаны положения и скорости всех частиц, будет исчерпывающим объяснением бытия. В XIX в. поняли, что перемещение частиц еще не объясняет сути явлений, существуют сложные процессы, которые останутся не объясненными механическими моделями. В XX в. Эйнштейн показал, что законы перемещения частиц и всех вообще тел природы отличаются от классических законов Ньютона, а квантовая механика разъяснила, что движение частицы — сложный процесс, не допускающий одновременного точного определения положения и скорости частицы. Это было ограничением «классического идеала». Более радикальный отказ от него был подготовлен открытиями в области элементарных частиц и столь характерным для нашего времени обобщением квантовой механики и теории относительности. Но более ясное понимание необходимости такого отказа во многом зависело от того уточнения принципов квантовой механики, которое было результатом споров между Эйнштейном и сторонниками официальной вероятностной интерпретации.

Во-первых, эти споры толкнули Бора и других сторонников официальной концепции к значительному уточнению их позиции. В цитированном уже выступлении в Институте физических проблем Бор после рассказа о первой беседе и первом споре с Эйнштейном говорил о последующих дискуссиях. Отсюда и взяты строки, помещенные в качестве эпиграфа к этой главе. Что имел в виду Бор в своей процитированной там фразе: «На каждом новом этапе Эйнштейн бросал вызов науке, и, не будь этих

²¹ Там же, с. 173.

вызовов, развитие квантовой физики надолго бы затянулось»²².

Во-вторых, в результате дискуссий была уточнена критическая платформа. Стало выясняться, что для определенного круга процессов квантовая механика не обнаруживает внутренних противоречий. В этом отношении она отличается от механики Ньютона, в последней существовали внутренние противоречия: мгновенное дальнее действие и абсолютное время, а также силы инерции как критерии абсолютного движения — все это противоречило «классическому идеалу» — общей основе всех теорий «типа ньютоновой механики».

Квантовая механика исходила из определенного постулата — существования классического объекта, и ничто в ней не противоречило исходному постулату, ничто не вводило произвольных допущений. Поэтому *здесь* в отличие от механики Ньютона можно было пойти вперед, только предъявив совершенно новые факты, раскрыв новый мир, в котором не было бы места исходному постулату квантовой механики.

Эти факты накопились в физике элементарных частиц. Но они не входили в арсенал эйнштейновской критики квантовой механики, и до поры до времени эта критика казалась лишенной эвристической ценности. Она считалась бесплодной, как и поиски единой теории поля. Отсюда — вывод о почти полной бесплодности того отрезка творческого пути Эйнштейна, на котором его гений должен был находиться в зените. С этим выводом трудно примириться.

Вывод о бесплодности эйнштейновской критики (и в равной степени поисков единой теории поля) теряет смысл при изменении критериев того, что мы называем эвристической ценностью. Явной и непосредственной эвристической ценностью обладают однозначные и позитивные физические теории. Но значительной, хотя неявной и косвенной, эвристической ценностью обладают также концепции незавершенные, не достигшие однозначной и позитивной формы, оставившие будущему не ответы, а только вопросы.

Объективный смысл *вопросов*, содержащихся в эйнштейновской критике квантовой механики, сейчас стал

²² Наука и жизнь, 1961, № 8, с. 73.

довольно ясным. Гейзенберг и Бор говорили о взаимодействии движущейся элементарной частицы с некоторым телом, в отношении которого нет никаких сомнений ни в его положении, ни в скорости. Такое тело, например диафрагма, через которую проходит частица, — вне подозрений, она заведомо не сдвигается во время эксперимента. Мы игнорируем тот факт, что сама диафрагма в конечном счете состоит из частиц, лишенных, вообще говоря, определенного положения и определенной скорости. Как только мы распространяем квантово-атомистическое представление на диафрагму, квантовая механика утрачивает смысл, ведь он как раз и заключается в утверждениях, относящихся к квантовому объекту (частице), во-первых, и к классическому объекту (например, к диафрагме), во-вторых. Квантовая механика обладает не только негативным содержанием, она не только отрицает возможность одновременного сколь угодно точного определения координат и скорости частицы. Квантовая механика, как уже было сказано, обладает позитивным содержанием, она утверждает, что при определенных условиях, с определенными ограничениями *можно* определить положение и скорость частицы. Вот это позитивное содержание квантовой механики и подвергается сомнению во всех более радикальных (в смысле отказа от классических понятий), чем квантовая механика, теориях начиная с тридцатых годов, когда впервые усомнились в возможности точного определения переменных поля, независимо от условий Гейзенберга, обеспечивающих и ограничивающих такую возможность.

Мир, в котором нет классических объектов, выходит за рамки квантовой механики. При его описании приходится отказаться от классических понятий радикальнее, чем это сделала квантовая механика.

Большим историческим недоразумением было длительное, господствовавшее в течение многих лет представление об эйнштейновской критике квантовой механики как о критике с *классических позиций*. На самом деле эта критика имела иной объективный смысл, она могла указать на границы квантовой механики, отделяющие ее от более радикальной теории.

Но это не было *недоразумением* в буквальном смысле. Это было *историческим* недоразумением, т. е. невозможностью для концепции выявить свой действительный

смысл до того, как новые понятия не приобретут сравнительно конкретного вида. Мы вскоре остановимся на тех понятиях, которые позволяют, оглядываясь назад, увидеть действительный смысл позиции Эйнштейна в отношении квантовой механики. Здесь дело, впрочем, не только в истории науки, но и в эволюции идей Эйнштейна. В течение долгих лет он не выходил за рамки «классического идеала» науки, т. е. стремился нарисовать картину мира, в которой нет ничего, кроме движений и взаимодействий тождественных себе тел. Действительная критика квантовой механики не «сзади», а «спереди», т. е. с более радикальных позиций, с позиций еще большей неопределенности динамических переменных, возможна только за пределами «классического идеала» науки.

Критика квантовой механики *спереди* принципиально отличается от попыток отказа от вероятностной версии без перехода физики на некоторую новую, еще не получившую «внутреннего совершенства» более высокую ступень. Эйнштейн отнюдь не разделял надежд на антивероятностную переформулировку существующей квантовой механики. Он писал Макс Борну:

«Видел ли ты, как Бом (как, впрочем, и де Бройль, 25 лет тому назад) верит в то, что квантовую теорию можно детерминистски истолковать по-другому? Это по моему дешевые рассуждения, но тебе, конечно, лучше судить»²³.

Взгляды Эйнштейна исходили из возможности проникновения физической мысли в область более общих закономерностей. Эйнштейн очень точно определил область применимости квантовой механики:

«В области *механических* (курсив Эйнштейна) процессов, т. е. всюду, где взаимодействие различных структур и их частей можно с достаточной точностью рассматривать, постулируя существование потенциальной энергии взаимодействия между материальными точками, статистическая квантовая теория и поныне представляет собой замкнутую систему, правильно описывающую эмпирические соотношения между наблюдаемыми величинами и позволяющую теоретически предсказывать их значения»²⁴.

²³ «Эйнштейновский сборник 1972». М., «Наука», 1974, с. 66.

²⁴ *Эйнштейн*, 4, 295—296.

Здесь дано определение механических процессов. Эйнштейн понимает под ними движения, вызванные взаимодействием частиц, причем взаимодействия зависят от пространственного положения частиц. Речь идет о картине, в которой частицы движутся так или иначе в зависимости от своего положения и соответственно от действующих на них сил, обязанных взаимодействию тел, т. е. о «классическом идеале»: все, что происходит в мире, объясняется движением и взаимодействием масс.

Чтобы показать неклассический характер тех позиций, с которых Эйнштейн критиковал квантовую механику и соответственно радикально неклассические импульсы для развития квантовой механики под влиянием этой критики, следует коснуться следующего сходства и вместе с тем различия теории относительности и боровского принципа дополнительности.

Сначала остановимся на последнем.

Л. Розенфельд в одном весьма ясном и глубоком очерке принципа дополнительности излагает следующую забавную историю, заимствованную из датской литературы. Один добросовестный лицензиат, задумав написать научный труд, занялся подготовкой перьев. Но перья могут затачиваться наилучшим образом, если выбрать наиболее подходящие камни для такого затачивания. И лицензиат погрузился в минералогию. Через много лет в его комнате оказалась коллекция минералов, и он стремился получить исчерпывающее решение вопроса об оптимальном материале для точки перьев. Он не мог остановиться в охватившем его неумном рвении и стремлении к абсолютной строгости и точности при подготовке труда, и труд не был начат. В этом мире, чтобы перейти от логической схемы к делу, всегда приходится какое-то звено объявлять далее неанализируемым. В последнем счете это объясняется воздействием «перехода к делу» на форму логической схемы тем обстоятельством, что логическая схема не может быть содержательной без некоторых заданных, не подвергающихся анализу понятий, что эти понятия воздействуют на схему и их нелинейная связь со схемой останавливает простое подведение под схему новых и новых случаев. В квантовой механике квантово-атомистический анализ, учет дискретности поля и континуально-волновой природы частиц, должен остановиться перед телами, которые мы считаем неквантовыми, к которым мы

подходим, закрывая глаза на корпускулярно-волновой дуализм и дискретность действия, иначе говоря, перед телами, которые мы вводим в игру как заведомо классические тела. Именно поэтому квантовая механика не имеет смысла без тех классических понятий, которые она ограничивает в части их применимости и физической представимости, без понятий импульса, скорости, положения в пространстве и т. д. Эти понятия входят в квантовый мир вместе с заведомо классическими телами, с которыми взаимодействуют квантовые объекты.

Боровское макроскопическое тело взаимодействия, тело, позволяющее идентифицировать движущуюся частицу по непрерывно изменяющимся значениям ее динамических переменных (например, диафрагма с отверстием, позволяющая с той или иной степенью точности зарегистрировать координаты электрона), — это и есть тот камень лицензиата, где необходимо прекратить анализ (в данном случае квантовый анализ, учет корпускулярно-волновой природы частиц, составляющих «прибор»). Без таких последних звеньев квантового анализа, без классических, т. е. освобожденных от квантовой детализации, объектов, из картины мира исчезают частицы, тождественные себе, отнесенные к определенным типам (и поэтому принципиально наблюдаемые: частицу как таковую, частицу, не обладающую определенным типом взаимодействия с другими частицами, — определенной мировой линией, вообще не обладающую нетривиальной себестоимостью, так же трудно наблюдать, как, например, «животное как таковое», не относимое ни к какому конкретному типу). Как уже говорилось, без интегральных представлений о типах мировых линий и соответственно без представлений о типах частиц самый конкретный образ частицы в данной пространственно-временной клетке оказывается самым абстрактным и теряющим физический смысл.

Существует, однако, весьма существенная связь между: 1) определением формы мировой линии (т. е. интегральной характеристикой движущейся частицы), отнесенным к данной мировой точке, взятым в локальном представлении, иначе говоря, значением импульса и энергии частицы, и 2) чисто локальной характеристикой частицы — ее пространственно-временными координатами. Они связаны неконтролируемым воздействием одного опреде-

ления на другое, одной характеристики на другую. В такой констатации — основа негативной стороны принципа дополнителности, невозможности в одном эксперименте точно определить сопряженные динамические переменные. Но принцип дополнителности имеет позитивную сторону. Прежде всего он позволяет переосмыслить гарантию нетривиальной себестождественности частицы — непрерывное и закономерное изменение ее динамических переменных, — которая существовала в классической физике, и этой ценой ввести такую гарантию в микромир. Переосмысление заключается в замене переменной ее вероятностью, которая изменяется непрерывно, в точном соответствии с законом. Сохраняется ли при таком переосмыслении эйнштейновский критерий физической содержательности понятий? Не противоречит ли этому скачок — в понятии фигурирует точное значение вероятности, а в эксперименте измеряется значение самой переменной? Эйнштейновский критерий сохраняется потому, что мы в принципе можем экспериментально проверить значение переменной с любой точностью и получить непрерывный ряд экспериментально проверенных значений самой переменной, а не только ее вероятностей. Мы это можем сделать за счет сопряжений переменной. Можем, впрочем, только в нерелятивистской квантовой механике. В релятивистской квантовой теории исчезает, вообще говоря, возможность точного измерения значений даже одной переменной. Мы постараемся показать, что и здесь возможность оперировать образами нетривиально-себестождественных частиц вытекает из принципа дополнителности. Но для этого требуется изложить принцип дополнителности в более общей форме, отказавшись от специфического для нерелятивистской квантовой механики противопоставления сопряженных динамических переменных. Такое обобщение оказывается нетавтологическим, оно позволяет увидеть некоторые новые аспекты релятивистской теории элементарных частиц. Но при этом уже несколько модифицируется (и усиливается!) требование физической содержательности понятий и внутреннего совершенства теории.

Внутреннее совершенство состоит в максимально общем характере исходных понятий и постулатов, а внешнее оправдание — в их связи с экспериментом. В теории относительности такое требование было адресовано гео-

метрическим постулатам и понятиям. Физическая содержательность соотношений, характеризующих координатные преобразования и их инварианты, была взята под подозрение, физика проверила наличие физических эквивалентов, которое казалось бесспорным для ряда соотношений. Оказалось, что в мире скоростей, сопоставимых со скоростью света, физическими эквивалентами обладают четырехмерные псевдоевклидовы, а в непренебрежимых гравитационных полях — римановы геометрические соотношения. Попытка сохранить за трехмерной геометрией физическую содержательность была признана искусственной, не обладающей «внутренним совершенством». В квантовой механике физическую содержательность обрели многие математические абстракции теории матриц, учения о бесконечномерных пространствах и т. д. Но основным для идейного стержня квантовой механики — принципа дополнительности — была идея физической содержательности *логического* парадокса.

Когда Нернст говорил, что теория относительности Эйнштейна — это уже не физическая, а более общая теория, он мог с тем же основанием повторить такую характеристику в адрес принципа дополнительности. Но и принцип Эйнштейна, и принцип Бора — физические принципы, только физика здесь охватывает более общие, приобретающие физический смысл понятия. В первом случае это понятия геометрической размерности и геометрической аксиоматики. Во втором случае речь идет о принципиальной возможности измерений и рассматриваются более общие логико-математические или математические понятия, с помощью которых формулируются условия возможности измерений сопряженных динамических переменных.

Именно логическая парадоксальность свойственна борновскому принципу дополнительности. Он не противоречит ни одному из математических постулатов. Частица проходит через последовательные пространственные точки с той или иной скоростью. Можно ли утверждать, что частица прошла через данную точку? Нет, в общем случае, когда в той или иной мере определена скорость частицы, уже нельзя точно определять ее местонахождение в данный момент. В этом сказывается волновая природа частицы. Мы не можем сказать, что частица находится в данной точке в данный момент и не можем

сказать, что частица не находится в ней. Все это противоречит логическому постулату исключенного третьего.

Можно довольно далеко провести аналогию между отношением принципа дополнительности к логике и отношением принципа относительности к геометрии. В XIX в. уже существовали попытки построения так называемой поливалентной логики, отказывающейся от постулата исключенного третьего и вводящей наряду с оценками «истинно» и «ложно» третью оценку высказываний (например, «неопределенно»). Этим схемам иногда придавали онтологический смысл, но изучаемые логикой тривалентные физические образы, как в XIX в. физические образы неевклидовой геометрии, напоминают виртуальные фотоны, поглощаемые излучившей их частицей, — их эффект сказался только в самой логике. Критика классической логики давно расшатала уверенность в абсолютном характере принципа исключенного третьего, но отсюда было еще далеко до однозначной *физической* теории.

Начиная со второй четверти нашего столетия положение изменилось. Концепции Бора и других основателей квантовой механики связали неопределенность и дополнительность сопряженных динамических переменных движущейся частицы с экспериментально проверенными, достоверными физическими выводами. Абсолютная реальность, абсолютная достоверность, несомненная физическая содержательность логического парадокса так же характерны для квантовой механики, как для теории относительности характерна достоверность и физическая содержательность парадоксальных геометрических соотношений. Парадоксальность самого бытия, парадоксальный характер упорядочивающего Вселенную объективного *ratio* — вот что поразило широкий круг людей, ознакомившихся с идеями Эйнштейна и Бора, а иногда лишь интуитивно угадавших скрывавшийся в них переворот в характере научного мышления.

Как известно, в теории функции кроме числовых значений функции, зависящих от значений аргумента, фигурируют операторы, превращающие уже не одно значение функции в другое, а один *вид* функции в другой вид. Крупные физические открытия всегда в какой-то мере играли аналогичную роль. Они не только увеличивали число известных людям закономерностей природы, но изменяли также методы науки, стиль научного мышления,

характер пути, ведущего от частных наблюдений к общим законам. В обобщениях Эйнштейна и Бора «операторный» эффект гораздо сильнее, чем в теориях прошлого. В руках Эйнштейна и Бора физика изменила не только содержание результатов научной мысли. Она радикально изменила логическую структуру и математический аппарат. Более того, изменилось, стало принципиально иным отношение физики к логике и математике. Физика неизбежно должна включать в свои рамки геометрические аксиомы и логические принципы в качестве физических констатаций. Вместе с тем она может представить соотношения и связи физических объектов в масштабах Вселенной в целом и становится, таким образом, общей концепцией мироздания. Наряду с беспрецедентным проникновением собственно физических понятий и методов во все области науки преобразующее воздействие физики XX столетия на науку и культуру определяется новыми математическими и логическими принципами, которые получили в физике онтологический смысл.

Поэтому имя Эйнштейна будет всегда символом не только гигантского приращения сведений о Вселенной, но и гигантского преобразования вида функции, связывающей результаты научных обобщений с их исходными данными. Речь идет о преобразовании и наделении физическим содержанием математических понятий. Имя Бора также будет символом преобразования вида функции, связывающей выводы науки с наблюдениями, но здесь уже речь идет о преобразовании логики научных умозаключений.

Эйнштейн и Достоевский

Достоевский дает мне больше, чем любой мыслитель, больше, чем Гаусс.

Эйнштейн

Достоевский показал нам жизнь, это верно; но цель его заключалась в том, чтобы обратить наше внимание на загадку духовного бытия...

Эйнштейн

Что мог дать Достоевский создателю теории относительности? ¹ Этот вопрос будет здесь рассмотрен с той же точки зрения, с которой рассматривались и остальные параллели, проводимые между идеями Эйнштейна и творчеством других мыслителей, — в связи с понятием бытия и его ролью в генезисе и в перспективах дальнейшего развития идей Эйнштейна. Можно думать, что в этом случае, как и в некоторых других, сопоставление позволяет яснее увидеть не только идеи Эйнштейна, но и прибавить те или иные штрихи к оценке прошлого.

Забегая вперед, отметим прежде всего следующее. Эйнштейн мог получить в творчестве Достоевского значительный импульс, потому что в центре этого творчества находились интеллектуальные конфликты, потому что поэтика Достоевского была рационалистической, потому что сквозной темой его романов была *мысль*, бьющаяся в своих противоречиях, стремящаяся к воплощению человеческая мысль.

Проблемы мысли в ее отношении к действительности, проблемы познания и действия, проблемы истины и добра — ровесницы цивилизации. Но мы коснемся только

¹ Эта глава излагает и частично включает некоторые параграфы статей об Эйнштейне и Достоевском, напечатанных в 1966—1968 гг. в «Diogéne» и в «Вопросах литературы» и вошедших в «Заметки об Эпикуре и Лукреции, Галилее и Ариосто, Эйнштейне и Достоевском», помещенные в «Этюдах об Эйнштейне» (изд. 2. М., 1970, с. 110—190).

трех столетий, предшествовавших нашему. XVII век должен был ответить на вопрос, поставленный перед ним Гамлетом. В душе датского принца происходила трагическая замена новым идеалом старого, средневекового идеала логически безупречной схоластической мысли. Мысль должна переходить в действие, она должна питаться действием и воплощаться в действие. Наука ответила экспериментом и, столетие спустя, промышленным переворотом. Общественная мысль через два столетия — якобинской диктатурой.

В XVII в. разум создавал исходные рубежи для предстоящей атаки. Галилей нашел в понятии движения, спонтанно преодолевающего и не требующего поддерживающего агента, основу для новой схемы бытия. Уже не аристотелева схема естественных мест, а схема равномерных движений объясняла гармонию мироздания. Декарт уточнил понятие инерции, приписав сохранение скорости телам, движущимся по прямолинейным траекториям. Он создал физику, в которой не было ничего, кроме движущейся материи. Спиноза сделал эту физику всеобъемлющим мировоззрением, отринув непротяженные субстанции, сохранившиеся в метафизике Декарта. Наконец, Ньютон, аксиоматизировав механику с помощью понятия силы и сформулировав закон всемирного тяготения, завершил первый круг развития рациональной схемы мироздания. Он допускал воздействие на тела не только со стороны других тел, но и со стороны самого пространства, и это было некоторым отходом от классического идеала науки. Но зато научная картина мира приобрела однозначную достоверность, количественные соотношения классической механики уже допускали сопоставление с опытом.

Следующий, XVIII век был веком рационалистической атаки. Его назвали веком Разума. Он и был веком разума, претендовавшего на абсолютную точность своих выводов, на универсальную применимость их к космосу и микрокосму. Тогда думали, что логическое развитие ньютоновой механики может объяснить всю сумму явлений природы, что знание координат и скоростей всех молекул Вселенной позволяет предсказать с любой детальностью всю будущую ее историю. Думали также, что логическое конструирование понятий позволит построить схему гармоничного общественного порядка, и эта надежда

вдохновляла Бабефа, а раньше — предреволюционных адептов такого порядка.

В XIX в. увидели, что мысль может постичь и преобразовать действительность только в том случае, когда она отказывается от незыблемых форм, от универсальных математических соотношений и застывших логических законов. Лаплас писал, что разуму легче идти вперед, чем углубляться в себя. Но последнее оказалось неизбежным. Гёте указывал на несводимость действительности к логическим схемам («теория, друг мой, сера, но зелено вечное дерево жизни»). Немецкая классическая философия обнаружила, что, не углубляясь в себя, не меняя своих канонов, мысль приходит к тяжелым, неразрешимым антиномиям. Затем классическая философия пришла к позитивному выводу: мысль обретает бесконечную мощь, когда она становится пластичной и живой, когда она не останавливается ни перед одним абсолютом. Карно, Клаузиус и в конце столетия Больцман показали, что законы поведения больших множеств молекул иные по своему характеру, чем законы поведения отдельных молекул. Первые носят статистический характер и придают процессам природы необратимый вид, а вторые укладываются в рамки механики обратимых процессов. Аналогичным образом Дарвин открыл статистические законы филогенеза: среда управляет судьбою вида, судьбою статистического множества, изменяя только *вероятность* тех или иных индивидуальных судеб. Лобачевский, а позже Риман пришли к мысли о двух уже известных нам, исключаящих одна другую системах геометрии — евклидовой (сумма углов треугольника равна двум прямым углам; через точку вне прямой можно провести только одну параллельную ей прямую, перпендикуляры к прямой параллельны и т. д.) и неевклидовой (сумма углов треугольника меньше либо больше двух прямых углов; через точку вне прямой можно провести либо множество, либо ни одной параллельной ей прямой; перпендикуляры к прямой расходятся либо, напротив, сходятся в одной точке), причем от физических процессов и от масштабов взятой области зависит, какая из различных геометрий соответствует действительным процессам. Вскоре термин «неевклидова» относили уже не только к математически парадоксальной системе, но и ко всякой концепции, отказывающейся от канонов, казавшихся ранее незыблемыми.

Общественная мысль XIX в. пришла к революционному выводу: социальная гармония может воцариться на обломках институтов, которые казались чисто логическими и столь же незбылемыми, как аксиомы Евклида. Но здесь аналогия оканчивается. Социальная гармония, о которой думали наиболее передовые и революционные мыслители XIX в., отличается от космической гармонии, о которой думали самые революционные математики, астрономы и физики этой эпохи. Лобачевский и Риман считали возможным отступление от евклидовых соотношений в очень больших космических областях. Космическая гармония, даже неевклидова, оставалась космической. Микроскопические процессы не нарушали ее, гармонии подчинялись лишь статистически усредненные процессы, судьба одной песчинки была безразлична для движения планеты так же, как судьба одного организма — для филогенетической эволюции, для гибели или процветания вида. Но социальная гармония была основана на освобождении человечества от власти стихийных сил, управляющих статистически усредненными величинами. Гармоничное общественное устройство должно обеспечить счастье каждого индивида. Здесь «геометрия» целого основана не на игнорировании его микроскопических частей, а, напротив, на учете каждой микроскопической судьбы.

Таким образом, передовая естественнонаучная мысль XIX в. и его общественная мысль пришли к различным результатам. Первая сконструировала схему евклидовой или неевклидовой статистической гармонии мироздания. Вторая пришла к констатации: статистическая социальная гармония не удовлетворяет требованиям разума и совести человечества, — и к прогнозу: дальнейшее развитие науки и производительных сил потребует перехода к новой социальной организации, исключающей слепую статистическую игру стихийных общественных сил.

Как мы увидим дальше, это глубокое различие научного идеала XIX в. и его общественного идеала вызвало характерный протест против подчинения человеческой истории тем законам, которые управляют природой. Такой протест был связан с абсолютизацией научного идеала XIX в. В XX в. положение изменилось, неклассическая наука оперирует вероятностными законами, освобождая частицу от абсолютного подчинения динамическим

законам макрокосмоса, но исключаящими также свойственное классической статистике игнорирование индивидуальных судеб человека.

А каковы в этом плане итоги художественного творчества XIX в.?

Здесь мы подходим к проблеме «Эйнштейн — Достоевский», связывая ее с самыми общими проблемами истории философии, науки и литературы. В последние десятилетия такая связь стала особенно существенной. В литературе, посвященной творчеству Эйнштейна, теории относительности и современной физике в целом, все чаще и шире анализируются этические критерии последней и прежде всего значение науки для жизни людей, для конкретных жизненных ситуаций, которые всегда были и всегда будут объектом художественного воспроизведения. Вместе с тем художественная литература и посвященные ей исследования чаще и во все более обобщенной форме показывают коллизии научного творчества, поднимаясь от отдельных литературоведческих экскурсов к интегральной демонстрации связи науки, морали и эстетики. Литература о Достоевском все точнее показывает связь его творчества с общими тенденциями русской и мировой культуры, преемственность всей русской литературы XIX в. Эти две тенденции, физико-философская, от Эйнштейна в хронологических и профессиональных рамках его творчества — к общей проблеме этической, эстетической, культурной ценности науки, и литературоведческая, от Достоевского — к исторической роли русской и мировой литературы XIX в., значительно сблизилась.

Сопоставление Эйнштейна и Достоевского не может не повлиять на ретроспективные оценки того и другого. Для Эйнштейна такое сопоставление выводит на авансцену наряду с позитивными результатами нерешенные проблемы связи космологии с микромиром, которым мыслитель уделял так много внимания и сил в последние десятилетия своей жизни. К ним, впрочем, заставляет возвратиться и сама физика второй половины нашего столетия. Для Достоевского сопоставление с Эйнштейном также вызывает своеобразную рокировку: на первый план выдвигаются не позитивные решения (скорее псевдорешения), которых так много в «Дневнике писателя», а вопросы, на которые писатель не получил ответа и

которые содержатся в самой поэтике, в самой художественной ткани произведений. Можно провести некоторую аналогию между этими вопросами. Эйнштейн писал в своем автобиографическом очерке 1949 г., что недостатком теории относительности является отсутствие обоснования, выводящего законы теории и микроструктуры бытия. Творца теории относительности, этой стройной (в общем случае неевклидовой) схемы мироздания, не удовлетворяла независимость схемы от того, что происходит *здесь-теперь* в мире элементарных частиц. Основной философский смысл художественного творчества Достоевского состоит в защите человеческой личности от игнорирующих ее судьбу макроскопических законов. Сцена, где Иван Карамазов отказывается от любой, пусть даже «неевклидовой» вселенской гармонии, если она включает мучения ребенка, это не только ключ к «Братьям Карамазовым», но и ко всем произведениям писателя и к его поэтике, к этому удивительному просвечиванию космических проблем через сугубо локальную, бытовую, приземленную картину.

Это — сквозная и фундаментальная линия в развитии философии бытия, познания и ценности. Оправдание целого, под каким бы псевдонимом оно ни выступало, вопреки локальной дисгармонии всегда было логически связано с коллизией эмпирического познания частного и логического постижения общего. Чтобы не заходить далеко в прошлое, упомяну только о значении монадологии Лейбница для его теодицеи. Попытки теодицеи уступают место апологии разума, но последний становится в XIX в. мишенью иррационалистической критики, направленной против высшего для того времени выражения рационалистической интегральной гармонии — гегелевского «все действительное разумно, все разумное действительно». Конечно, не единственной мишенью: уже «философия Откровения» Шеллинга была отрицанием всего рационализма, опиравшимся, в частности, на этическую неполноценность полного подчинения индивидуальных судеб макроскопической диктатуре разума и причинности. Реабилитация разума прошла через его динамизацию: каноны логики и каноны причинности сами оказались меняющимися и зависимыми от эмпирического постижения бытия, от частного, от конкретного, от *здесь-теперь*. Зависимость общих законов от локальных

условий становилась явной в связи с вытекавшим из естественнонаучных открытий XIX в. плюрализмом общих законов, различием между законами, действующими в рамках различных, несводимых одна к другой специфических форм движения, со своеобразной «ограниченной юрисдикцией» естественнонаучных законов. Но наука XIX в. еще не видела радикальных преобразований законов бытия и логических норм. Их усложнения, «ограниченная юрисдикция», неоднозначность накладывались на неизменные аксиомы и нормы. Идеалом познания оставалось возвращение к традиционным абсолютам Разума.

Основным источником антирационалистической фронды была фикция Разума как *неизменного* демиурга мира. Исчезла неизменная перипатетическая схема неизменного центра мироздания и «естественных мест». Начиная с гипотезы первичной туманности, исчезла уверенность в бесконечных повторениях движений тех же планет на тех же орбитах. Была подорвана система неизменных видов живой природы. Но неизменность самого разума, его канонов, его норм, оставалась непоколебленной.

Иррационализм не был попыткой изменить нормы познания, он был попыткой освободить аксиологию от гносеологии, судьбу человека от железной логики познания. В значительной мере — безнадежной попыткой, с заранее осознанным пессимистическим прогнозом. В нашем столетии новые представления, не укладывавшиеся в старые гносеологические каноны, преобразовали их довольно легко, человечество без труда рассталось с законом исключенного третьего и даже со всей презумпцией «железной логики». Но тем самым приобрела новый смысл трагедия XIX столетия, моральное сознание которого с такой безнадежностью билось о непоколебимую стену логической необходимости сущего.

У Кьеркегора эта трагедия стала очень острой личной трагедией: трагическая философия как-то слилась с трагической биографией, она потеряла свой чисто объективный характер, отделенный от эмоциональной жизни самого человека. Уже это новое отношение личности философа к его идеям (может быть, очень старое, некоторый возврат к Сократу) было покушением на провозглашенное Возрождением и реализованное в XVII—XVIII вв. в классической науке единодержавие объективной гно-

сеологии. Для основного направления греческой философии: эмоциональным истоком было удивление, для Кьеркегора, по его словам, таким истоком становится ужас: «Только дошедший до отчаяния ужас, — писал Кьеркегор, — пробуждает в человеке его высшее существо». Ужас перед неотвратимостью судьбы, гарантированной однозначностью логики и причинной связи событий. И перед *неотвратимостью времени*, перед невозможностью вычеркнуть из бытия страдания Иова (он оказался учителем Кьеркегора, заменив Гегеля и всю вереницу адептов разума, начиная с греческих философов), невозможностью исправить прошлое. Необратимость зла отделяет естественный, каузальный, подчиненный логике порядок событий от морального идеала и заставляет человека искать прибежище в нелогичной «истине невозможного», в «реальности абсурда» Тертуллиана, в вере, противостоящей разуму, в иррационализме.

Необратимость бытия исключает примирение со злом. Белинский говорил, что, оказавшись на верхней ступени прогрессивной эволюции, он не примирился бы ни с одной жертвой этого развития. «Если бы мне и удалось взлететь на верхнюю ступень лестницы развития, я и там бы попросил вас отдать мне отчет во всех жертвах условий жизни и истории, во всех жертвах случайностей, суеверия, инквизиции, Филиппа II и пр. и пр., иначе я с верхней ступеньки брошусь вниз головой. Я не хочу счастья и даром, если не буду спокоен на счет каждого из моих братьев по крови». Этот ранний antecedent отказа Ивана Карамазова от любой, игнорирующей личные судьбы вселенской гармонии, очень ясно показывает роль необратимости бытия для пессимистического иррационализма.

И тут в игру вступает эстетика, постижение красоты бытия, образное мышление о мире. Искусство берет на себя то, что было не под силу науке, *пока* было не под силу. Классическая наука сосредоточила свое внимание на принадлежности индивидуума к данному множеству, присвоении некоторому субъекту данного предиката, игнорирования того, неповторимого и индивидуального, что отличает именно этот, конкретный субъект от других субъектов объединяющего их множества. Классические принципы сохранения импульса, энергии и массы immortalизируют субъект, отождествляя его бытие в данном *здесь-теперь* с его бытием в ином, следующем *здесь-*

теперь. Иммуортиализируется бытие в смысле принадлежности к некоторому множеству, но когда бытие субъекта означает его бытие, когда оно означает *его* отличие от иных субъектов и подчеркивает его индивидуальность, классическая наука не иммуортиализировала субъект. Напротив, акцент стоял на идентификации субъектов на основе идентификации сохраняющихся общих для множества предикатов. С подобной идентификацией, отметим попутно, связана основная коллизия картезианской физики, отождествившей тело с его местом и тщетно искавшей индивидуализацию тела — то, что отличает его от пространства. Отметим также попутно, что современная физика, вводящая трансмутацию частиц и даже выводящая (вернее, пытающаяся вывести) из дискретных трансмутаций и регенераций макроскопическое движение частицы, выводит науку из указанной картезианской коллизии. Такой выход (отметим еще раз: нереализованный пока в однозначных концепциях, характеризующий лишь направления эволюции и прогнозы современной науки) связывает бытие субъекта с бытием космоса непосредственно, без серии последовательных отрицаний индивидуальной неповторимости каждого «здесь-теперь», каждой локальной ситуации.

В XIX в. было далеко до такой тенденции (именно до тенденции; до однозначной теории, как уже сказано, быть может, и сейчас далеко). Поэтому то, что можно назвать эмоциональным аккомпанементом познания, его радостным пафосом, было связано не с постижением индивидуальной неповторимости каждого субъекта, каждой локальной ситуации, а с интегральной гармонией систем, в которых их индивидуальные элементы нивелированы. Единый космос, а не индивидуализирующие определения были источником эмоционального аккомпанемента науки. Классическая наука не была кладбищем индивидуальной неповторимости локальных ситуаций, термодинамика не была кладбищем механики молекул, в пределах науки и (за вычетом абсолютизирующей метафизики) в пределах философии статистическая нивелировка не была отрицанием локального. Но индивидуализация бытия оказалась на заднем плане картины мира.

Художественное творчество выводило ее на первый план. Со времен Аристотеля сущностью эстетического восприятия мира считали познание общего в конкрет-

ном. И логическое познание — это познание общего в конкретном, обобщение конкретного, но радикальное различие состоит в том, что эстетическое постижение не ликвидирует индивидуальную неповторимость субъекта, а иммортализирует ее.

Современная наука позволяет несколько по-новому подойти к традиционным определениям прекрасного и к традиционной трактовке красоты в ее отношении к истине. В современной науке понятие истины охватывает не только констатации принадлежности субъекта к тому или иному множеству, например констатации принадлежности состояния движения частицы в данный момент к некоторому множеству состояний, вхождения мировой точки в мировую линию, определенную уравнением движения. Истина включает не только пространственно-временную локализацию частицы, но и ее «некартезианское бытие», точку не только в пространственно-временном континууме, но и в пространстве большего числа измерений, причем растущего их числа. Наука выделяет *здесь-теперь*, проводя через него *растущее* множество координат. В современной науке отдельный субъект обладает не только *метрическими* свойствами — положением его элементов по отношению к пространственно-временной системе отсчета, но и *топологическими* свойствами — растущим многообразием измерений, рангом сложности, степенью отображения все более сложной реальности. Этому рангу, этой степени соответствует интуитивно постигаемое ощущение бесконечной сложности бытия. Это ощущение и является основой эмоционального аккомпанемента познания. Оно связано с нарастающей точностью отображения реальности.

Результаты познания оцениваются при этом как показатель его мощи, его способности проникнуть во все более сложную структуру бытия. Это — эстетическая сторона эмоционального аккомпанемента познания. Красота и изящество научной теории кажутся в некоторой мере независимым определением доказательства теоремы, независимым от ее содержания, но по существу здесь интуитивное ощущение большей, возрастающей общности и точности, принципиальной возможности доказательства иных теорем, которые возникают в сознании мыслителя как симфония, о которой говорил Моцарт: она еще не написана, но уже вся целиком звучит в сознании компо-

зителя. Такая симфония, такое интуитивное озарение характеризует эстетическую ценность не только доказательства математической теоремы, но и любой научной концепции. Важно подчеркнуть, что для неклассической науки интуитивное озарение и эстетика топологической мощи познания — неперенные условия творчества. Само название «неклассическая» означает, как это уже не раз говорилось, не только отказ от классических устоев ньютоновой механики, но и принципиальный отказ от раз навсегда данных устоев, экспериментальную и логическую проверку фундаментальных представлений о пространстве, времени, движении, веществе и жизни. Тем самым частные неклассические теории связаны гораздо тесней, чем это было в XIX в. с логически упорядоченным или на первых порах интуитивным, интегральным представлением о мире.

Для XIX в. основным определением эстетической ценности научной теории было *изящество* — критерий, достаточно подробно описанный в математической литературе. Неклассическая наука видит такое определение скорее в *красоте*. В чем тут новое? Изящество в математике измеряется естественностью вывода, т. е. максимальным исключением дополнительных допущений и общностью дедукции, переносом ее на максимальное многообразие выводов. Пуанкаре сравнивал математическое изящество с изяществом античной колоннады. Для эстетических критериев неклассической науки, с характерным для нее онтологическим пониманием математики и со стремлением охватить мироздание в целом, больше подошло бы сравнение с поддерживающим небосвод Атласом. Критерий красоты теснее связан с онтологической характеристикой дедукции, с переносом выводов на реальные объекты, здесь более явной становится онтологическая сторона дела, объект познания и его общность, его значение для интегральной картины мира. Неклассическая наука, как правило, переносит свои дедукции и на конкретные, экспериментально воспроизводимые ситуации и на картину мира в целом. Этим и объясняется некоторая эволюция от изящества к красоте, как к критерию истины, при переходе к науке XX в., т. е. к неклассической науке.

Из изложенных только что соображений об эстетике, противостоящей классическому рационализму и классиче-

ской науке, защищающей неповторимость элементов бытия от их нивелирования и игнорирования в структурных ансамблях, следуют два связанных между собой вывода. Один, собственно философский, относится к эволюции классического рационализма в XVII в., второй — к роли художественной литературы XVIII—XIX вв. в эволюции представлений о мире и, таким образом, уже непосредственно примыкает к разбору приведенной фразы Эйнштейна о Достоевском.

Рационалистическая физика Декарта, как уже было сказано, объясняла переход от одного состояния к другому, от одного бытия в смысле «Буцефал — лошадь», к другому бытию в том же смысле. Проблема бытия в смысле «Буцефал есть!», проблема бытия в его отличии от небытия не вошла в физику Декарта. Она вошла в философию Спинозы, в которой классический рационализм оказался по отношению к картезианству *ультрарационализмом*, в которой разумное, логическое объяснение включило в свой объект весь круг модификаций бытия — *natura naturata* — и единый субъект этих модификаций — *natura naturans*. Но классическая наука, сохраняя раздельное бытие пространства и времени, не нашла собственно физического образа *natura naturans*. В сущности, она его и не искала. Такой образ ищет неклассическая наука. Пространственно-временной мир Эйнштейна — это отнюдь не простое освобождение классической картины мира от абсолютного пространства и абсолютного времени. Здесь есть высказанная Эйнштейном в автобиографическом очерке и все более явно звучащая в физике второй половины XX в. мысль о бесконечно сложной природе вещества, о его *n*-мерной структуре, определяющей поведение тел в макрокосме, конфигурацию их мировых линий. Когда эксперимент и логический анализ выявляют такую конфигурацию, идея ее еще более сложной природы приобретает интуитивные формы. Для современного стиля научного мышления интуитивная догадка о более сложной субструктуре мира, связанной с бытием, противостоящим небытию, чрезвычайно характерна. Она лишает научное мышление той четкости линий, той сухой логической законченности, которая переносилась с научного мышления на человеческое мышление в целом, становилась особенностью культуры в целом и служила истоком свойственной куль-

туре XVIII—XIX вв. удовлетворенности, уверенности, исключения противоречий, того, что иногда называют викторианским духом (что появилось, впрочем, задолго до королевы Виктории).

Указанная викторианская тенденция не была ни единственной, ни господствующей. Наука была преимущественной областью ее распространения. Стихи Попа о Ньютоне («Природа и ее законы были покрыты тьмой, бог сказал: «Да будет Ньютон!» и все осветилось») соответствуют убеждению о том, что «все осветилось», идущему из XVII—XVIII вв. в XIX в. Но именно в поэзии, да и во всей культуре XIX в. существовала противоположная тенденция. До поры до времени она не охватывала науку. Основным истоком сомнений в могуществе разума были не содержание науки и не ее методы, а ценность науки, ее этическая и эстетическая ценность. Прежде всего подверглась сомнению способность разума гарантировать автономию личности, в защиту которой в XIV—XVI вв. выступала культура Возрождения. Ренессансная апология зримой и красочной, чувственно постижимой *civita terrena*, восставшей против *civita dei*, видела оплот такой автономии в искусстве, воспроизводящем мир в его немеркнувшей конкретной гетерогенности. Теперь, когда классическая наука грозила обесцветить мир и оборвать индивидуальное бытие его элементов, на защиту гетерогенности мира вновь выступило искусство. На этот раз оно противостояло не традиции и догме, а самому разуму в его неподвижной версии. Антирационалистическая фронда XIX в. была лишь одним из фарватеров апологии индивидуального, оказавшегося под угрозой игнорирования. И отнюдь не главным фарватером. Гораздо более важным фарватером была эволюция самого философского рационализма, подчинение логических норм эмпирическому изучению мира, осознанный переход от абстрактного к конкретному, философия гетерогенного бытия². Был и еще один фарватер. Он проходил через искусство. В истории философии искусство часто игнорируется и его гносеологическая ценность иллюстрируется лишь философскими экскурсами великих поэтов, художников, композиторов. Так по-

² См.: Кузнецов Б. Г. Разум и бытие. М., 1972, с. 216—332.

лучилось, в частности, с русской литературой XIX в. Она была большим идейным движением, изменившим картину мира, продемонстрировавшим единство поисков красоты и поисков истины. Не философские декларации русских писателей, включая «Дневник писателя» Достоевского, не вкрапленные в произведения Толстого морально-философские рассуждения (не говоря уже о гоголевских «Избранных местах из переписки с друзьями»), а сама поэтика художественного творчества имела величайший философский смысл и вошла в подлинную необратимую эволюцию познания мира.

Достоевский и Толстой стоят в конце вереницы великих русских мыслителей XIX в., подошедших к самым фундаментальным проблемам бытия и познания именно потому, что их мысль облеклась в художественную, образную форму. Эта форма раскрыла реальность и неповторимость индивидуального бытия. В данном случае, как, впрочем, и во многих других, слово «форма» напоминает о знаменитом ответе Гете на стихотворение Альберта фон Галлера о существенности формы: именно художественная форма определила роль русской литературы в познании мира. Это весьма общая закономерность: поэтическая «форма», как правило, меняет «содержание» и именно в сторону индивидуализации познания мира, иммортализации конкретного, локального, его несводимости к нивелирующей абстракции.

Вереница русских мыслителей, вошедших этим путем в историю философии, включает Лермонтова, Гоголя, Тютчева, Достоевского, Толстого, Чехова, а начинается Пушкиным. Единство и преемственность всей вереницы — отнюдь не очевидны и могут быть показаны лучше всего, если сформулировать общую философскую тенденцию, получившую яркое и явное выражение у Достоевского, но вместе с тем столь же яркое и столь же явное — у Пушкина.

В первом приближении то, что можно назвать *философией поэтики* у Достоевского и Пушкина очень различно. Пушкин кажется апостолом разума («Да здравствуют музы, да здравствует разум!») может быть эвиграфом всего творчества поэта), Достоевский — его ересиархом. Мировоззрение Пушкина пронизано рациональной гармонией, мировоззрение Достоевского — ее отрицанием. Был ли Достоевский «мисологосом» (так

Платон называл ненавистников разума, считая это имя позорным)? Нет, он был именно ересиархом, но ересиархом разума, он принадлежал к «оппозиции его Величества». О рационалистической поэтике Достоевского будет сказано позже, а пока заметим, что и Пушкин был не таким ортодоксальным апостолом абстрактного разума: в приведенной строке рядом с разумом стоят музы, которые символизируют не только логическое, но также сенсуальное и эстетическое постижение мира.

Точнее было бы сказать, что музы и разум не стоят рядом, а становятся некоторым единым ансамблем (каким они были в древности, подчиняясь Аполлону Музагету); разум эмоционален, поэтичен, а музы поэзии рационалистичны, это и делает их символом поэзии. Здесь не разделение сфер, а нечто прямо противоположное. Поэтика Пушкина близка современному рационализму, впитавшему итоги неклассической науки, и сейчас виднее ее связь с классическим рационализмом и, вместе с тем, виднее глубокая, никогда не исчезающая внутренняя связь рационализма с сенсуализмом и с эстетическим постижением мира.

Константин Паустовский как-то сказал, что Пушкин любил осень, потому что она обнажает в природе ясный и резкий рисунок, близкий его поэзии³. Я не знаю, в этом ли корень осенних взлетов пушкинской поэтики, да и вряд ли кто-нибудь может определенным образом судить об этом. Но, конечно, критерий ясности, столь существенный для Пушкина, сродни картезианскому *clarté*. Классическая наука и ее викторианские и более ранние иллюзии отдаляли разум от поэзии, вернее, не отдаляли, а затушевывали их единство. Художественная литература раскрывала это единство и таким путем была подготовкой современного рационализма, отчетливо пронизывающего неклассическую науку.

Эту сторону идей неклассической науки, идей Эйнштейна следует подчеркнуть. Теория относительности не только вышла за рамки XX столетия и по-новому представила весь путь мировой культуры. Начиная с древности. У Платона «эйдос» — это и идея и образ. Их единство — очень общая, сквозная тенденция истории фило-

³ См.: Паустовский К. Избр. произв., т. 2. М., «Худ. лит.», 1977, с. 87.

софии, науки и искусства, объединяющая эти потоки культуры. К ней примыкает и Эйнштейн: ведь он заменил в картине мира идею принципиально ненаблюдаемого абсолютного пространства образом сенсуально постижимых материальных тел отсчета. У Пушкина музы, стоящие рядом с разумом, символизируют тот глубокий сенсуализм, который в процессе исторического развития культуры все ярче обнаруживает свою неотделимость от рационализма.

Вкратце остановимся на философском смысле поэтики Пушкина. Это поможет понять итоговый смысл всей русской литературы XIX в., итоговый смысл поэтики Достоевского и роль последней в подготовке современной картины мира и современного отношения человека к миру.

По справедливому замечанию В. С. Библера, поэтика Пушкина напоминает кольцо Мебиуса: вы следите за линией, которая прочерчивается по одной стороне, и вдруг замечаете, что, не сходя с нее, линия оказалась на другой стороне. Пушкин, как вам кажется, весь тут, на поверхности, все видно сразу, нет никакого перехода на внутреннюю сторону, все — в пределах сенсуальной постижимости. И, оказываясь, не покидая этой поверхности, вы уже проникли во внутреннюю подоснову явлений, получили воплощенное в сенсуальном образе глубочайшее обобщение, охватывающее внутреннюю структуру мироздания.

Вспомним песню Вальсингама в «Пире во время чумы»:

*Есть упоение в бою,
И бездны мрачной на краю,
И в разъяренном океане,
Средь грозных волн и бурной тьмы,
И в аравийском урагане,
И в дуновении чумы.
Всё, всё, что гибелью грозит,
Для сердца смертного таит
Неизъяснимы наслажденья —
Бессмертья, может быть, залог...*

Это — царство Сенса вы как будто одновременно и видите, и слышите, и ощущаете всеми органами чувств близость бездны и удары урагана в пустыне. И вместе с

тем это — царство Логоса: картина вводит уничтожение, угрозу (то, что казалось Кьеркегору исходным пунктом его пессимистической философии) в рамки оптимистической философии бессмертия. Отнюдь не личного и не провиденциального. Гибель не иллюзорна, она подчеркивает преходящий характер локального бытия, но угроза гибели, преображенная в эстетический образ, претендует на бессмертие. В таком эстетическом преобразении локальное бытие обретает некоторый внеличный или надличный характер (вспомним «надличный мир» в автобиографии Эйнштейна), некоторое преодоление того, что Гегель называл «прехождением» (Vergehen), отрицательной стороной «становления».

Эстетическая иммортализация *здесь-теперь* так же стара, как и вся поэзия. У Гомера, когда Одиссей на пиру у феаков слышит поэтический рассказ о гибели Трои и плачет, Антиной говорит ему, что плач неуместен:

*Ведь для того им послали смерть и погибельный жребий
Боги, чтоб песней прекрасною стали они для потомков.*

Именно песней, именно поэтическим рассказом, сохраняющим конкретную неповторимость каждого эпизода.

Была ли тенденция эстетического оправдания реальности у Достоевского? В философских экскурсах ее не было. В репликах героев — почти не было. В художественной ткани произведений она была очень явной. Все, что Иван Карамазов говорит о «клейких листочках», о непреодолимом влечении к миру, к его красоте, все это дополняется поистине сладострастным любованием, обращенным на конкретную точность каждой реплики, каждого портрета, каждой сцены. Именно указанный сенсуалистический темперамент отличает Достоевского от позиции Кьеркегора, от абсолютного пессимизма, от решения «броситься вниз головой с высшей ступени познания». Это еще не философия оптимизма — философия преобразования мира, о которой скажем позже. Но это уже и не пессимистический иррационализм.

Эстетическое оправдание бытия означает сенсуализацию рационализма. Слово «эстетика» имеет два смысла: оно обозначало издавна (и сохранило этот смысл в «трансцендентальной эстетике» Канта) сенсуальное постижение мира, а позже стало обозначением постиже-

ния красоты. Русская литература XIX в. — в этом ее философский смысл — объединила апологию сенсуализма с апологией красоты. Сенсуализм, неотделимый от познания локальных, неидентифицированных *здесь-теперь*, сенсуализм, преобразующий универсалии разума, изменяющий представления об интегральном *ratio* мира, это один из «токов» от искусства XIX в. к науке XX.

Как этот «ток» относится к логике познания? Приводит ли он к сальерианскому «поверить гармонию алгеброй»? Или он вводит в познание алогические повороты? Результатом внедрения поэзии в познание является обычно не усиление логики в обычном классическом смысле, укрепление того, что так пугало Кьеркегора и Достоевского. Но и не иррациональный отказ от логики, упование на алогизм бытия. Здесь не алогизм, а металогизм, преобразования самой логики, переход к иной логике, слияние логики и сенсуальной интуиции — того, что ведет от познания различных форм бытия к общему понятию бытия, о котором говорилось в очерке о принципе бытия и его топологии. Поэтика — это путь не метрики познания, т. е. заполнения готовых множеств, готовых измерений картины мира, новыми элементами, теряющими при этом свою индивидуальную неповторимость, а топологических преобразований, увеличивающих число таких измерений.

Пора, однако, обратиться к более подробному разбору тех произведений Достоевского, в которых особенно ярко прозвучали перечисленные мотивы: и апология личного, индивидуального, локального, и отказ от игнорирующей это личное даже неевклидовой гармонии, и неудержимое стремление ощутить прелесть сенсуального постижения мира, прелесть «клейких листочков».

В течение полутора десятилетий, с 1866 по 1880 г., вышли основные философские романы Достоевского: «Преступление и наказание», «Идиот», «Бесы», «Подросток», «Братья Карамазовы». После них человечество стало старше. Оно не сразу могло дать себе отчет в том, что, собственно, произошло. «Земля от коры до центра пропитана людскими слезами», — таков первый мотив романов Достоевского. Это не вывод из статистических таблиц, напротив, он противопоставляется таблицам. Это и не непосредственные впечатления, речь идет не только об отдельных людях, а о человечестве. Но человечество

существует в каждом отдельном человеке, социальные и моральные проблемы раскрываются в рамках психологии героя, в образе, в *эстетическом* обобщении. Итог рационалистической мысли — космическая гармония неприемлема, если она игнорирует индивидуальную судьбу, — мог быть сформулирован именно в эстетическом обобщении, сохраняющем неповторимость, суверенную ценность индивидуального образа.

Романы Достоевского — это страшный крик, который прорезал ночь, и теперь уже никто не может уснуть. Здесь слились как будто все стоны земли, плач детей, подвергающихся истязаниям, бормотание людей, обезумевших от горя, и панические восклицания перед угрожающим безумием. И все это слилось, но сохранилось, и мы можем различать каждую ноту в крике отчаяния, каждое всхлипывание плачущего ребенка. Это крик боли, жажды гармонии, который вошел в историю человеческой культуры как вопрос, обращенный к XX столетию.

Вот перед нами кульминация «Братьев Карамазовых» — сцена в провинциальном трактире, где Иван Карамазов в беседе со своим братом Алешей отвергает провиденциальную гармонию мироздания. Эта гармония не искупает страданий одного маленького человека. При любой «макроскопической» гармонии целого мать не может простить страданий растерзанного ребенка. А если так, продолжает Иван Карамазов, то где же гармония? «Есть ли во всем мире существо, которое могло бы и имело право простить? Не хочу гармонии, из-за любви к человечеству не хочу. ...Да и слишком дорого оценили гармонию, не по карману нашему столько платить за вход. А потому свой билет на вход спешу возвратить обратно»⁴.

Глава, в которой Иван Карамазов «возвращает билет на вход», называется «Бунт». Как уже сказано, эта глава — кульминация романа «Братьев Карамазовых», а может быть, кульминация всего творчества Достоевского. Это самая резкая нота того крика боли, тоски, жажды гармонии, который вошел в историю человеческой культуры как вопрос, обращенный к XX столетию. Он стоит рядом с крупнейшими научными открытиями XIX столе-

⁴ Достоевский Ф. М. Собр. соч. в 10 томах. М., 1958, т. 9, с. 307—308. Ссылки, кроме оговоренных, — по этому изданию.

тия, которые также были вопросами, обращенными к будущему. Он является их эмоциональным, психологическим и эстетическим эквивалентом. Жизнь человечества растерзана дисгармонией, земля пропитана кровью и слезами людей. Гармония может быть только «неевклидовой», парадоксальной, недоступной традиционной «евклидовой» мысли. Но и ее подстерегает трудность, самая общая и тяжелая трудность; любая гармония мироздания отбрасывается моральной интуицией человека, если она основана на игнорировании хотя бы одного локального, индивидуального, микроскопического по сравнению с целым акта дисгармонии, игнорировании хотя бы одной слезы замученного ребенка.

Объективный смысл художественного творчества Достоевского состоял в мольбе и требовании, адресованным XX столетию: человеку нужна социальная и моральная гармония, не игнорирующая локальную дисгармонию, не примиряющая с индивидуальным страданием человека, а исключающая детские слезы, исключающая насилие, угнетение, глумление над слабым.

Выше уже говорилось, что адресованный в XX в. вопрос не мог прозвучать только в абстрактно-логической или описательно-статистической форме, потому что он включал протест против игнорирования индивидуальных судеб. Они могли оказаться в центре внимания в рамках *эстетического* обобщения, в форме конкретных художественных образов. Это можно иллюстрировать поэтикой пейзажа. Пейзаж Достоевского очень точный, иногда совершенно документальный, всегда выражает дисгармонию бытия. При всей своей точности он призрачен и фантастичен. Особенно это относится к Петербургу. Петербург всегда казался городом-фантомом и самому Достоевскому, и его героям. В чем тут причина, мы увидим позже, для этого требуются некоторые, пока еще отсутствующие аналогии и сопоставления. Пока заметим только, что для Достоевского реальное существование неотделимо от гармонии, причем гармонии, не игнорирующей индивидуальные судьбы, нестатистической гармонии. Напротив, дисгармония кажется Достоевскому чем-то нереальным, фантастическим, каким-то тяжелым кошмаром, когда человек хочет и не может проснуться.

Такое ощущение характерно для «Преступления и наказания». На фоне города, превращенного в фантом безы-

сходной дисгармонией бытия, Раскольников вынашивает идею дозволенности преступления. Человек имеет право, более того, должен перешагнуть через запрет убийства, если жертва убийства ничтожна, а убийство раскрывает дорогу к крупным начинаниям. Судьба песчинки, атома, микроорганизма несущественна для судеб целого, для судеб мира, и микроорганизм должен быть раздавлен, если он загоразивает дорогу «макроскопическому» субъекту. Таким микроорганизмом оказывается убитая Раскольниковым старушка-ростовщица.

Поэтика «Преступления и наказания» — рационалистическая поэтика. Язык героев — это язык людей, поглощенных, более того, одержимых мыслью, может быть парадоксальной, запутавшейся в противоречиях, больной, но все равно мыслью. Страсть служит аккомпанементом мысли и по большей части выражает порыв к утверждению, проверке, испытанию мысли. Настроения героев редко бывают безотчетными и даже в этих случаях быстро расшифровываются и оказываются коллизиями мысли. Пейзаж — петербургский пейзаж «Преступления и наказания», как и пейзаж других романов Достоевского, — вызывает у героев не настроения, а мысли либо настроения, оказывающиеся мыслями. Когда мрачный и давящий пейзаж, на фоне которого разворачиваются первые эпизоды «Преступления и наказания», вызывает у героя безотчетную тоску, то уже на следующей странице становится ясным, что все дело в мучительных метаниях мысли перед бесконечной сложностью бытия.

Не менее рационалистичен «Идиот». С этой стороны характерен образ Настасьи Филипповны — один из самых интересных женских образов мировой литературы. Это женщина с очень сложными чувствами, но с еще более сложными мыслями. Заметим, что неожиданные смены настроения и самые парадоксальные поступки Настасьи Филипповны выражают повороты мысли, а не изменения чувства. Финальный трагический поворот — мысль о том, что она недостойна любящего ее и любимого ею князя Мышкина. Читатель уже ощутил мелодичность образа, он видел постоянную интеллектуальную окраску всех метаний этой души, и он воспринимает как нечто логичное, хотя и парадоксальное, бегство Настасьи Филипповны из-под венца, уход ее в бездну иррационального, которое символизируется образом Рогожина.

Может быть (как, вероятно, думал Достоевский), судьба Мышкина — Голгофа кротости и всепрощения, аналогичная евангельской Голгофе, — залог морального торжества распятых? Что бы ни говорил об этом Достоевский, поэтка «Идиота» наталкивает на иной вывод: перед нами трагедия мысли, которая не смогла перешагнуть через традицию, через традиционные понятия, оказалась недостаточно парадоксальной, недостаточно «неевклидовой». Читатель слишком сильно почувствовал обаяние интеллектуальной жизни героев, чтобы считать их мучениками и героями антиинтеллектуальной традиции.

Рационалистическая поэтка Достоевского раскрывает мелодию произведения, закономерную связь между следующими друг за другом репликами, сценами, событиями. Эта мелодия интеллектуальная. Ни одна из героинь русской литературы, способная конкурировать с Настасьей Филипповной по интенсивности чувств, не может стать рядом с ней по интенсивности мыслительного процесса, по остроте интеллектуальных коллизий, по завышенности судьбы героини от этих коллизий.

Особенности поэтки Достоевского отражают ее рационалистический характер. Таков, как уже говорилось, пейзаж. Такова композиция романов. А эти диалоги героев, которых автор собирает, чтобы дать новый кардинальный поворот сюжету, эта речь, торопливая, сбивчивая, но полностью определенная развитием мысли, тоже торопливой, сбивчивой, противоречивой...

Рационалистическая струя пробивает себе дорогу даже в самом антирационалистическом по замыслу романе Достоевского. Героя «Бесов» Николая Ставрогина — человека без моральных критериев, для которого нет разницы между подвигом и преступлением, — влечет в сущности не столько нравственное сладострастие, сколько экспериментальное. Каждая сцена «Бесов», в которой участвует Ставрогин, — это эксперимент, в котором герой увлечен только познавательной задачей, хочет измерить, до какой степени взлета либо падения может достичь он сам или его партнер. Достоевский стремится показать, что мысль сама по себе, без традиционной веры не может быть основой морали, что рационализм сам по себе аморален, и в части морали дает ответ «с точностью до знака». Достоевский придает Ставрогину его тень, Петра Верховенского, который относится к Ставрогину так же, как Свидригайлов к

Раскольникову: раскрывает моральную пропасть, к которой, по мнению Достоевского, ведет разум, возмущившийся против традиционной веры. Достоевский вводит еще одну фигуру — старого идеалиста-либерала сороковых годов Степана Верховенского. Достоевский хочет взять в одни скобки всю либеральную и радикальную интеллигенцию, от смешного и, по-видимому, безобидного, отринутого новым поколением Степана Верховенского до внушающего ужас заговорщика Петра Верховенского. Центральной фигурой остается Николай Ставрогин — олицетворение аморального рационализма.

Такова тенденция романа «Бесы». Но она не реализуется. Фигура Степана Верховенского начинает абсорбировать из памяти Достоевского черты реальных властителей дум сороковых годов, и в конце концов Достоевский должен признать, что Степан Верховенский близок к образу Грановского, чистейшего, по словам Достоевского, из тогдашних людей. Поэтика ломает замысел автора и по отношению к Петру Верховенскому. Логика поэтики, конкретизируя образ Петра Верховенского, наделяя его реальными чертами, приводит к тому, что этот образ уже никак не может быть собирательным образом радикальной интеллигенции, он явно враждебен ей. Николай Ставрогин также вырывается из-под власти создавшего его писателя: Достоевский не может — против этого вопиет его художественный инстинкт — приписать Ставрогину участие в революционном движении. И вот запроектированный памфлет против революционной интеллигенции оказывается чем-то совершенно иным. Он становится адресованным будущему вопросом: при каких условиях разум приводит к однозначной морали, к сбережению и сохранению каждой человеческой жизни? А что разум, а не традиция, должен привести к такой морали, об этом свидетельствует рационалистическая ткань романа, где каждый моральный критерий является итогом усилий мысли, иногда крайне болезненных усилий, но никогда не уступающих традиции своей роли источника моральных решений.

В 1879—1880 гг. Достоевский думал, что в новом романе — «Братья Карамазовы» — начнется решающий турнир между традиционной верой и бунтующим разумом и последний будет посрамлен. Он подготовлял этот турнир. Разум представлен Иваном Карамазовым. Он выска-

зывает самые резкие и мощные аргументы против провиденциальной гармонии бытия. Достоевский дает Ивану Карамазову уже не одного, а нескольких интерпретаторов, которые должны подготовить его поражение. Первый и основной — Смердяков, который, услышав от Ивана проповедь суверенного разума, делает из этой проповеди практический вывод: если «все дозволено», значит, можно убить Карамазова-отца. Второй интерпретатор — черт, который является Ивану Карамазову и оказывается концентрированным сгустком мыслей последнего, мыслей, которые кажутся непереносимыми самому Карамазову. Третий интерпретатор — «великий инквизитор» из сочиненной Карамазовым легенды: он противопоставляет кроткой проповеди Христа католический идеал вселенской деспотии.

Традиционная вера представлена младшим из братьев Карамазовых — Алешей, который в качестве мощной поддержки получает от Достоевского своего наставника, святого старца Зосиму.

Турнир, который должен был разыграться на страницах «Братьев Карамазовых», вызывал надежды и опасения в реакционных, в частности в правительственных, кругах. В те времена Победоносцев часто виделся и переписывался с Достоевским, и писатель обещал ему, что неотразимой по убедительности атаке Ивана Карамазова на устои провиденциальной гармонии будет в последующих главах противопоставлена отповедь Зосимы в его предсмертных поучениях. Достоевский обещал, что философия русского нигилизма будет развеяна.

Достоевский писал Победоносцеву, что он дал Ивану Карамазову говорить полным голосом из-за непреодолимого реализма. Но что означал «реализм» для Достоевского? Мы позже остановимся на этом вопросе подробнее, но уже сейчас, забегая вперед, отметим фундаментальную особенность реализма Достоевского. Этот реализм был экспериментальным. Достоевский проверял свои исходные концепции, ставя героев в весьма сложные и исключительные по остроте положения. Он получает парадоксальные результаты, отличающиеся от традиционных, иногда резко отличающиеся от ожидаемых им самим. В одном письме Пушкин жаловался, что Татьяна Ларина в «Онегине» вышла замуж неожиданно для автора. Такая ситуация характерна для художественного творчества. Впро-

чем, и для каждого творчества: в науке непредвиденные и неожиданные результаты эксперимента — необходимая компонента ее развития. У Достоевского речь идет именно об эксперименте. Развитие образа раскрывает то, что у автора могло быть подспудным, неявным для него самого, придавленным априорной тенденцией. Поэтому художник не столько конструирует и придумывает образы, поступки, реплики, сколько открывает их. Как мог Достоевский зажать рот Ивану Карамазову, если его разговор с Алешей или диалог с чертом был экспериментом, в котором Достоевский был заинтересован больше, ближе, интимнее, трагичнее, чем в выполнении обещаний, данных Победоносцеву (и самому себе) при обдумывании общественного эффекта «Братьев Карамазовых». Эксперимент был нужен самому Достоевскому и независимо от общественного эффекта: к эксперименту его толкали мучительные сомнения, которые никогда не прекращались, никогда не приводили к действительному признанию той традиционной веры, которую Достоевский защищал против претензий разума в качестве публициста и разрушал в качестве великого художника, — это противоречие уже давно вскрыто и оценено в биографических и историко-литературных исследованиях. Достоевский-публицист хотел успокоиться на простой «евклидовой» вере. Достоевский-художник не хотел успокоиться ни на чем, он хотел знать, и это стремление приобрело масштабы, соответствующие его гению, оно окрасило поэтику и само питалось поэтическими средствами.

Стремление узнать, разрешить сомнения, убедиться Достоевский придает своим героям. В беседе с Иваном Карамазовым Зосима видит, что его собеседник отрицает христианство, отрицает бессмертие души, отрицает бога. Но отрицает не окончательно, сомневаясь, мучаясь. И он говорит об Иване Карамазове: «...Сердце высшее, способное такую мукой мучиться...»⁵ Алеша говорит о том же: «В нем мысль великая и неразрешенная. Он из тех, которым не надобно миллионов, а надобно мысль разрешить»⁶.

Независимо от проблемы — религиозной, моральной, философской, независимо от исходных позиций, от уров-

⁵ Достоевский Ф. М. Собр. соч., т. 9, с. 92.

⁶ Там же, с. 105.

ня знаний, от среды, традиций, моральных принципов герои Достоевского одержимы такой страстью познания и решения, перед которой блекнет все, которая заставляет их совершать подвиги и подлости и превращает романы Достоевского в авантюрные романы, а когда речь идет о преступлениях во имя того же познания, — в детективные. Произведения Достоевского полны действия, но в сущности это действие — эксперимент, по большей части страшный, жестокий эксперимент.

«Жестокий эксперимент». Это выражение Мережковского представляет собой существенную характеристику поэтики Достоевского. Его герои стремятся решить коренные философские, религиозные и моральные проблемы; это стремление заставляет их совершать подвиги или преступления, автор выводит героев в невероятных по остроте ситуациях. Романы Достоевского — это отчеты о страшных и странных экспериментах, при которых раскрываются страшные и странные, парадоксальные и вместе с тем достоверные, неизвестные ранее стороны душевного мира людей. Герои Достоевского хотят решить кардинальную задачу, узнать, проникнуть в тайны своей собственной психики или в тайны внешнего мира. Раскольников говорит Соне об убийстве старухи: «Мне другое надо было узнать, другое толкало меня под руки: мне надо было узнать тогда, и поскорей узнать, вошь ли я, как все, или человек? Смогу ли я переступить или не смогу? Осмелюсь ли нагнуться и взять или нет? Тварь пи я дрожащая или право имею...»⁷

Другие герои Достоевского также поглощены решением коренных проблем, относящихся к их сознанию, к моральным принципам, к гармонии бытия.

И почти всегда речь идет о решающем эксперименте, об *experimentum crucis*. Романы Достоевского далеки от классических произведений, рисующих эволюцию душевного мира героев. Напротив, автор стягивает жизнь героя в одно решающее мгновение, когда в провинциальном трактире или в петербургской каморке решаются космические коллизии, когда эти коллизии концентрируются в одной невероятно напряженной сцене, когда люди раскрывают себя и вместе с тем раскрывают весь смысл, всю гармонию и всю дисгармонию бытия.

⁷ Достоевский Ф. М. Собр. соч., т. 5. М., с. 438.

По существу речь идет о гармонии бытия, но гармонии противоречивой, мучительной, парадоксальной. Она не может быть раскрыта «чистым описанием», ее обнаружение не может быть результатом и априорной тенденции. «Жестокий эксперимент» раскрывает такие парадоксальные стороны мира, которые могут быть уложены в единую схему мировой гармонии, если эта гармония выходит за рамки традиции.

Подобному «жестокому экспериментированию» ученый подвергает природу, когда он приходит к парадоксальным, прячущимся при обычных условиях экспериментальным результатам. Как ведет себя движущееся тело в условиях «жесточкого эксперимента», придающего ему скорость, сравнимую со скоростью света? Оно ведет себя крайне парадоксальным образом.

Затем идет работа мысли, которая выводит парадоксальное поведение тела из самых общих свойств пространства и времени. Парадоксальный первоначально факт находит свое естественное место в мировой гармонии.

Аналогичный путь проходит художественное восприятие мира. И здесь «чистое описание» остается за порогом творчества, так же как и априорные конструкции. Цельность образа, гармония одновременно характеризующих его деталей, мелодия последовательно следующих одна за другой сцен (она может включать диссонансы, но никогда не включает произвольных элементов), необходимость каждой детали соответствуют закономерной однозначности научной картины явлений.

У Достоевского мелодия повествования становится подчас невероятно резкой. Никто не может предугадать следующего поступка или реплики, надвигающегося поворота событий, очередных метаний чьей-то больной души. Но когда поступок совершен, реплика брошена, события определились, кажется, что и поступок, и реплика, и события таковы, какими они только и могли быть. Эта парадоксальность и вместе с тем однозначность и полная достоверность развития образа и сюжета производят в романах Достоевского очень сильное впечатление. Именно полная достоверность самых парадоксальных поворотов вызывает при чтении Достоевского почти физически ощущаемое напряжение — интеллектуальное и эмоциональное.

Эта особенность творчества Достоевского (в сущности это общая черта искусства, но доведенная до очень боль-

шой остроты) была созвучна той парадоксальности самого бытия, той достоверности немислимого парадокса, которые так ярко представлены в трудах Эйнштейна.

Парадоксальность научной мысли, как и парадоксальность поэтики, измеряется общностью и глубиной представлений и норм, которые изменяются в результате каждого поворота научной мысли или мелодии художественного произведения. У Эйнштейна логический вывод из эксперимента (из эксперимента, который оказывается *experimentum crucis*) означает коренной поворот, меняющий самые фундаментальные традиционные представления. В этом — парадоксальность вывода.

Но это достоверная парадоксальность: вывод подтвержден весьма конкретным, сенсуально постижимым, эмпирически регистрируемым процессом, экспериментальным «внешним оправданием». Подобно парадоксальному повороту идеи или схемы художественного повествования, повороту, воплощенному в психологически достоверную, хотя и парадоксальную, сцену. В этом экспериментальном, эмпирически достоверном характере эйнштейновского парадокса видна его близость к поэтическому, художественному парадоксу. Такая близость связана и с интуитивным характером перехода от парадоксального экспериментального наблюдения к достоверной парадоксальной теории.

Эйнштейн часто говорил о путях такого перехода, о парадоксальных фактах, которые заставляют перейти от установившейся логической конструкции к другой. Этот скачок к новой конструкции происходит первоначально интуитивным путем. В сознании ученого парадоксальный факт индуцирует ряд смутных ассоциаций, и ученый как бы сразу охватывает всю в будущем строгую, но пока еще проблематичную цепь выводов и заключений, которая лишает встретившийся факт его парадоксальности ценной парадоксальности, новизны, непривычности всей цепи. Напомним еще раз о высшем моменте творчества, когда композитор в одно мгновение слышит всю еще ненаписанную симфонию. Понятие интуиции, столь важное для эйнштейновского понимания механизма научного творчества, сближает научное творчество с художественным. Заметим, что Эйнштейн придавал большое значение и моральной интуиции. В 1953 г. он писал одному из своих старых друзей:

«Собаки и маленькие дети хорошо понимают различие между добрыми и злыми; они выказывают доверие первым и прячутся от вторых, руководствуясь впечатлением. Большею частью они не ошибаются, хотя, накапливая свой маленький опыт, не пользуются научной методикой и не ведут систематического изучения физиономий...»⁸

Доверие к моральной интуиции делало для Эйнштейна близким образ Дон Кихота. Эйнштейн всю жизнь, особенно в конце жизни, перечитывал роман Сервантеса. Почему полная иллюзий бедная голова ламанчского рыцаря была близка гению рационалистической мысли? Напомним, что рационализм Эйнштейна был «бегством от очевидности»; вспомним, что «Дон Кихот» содержит самое возвышенное во всей мировой литературе изображение человека, для которого пусть иллюзорная, но интенсивная эмоциональная жизнь заслонила все повседневные интересы. Дон Кихот — символ интуитивного различения добра и зла — самая чистая душа в мировой литературе. К нему тянулась самая чистая душа науки XX столетия. Ключом к этому тяготению, быть может, служат слова Эйнштейна в письме к Максу Борну: «Что должен делать каждый человек — это давать пример чистоты и иметь мужество серьезно сохранить этические убеждения в обществе циников. С давних пор я стремлюсь поступать таким образом — с переменным успехом»⁹.

И в научных поисках Эйнштейна интуитивное постижение истины было существенной составляющей, столь же существенной, как и интуитивное различение добра и зла в моральных коллизиях. Здесь нет ничего противоречащего рационализму. Новая концепция обладает «внешним оправданием» и «внутренним совершенством». Она найдет максимально убедительные экспериментальные подтверждения и максимально общие исходные принципы логической дедукции. Но возникновение новой концепции не дожидается такой проверки, концепция появляется интуитивно. И на этом этапе для нее очень важен пока еще неоднозначный критерий истины, столь близкий к интуитивному пониманию морального идеала и столь близкий к индивидуальному, интуитивному восприятию красоты. Чем глубже и радикальней поворот к новой кон-

⁸ Helle Zeit, 55.

⁹ Успехи физических наук, 1956, 59, вып. 1, с. 132.

цепции, чем дальше она на первых порах от однозначного подтверждения, тем больше в ее генезисе роль интуиции, тем больше в общем случае роль эстетических критериев.

Но и в художественном творчестве чем парадоксальней некоторая ситуация, тем ближе ее эстетическое выражение к научному анализу. Достоевский видел такую близость у Эдгара По. «Он почти всегда, — пишет Достоевский, — берет самую исключительную действительность, ставит своего героя в самое исключительное внешнее или психологическое положение, и с какою силою пронизательности, с какою поражающей верностью рассказывает он о состоянии души этого человека»¹⁰. То, что Достоевский ценил у Эдгара По, было свойственно ему самому в колоссальной мере. Самые фантастические ситуации в рассказах По кажутся обыденными по сравнению с теми мгновениями, когда в наиреальнейшей камерке где-нибудь вблизи Обводного канала или в провинциальном трактире, под стук бильярдных шаров и хлопанье пивных пробок, мысль человека, стоящего на краю безумия, мучительно бьется над проблемами, охватывающими все мироздание, всю историю космоса, весь его смысл, всю его гармонию, когда кажется, что в этой обстановке вот-вот будут решены самые коренные проблемы, и наиреальнейшая обстановка начинает просвечивать, и через нее становятся видными космические коллизии. Именно в этих коллизиях, в поисках истины, в жажде узнать, поверить, решить — оправдание и смысл стремительных сюжетных поворотов, нечеловеческих мучений, самых неожиданных мечтаний больной души героя. И именно познавательная, экспериментальная задача сообщает романам Достоевского их мелодичность. Какими бы неожиданными, резкими и парадоксальными ни были повороты событий, поступки, реплики, каждый раз, когда поворот определился, поступок совершен, реплика брошена, у нас возникает ощущение их однозначной необходимости. Необходимости для решения задачи — моральной, философской, психологической. Мелодичность и достоверность самых резких диссонансов, самых фантастических ситуаций характерна для любого произведения Достоевского.

¹⁰ *Достоевский Ф. М.* Полн. собр. худож. произв. М.—Л., т. XIII, 1930, с. 523.

С парадоксальностью научных выводов и поворотов мелодии художественного творчества связана еще одна общая черта науки и искусства. Это то, что Эйнштейн рассматривал как *бегство от повседневности*. В этой книге уже приводилась речь Эйнштейна в мае 1918 г., во время празднования шестидесятилетия Макса Планка. Напомним ее содержание. Эйнштейн начинает с характеристики внутренних психологических запросов, которые приводят людей в храм науки. Для одних наука — нечто вроде умственного спорта, доставляющего человеку радостное ощущение напряженности интеллектуальных сил и вместе с тем удовлетворяющего их честолюбие. Другие люди ищут в науке непосредственных практических результатов. Но есть и еще одна категория служителей храма науки. Это люди, пришедшие в науку или в искусство, убегая от повседневности. Их тяготит мучительная грубость и безнадежная пустота повседневной жизни. Их влечет от чисто личного существования к созерцанию и познанию объективного.

И дальше Эйнштейн сравнивает ощущения ученого с тоской, которая тянет горожанина в горы, «где он наслаждается спокойными очертаниями, которые кажутся предназначенными для вечности»¹¹.

Это эстетический мотив научного творчества. Но подходит ли образ «спокойных очертаний, предназначенных для вечности» к творчеству Эйнштейна с его мучительными поисками космической гармонии? И подходит ли он к творчеству Достоевского, который не бежит от повседневности в горы, а ищет в самой повседневности вечную моральную гармонию и не находит ее?

«Спокойные очертания» характерны и для творчества Эйнштейна, и для творчества Достоевского, если мы примем во внимание не столько однозначные результаты, сколько ускользающую и ведущую вперед цель научного творчества.

Как только мы взглянем на «бегство от повседневности» с такой точки зрения, оно превращается в бегство от наличной повседневности к подлинному бытию, *разумному и поэтому действительному*. Подчеркнутые слова, так хорошо известные со времен Гегеля, кажутся не слишком характерными для Эйнштейна, в общем далекого от геге-

¹¹ Эйнштейн, 4, 40.

левской философии, и для Достоевского, уже вовсе чуждого ей. Тем не менее именно Эйнштейн и Достоевский с наибольшей яркостью показали, что бытие без *ratio*, без гармонии между целым и индивидуальным иллюзорно. Ни индивидуальное, освобожденное от связи с целым, от рациональной упорядоченности, ни целое, игнорирующее индивидуальность, не являются гармоничными, разумными, действительными. Об этой важной составляющей мировоззрения Эйнштейна уже шла речь во второй («Смерть») и третьей («Бессмертие») частях этой книги. Мысль Эйнштейна переходит от смертной *экзистенции* к бессмертному бытию. Для неклассической физики, особенно для ее еще не реализованных тенденций также характерен переход от «экзистенции» к «бытию». Существование частицы, ее экзистенция, ее относительная свобода от макроскопических законов — все это имеет физический смысл при наличии другой составляющей бытия — связи с макроскопическим объектом, превращения индивидуальных *climates* в макроскопические мировые линии.

Для Достоевского, как и для Эйнштейна, проблема личного бессмертия растворялась в более общей проблеме: существует ли космическая и моральная гармония внеличного, основанная не на игнорировании личного, локального, индивидуального, микроскопического, а на апофеозе индивидуального. Мы постараемся показать, что с этой проблемой связаны драма Эйнштейна и еще более острая драма Достоевского.

Драма Достоевского действительно была драмой — тяжелой и безысходной. Он шел от «евклидовой» простой и традиционной веры в провиденциальную гармонию, допускал любую парадоксальную «неевклидову» гармонию и, удостоверившись, что и она игнорирует индивидуальные судьбы, говорил о непостижимости мира и возвращался к «евклидовой» вере и к официальному православию. Но это эволюция мыслителя. Художник не мог вернуться, логика художественного творчества была необратимой. Да и сам Достоевский в глубине души не мог отказаться от «бунта».

Приведем, наконец, реплику Ивана Карамазова — его отказ от «неевклидовой» гармонии. Первая посылка: человек создан с пониманием лишь трех измерений пространства и с «евклидовым» умом. «Как нам совершенно

известно», — говорит Иван Карамазов, — бог, если он создал землю, создал ее «по евклидовой геометрии». Но это «совершенно известно» оказывается спорным:

«Между тем находились и находятся даже и теперь геометры и философы, и даже из замечательнейших, которые сомневаются в том, что вся вселенная или, еще обширнее — все бытие было создано лишь по евклидовой геометрии, осмеливаются даже мечтать, что две параллельные линии, которые по Евклиду ни за что не могут сойтись на земле, может быть, и сошлись бы где-нибудь в бесконечности. Я, голубчик, решил так, что если я даже этого не могу понять, то где ж мне про бога понять. Я смиренно сознаюсь, что у меня нет никаких способностей разрешать такие вопросы, у меня ум евклидовский, земной, а потому где нам решать о том, что не от мира сего. Да и тебе советую об этом никогда не думать, друг Алеша, а пуще всего насчет бога: есть ли он или нет? Все это вопросы, совершенно несвойственные уму, созданному с понятием лишь о трех измерениях»¹².

Но, отказавшись от «неевклидовых» проблем и от проблемы бытия бога, Иван Карамазов сразу же не удерживается на такой позиции, говорит о «неевклидовой» гармонии («...верую в вечную гармонию, в которой мы будто бы все сольемся, верую в слово, к которому стремится вселенная и которое само «бе к богу» и которое есть само бог, ну и прочее и прочее, и так далее в бесконечность»)¹³, но, допуская ее существование, он отказывается принять ее. Неевклидова космическая гармония не является моральной гармонией.

«Оговорюсь: я убежден, как младенец, что страдания заживут и сгладятся, что весь обидный комизм человеческих противоречий исчезнет, как жалкий мираж, как гнусненькое измышление малосильного и маленького, как атом, человеческого евклидовского ума, что, наконец, в мировом финале, в момент вечной гармонии, случится и явится нечто до того драгоценное, что хватит его на все сердца, на утоление всех негодований, на искупление всех злодейств людей, всей пролитой ими их крови, хватит, чтобы не только было возможно простить, но и оправдать все, что случилось с людьми, — пусть, пусть

¹² Достоевский Ф. М. Собр. соч., т. 9, с. 294—295.

¹³ Там же, с. 295.

это все будет и явится, но я-то этого не принимаю и не хочу принять! Пусть даже параллельные линии сойдутся и я это сам увижу: увижу и скажу, что сошлись, а все-таки не приму»¹⁴.

Почему Иван Карамазов не приемлет «неевклидовой гармонии»? Пока отметим только «макроскопические» пороки гармонии: с ее основным пороком — игнорированием индивидуальных «микроскопических» судеб — мы познакомимся позже.

«Макроскопические» пороки провиденциальной гармонии указываются во многих произведениях Достоевского и в наиболее концентрированной форме в репликах черта, беседующего с Иваном Карамазовым. Первый порок — статичность этой гармонии. Вечная гармония без необратимой эволюции, вечное пребывание без индивидуальных событий кажутся скучными и, более того, фиктивными, нереальными, призрачными. Возьмем некоторую гармоничную схему, не заполненную какими-то неигнорируемыми индивидуальными событиями. Существует ли реально такая гармония, не является ли она пустым и притом скучным призраком?

У Достоевского есть очень неожиданный и глубокий образ скучной и призрачной вечности. В «Преступлении и наказании» Свидригайлов говорит Раскольникову:

«Нам вот все представляется вечность, как идея, которую понять нельзя, что-то огромное, огромное! Да почему же непременно огромное? И вдруг, вместо всего этого, представьте себе, будет там одна комнатка, эдак вроде деревенской бани, закоптелая, а по всем углам пауки, и вот и вся вечность. Мне, знаете, в этом роде иногда мерещится»¹⁵.

Целое, где элементы игнорируются, перестает быть реальным. Достоевский постоянно возвращается к распаду целого на не связанные с ним, игнорируемые элементы и к призрачности такого целого. Вот картина Петербурга, как всегда точная и конкретная. Но это картина распада, взаимного игнорирования, взаимного равнодушия. В романе «Подросток» герой идет по Петербургу.

«Совсем уже стемнело, и погода переменилась: было сухо, но подымался скверный петербургский ветер, язви-

¹⁴ Достоевский Ф. М. Собр. соч., т. 9, с. 295—296.

¹⁵ Там же, т. 5, с. 299—300.

тельный и острый, мне в спину и взвевал кругом пыль и песок. Сколько угрюмых лиц простонародья, торопливо возвращавшегося в углы свои с работы и промыслов! У всякого своя угрюмая забота на лице, и ни одной-то, может быть, общей, всесоединяющей мысли в этой толпе! Крафт прав: все врозь. Мне встретился маленький мальчик, такой маленький, что странно, как он мог в такой час очутиться один на улице; он, кажется, потерял дорогу; одна баба остановилась было на минуту его выслушать, но ничего не поняла, развела руками и пошла дальше, оставив его одного в темноте»¹⁶.

Многочисленные замечания о городе-фантоме, о городе, который кому-то приснился и может вдруг исчезнуть, основаны на подобных констатациях. Целое, лишенное подлинной (т. е. не игнорирующей индивидуальные судьбы) гармонии, призрачно.

Разумеется, смысл слова *фантом* здесь не полностью совпадает с обычным. Оно выражает специфическое для Достоевского ощущение неполноценности разорванной, разобщенной жизни. Вместе с тем это ощущение при всей его специфичности логически и эмоционально родственно очень общей мысли о неполноценности бытия, лишенного одной из своих компонент, одного из своих аспектов. Речь идет о макроскопическом и микроскопическом аспектах. Город-фантом Достоевского не обладает подлинным бытием, потому что он атомизирован, в нем нет «общей всесоединяющей мысли». Мы сейчас увидим, что целому, где игнорируются составляющие его атомы, Достоевский также отказывает в подлинном бытии. Но до этого нужно вернуться к сопоставлению «Эйнштейн — Достоевский». В данном случае это означает: к онтологической проблеме бытия в физике и к той же проблеме в жизни людей.

Уже у Эпикура две эти проблемы были тесно связаны. Чтобы люди не стали «рабами физиков», т. е. чтобы макроскопический детерминизм физического мира не лишил их свободы и индивидуального бытия, Эпикур ищет в физике понятия, освобождающие атом от полного подчинения макроскопическим законам. Это одна из идей античной мысли, направленных в будущее. Частица, лишенная качественных определений, растворяется в пространстве,

¹⁶ Достоевский Ф. М. Собр. соч., т. 8, с. 84.

теряет физическое бытие, становится геометрическим понятием, и в этом смысле природа «фантомизируется», становится совокупностью геометрических образов. Геометрический образ описывает черты реальности, но сам он лишен физического бытия, он не воздействует на другие объекты, но взаимодействует с ними, не может стать объектом эксперимента и наблюдения. Стремление превратить геометрические фантомы в тела, обладающие физическим бытием, то, что можно назвать «тенденцией бытия», привело к понятию взаимодействия, превращающего мир в связное целое. Эта тенденция характерна и для неклассической физики, где идея Вселенной как целого сочетается с современными эквивалентами эпикуровых *clinamen*, гарантирующих индивидуальность частиц — вторую компоненту физического бытия. По-видимому, и в современной науке, и в современной жизни людей становится существенным воспоминание об эпикуровом объединении физической проблемы индивидуального бытия частицы и проблемы индивидуального бытия человека.

У Достоевского защита индивидуального бытия человека включает впечатление призрачности бытия, оторванного от «общей всеобъемлющей мысли», и невероятно острый протест против «термодинамического», статистического игнорирования индивидуальных судеб. Такое игнорирование лишает Вселенную действительного бытия.

В «Братьях Карамазовых» мы встречаем шедевр характерного для Достоевского письма «просвечивающими красками»: краски яркие и точные, образ наиреальнейший по конкретности, и вдруг он начинает просвечивать и оказывается призрачным. Ивану Карамазову является черт. Это призрак, и Иван знает, что перед ним его собственные мысли, именно те, которые являются наиболее мучительными. Но призрак воплощен очень добротнo, его видит не только Иван Карамазов, но и читатель, видит не менее, а может быть, и более отчетливо, чем реальные персонажи.

Это совсем не байроновский собеседник Каина, не величавый дух зла, это такой же конкретный образ, как свидригайловская баня, только еще более бытовой, обычный, пошлый. Черт рассказывает Ивану Карамазову о своем назначении. Его функция — отрицание гармонии. Без такого отрицания все исчезает. Если бы на Земле было все гармонично, то ничего бы и не произошло. Не было

бы «происшествий», а без них вообще ничего не было бы. Жизнь, существование, реальность имеют место, когда утверждение «макроскопической» гармонии «проходит через горнило сомнений». Иначе «один бесконечный молебен», святая, бесконечная скука призрачного бытия.

У Достоевского два полюса квазибытия, иллюзорного бытия, каждый из которых не может стать реальным существованием без другого. Один полюс — разрозненные, распавшиеся индивидуальные жизни без объединяющей идеи, без общей «макроскопической» гармонии. Таков Петербург, город, кажущийся призраком из-за распада целого. Другой полюс — гармония целого, не включающая «происшествий», которые меняли бы всю историю Вселенной и придавали бы ей некоторый необратимый характер. Подобный вечный круговорот, вечное повторение — тоже «скучища неприличнейшая» и в сущности является иллюзорным существованием.

Мысль об иллюзорности индивидуальных событий, не связанных в общее гармоническое целое, и о столь же иллюзорной космической гармонии, игнорирующей индивидуальные судьбы, не исчерпывает основных идей творчества Достоевского. Но, может быть, именно эта мысль в наибольшей мере привлекала Эйнштейна, и, может быть, с ней связана, хотя бы в некоторой мере, фраза: «Достоевский дает мне больше, чем Гаусс». Такое предположение вытекает из анализа гносеологических позиций Эйнштейна и внутренней логики его физических теорий. Что же касается прямых свидетельств в пользу этого предположения, то мы располагаем одним замечанием Эйнштейна, сделанным в уже известной нам беседе с Мэрфи и Саливэном.

В этой беседе Саливэн упомянул о Достоевском. По его мнению, основной проблемой, которой занимался Достоевский, была проблема страдания. Эйнштейн отвечал:

«Я не согласен с вами. Дело обстоит иначе. Достоевский показал нам жизнь, это верно; но цель его заключалась в том, чтобы обратить наше внимание на загадку духовного бытия и сделать это ясно и без комментариев»¹⁷.

Эта реплика (из нее взят второй эпиграф к этой главе) бросает свет на самую основную связь идей Эйнштейна и образов Достоевского. У Достоевского во всех его основ-

¹⁷ Эйнштейн, 4, 164.

ных произведениях мы находим неисчезающий вопрос: сохраняется ли реальная интеллектуальная и эмоциональная жизнь человека при его изоляции, при его отключении от целого. Иначе говоря, обладает ли духовное бытие человека абсолютным смыслом?

Термин абсолютный смысл означает здесь следующее.

Некоторое свойство, величина, понятие называются абсолютными, если они сохраняют свой смысл и значение независимо от существования или отсутствия других свойств, величин или понятий. В противном случае они являются относительными, поскольку отношения между объектами теряют смысл, когда перед нами изолированный объект, когда другие объекты не существуют или когда несуществование игнорируется. Абсолютные понятия и величины сохраняют смысл при отсутствии «координатных систем», «тел отсчета» и т. д. (кавычки здесь означают возможность обобщения, выхода за пределы геометрических координат и физических тел отсчета). «Абсолютное место» и «абсолютное движение» в ньютоновой механике сохраняют свой смысл при отсутствии координатных систем и тел отсчета (без кавычек).

В классической науке существовала более общая абсолютизирующая тенденция. Она приписывала телу реальные предметы, пространственные и непространственные (например, массу) независимо от взаимодействия с другими телами, от существования других тел, независимо от существования космоса в целом. Такой постулат абсолютного бытия встречался и вне естествознания. Общественно-философская и экономическая мысль XVII—XVIII вв. также исходила из постулата абсолютного бытия. В многочисленных робинзонадах изолированный человек казался обладателем абсолютных экономических функций, а духовное бытие человека, оторванного от общества, казалось его абсолютным предикатом.

Такой тенденции противостояла другая. Уже в XVI в. Джордано Бруно считал реальное бытие тел зависящим от существования бесконечного космоса. В следующем столетии эта мысль, как мы знаем, получила воплощение в философии Спинозы. Она воплотилась не только в натурфилософские концепции. Спиноза говорил о постижении истины как о важнейшей компоненте духовного бытия.

Философия Спинозы отражалась в мировоззрении Эйнштейна в большей степени, чем какая-либо другая фило-

софская система. Вслед за Спинозой Эйнштейн видел в поисках истины выход в надличное, заполняющий сознание и придающий ему истинное духовное бытие. Вслед за Спинозой он связывал поиски истины с поисками добра, с моральным самосознанием человека.

Попытаемся рассмотреть ближе приведенное очень глубокое замечание Эйнштейна о цели творчества Достоевского: «обратить наше внимание на загадку духовного бытия...»

При всем значении темы страдания, о которой Салливан говорил как об основной теме Достоевского, главной для писателя была онтологическая проблема, проблема *бытия*. Проблема страдания и смерти была вторичной, производной, как и проблема морали. Страх смерти никогда не имел для Достоевского такого значения, какое он имел для Толстого. Достоевского поглощала не перспектива небытия — здесь он, вероятно, воспринимал формулу Эпикура не только логически, но и как ощущение, — его интересовала реальность индивидуального бытия. Если освободить помыслы Раскольникова, Ставрогина, Ивана Карамазова от того, что их разделяет, останется напряженный, доведенный до границ разума, позже до безумия, вопрос: «Живу ли я?», «Реально ли мое индивидуальное бытие?» Вопрос этот в известном смысле обратный по отношению к сомнениям в реальности внешнего мира. Обратным оказывается по отношению к агностицизму и ответ Достоевского. Критерий реальности индивидуального, внутреннего бытия — автономия индивидуума, его эпикуровское *clinamen*, его неподчинение макроскопическому бытию, начиная с «возвращаю билет» Ивана Карамазова и до включения моральных критериев у Ставрогина. И у каждого из героев — пародирующий его мысли адепт вседозволенности: у Карамазова — Смердяков, у Ставрогина — Петр Верховенский. Эти последовательные штирнерианцы демонстрируют исчезновение индивидуального бытия при его изоляции от мира. Историко-философские и историко-научные аналогии здесь напрашиваются довольно естественно. Ведь и у Эпикура *clinamen* имеет смысл лишь в координатах внешнего мира, а в современной физике свойственные ей *clinamen* происходят в пространственно-временном континууме. У Достоевского реальность индивидуального бытия в *здесь-теперь* доказывается его связью с другими индивидуумами (реальность простран-

ва) и с другими мгновениями (реальность времени), ведь сам термин *духовное* бытие констатирует Спинозовское мышление как атрибут реальности: мысль включает прошлое и будущее в *теперь*.

Таким образом, проблема бытия у Достоевского — это не проблема связки между субъектом и предикатом, а проблема самого понятия бытия не в смысле «Буцефал — лошадь», а в смысле «Буцефал есть!». Система отношений человека к людям, к современникам и к их будущему, иначе говоря, область моральных критериев обладает для Достоевского и для Эйнштейна онтологическим значением. И неподвижная, жесткая система критериев и «все дозволено», т. е. аморальный изоляционизм, — уничтожают реальность духовного бытия.

В этой связи следует вернуться к тому, что было сказано в главе «Бессмертие человека» о независимости моральных норм от выводов науки и независимости научных выводов от моральных критериев. К замечаниям Эйнштейна в беседе с Мэрфи прибавим следующие строки из письма Соловину:

«То, что мы называем наукой, преследует одну-единственную цель: установление того, что существует на самом деле. Определение того, что должно быть, представляет собой задачу, в известной степени независимую от первой: если действовать последовательно, то вторая цель вообще недостижима. Наука может лишь устанавливать логическую взаимосвязь между моральными сентенциями и давать средства для достижения моральных целей, однако само указание цели находится вне науки»¹⁸.

Вместе с тем Эйнштейн видел тройную связь науки и морали. Во-первых, между ними, при отсутствии прямых определяющих воздействий, существует некоторый изоморфизм: одни и те же логические конструкции соединяют научные умозаключения и моральные сентенции. Научные констатации, сверх того, определяют значение моральных норм, они позволяют, например, приписать моральным нормам роль одного из условий духовного бытия человека, его связи с «надличным».

Во-вторых, независимая от моральных критериев наука становится зависящей от них, как только мы начинаем

¹⁸ Lettres à Solovine, p. 105.

говорить не о содержании научных представлений, а об исторических и психологических движущих силах науки.

В-третьих, мораль, не зависящая от науки, пока речь идет о содержании моральных норм, становится зависящей от науки, когда вопрос стоит о реализации этих норм.

И констатация этих сложных зависимостей, и мысль о взаимной независимости содержания научных представлений и содержания моральных норм, и Спинозовское понимание духовного бытия человека, и роль художественного восприятия мира высказаны в заключительной реплике Эйнштейна, которая была адресована Мэрфи в этой беседе, в которой говорилось о загадке духовного бытия у Достоевского. В этой реплике Эйнштейн говорит, что здание научной истины может быть построено из собственных материалов науки, скрепленных логическими операциями. Но для такого сооружения нужны творческие способности художника: ведь здание нельзя построить только из камня и извести. Моральное самосознание, чувство прекрасного и психологический подъем помогают мысли прийти к высшим достижениям науки.

«Именно в этом проявляется моральная сторона нашей натуры — то внутреннее стремление к постижению истины, которое под названием *amor intellectualis* так часто подчеркивал Спиноза. Как Вы видите, — продолжает Эйнштейн, обращаясь к Мэрфи, — я полностью согласен с Вами, когда Вы говорите о моральных основах науки. Но обращать эту проблему и говорить о научных основах морали нельзя»¹⁹.

Из последней фразы видно, что связь художественной литературы и науки необратима. То, что мы назвали «преобразованием от Достоевского к Эйнштейну», не образует группы. Достоевский мог дать импульс *amor intellectualis*. Но наука не может определить моральных норм.

Не может, пока нет речи о реализации этих норм. Как и мораль не может воздействовать на науку, пока нет речи о силах развития науки. Сейчас мы перейдем именно к этим аспектам науки, к аспектам, раскрывающим связь собственно моральных проблем в творчестве Достоевского с современной наукой. При этом на задний план отходит биографическая и историко-научная проблема расшифровки относящихся к Достоевскому замечаний Эйнштейна,

¹⁹ Эйнштейн, 4, 166.

на задний план отходят взгляды Эйнштейна и поэта Достоевского. Сопоставление «Эйнштейн и Достоевский» оказывается символическим обозначением проблемы: «современная наука и моральные запросы человечества». Как только мы переходим к реализации моральных запросов, творчество Достоевского поворачивается иной стороной по сравнению с той, которая интересовала Эйнштейна и которая в наибольшей степени определила воздействие писателя на идеи ученого. Но и идеи Эйнштейна поворачиваются другой стороной, как только мы говорим о реализации моральных идеалов человечества. Объектом анализа становится воплощение этих идей и воздействие их на современную цивилизацию.

Вернемся теперь к отказу от неевклидовой гармонии бытия.

В конце четвертой книги «Братьев Карамазовых» описана встреча Алеши Карамазова со штабс-капитаном Снегиревым, которого незадолго перед тем оскорбил Дмитрий Карамазов. Алеша дает Снегиреву денег, тот мечтает выбиться из нужды, строит планы... И вдруг резкий поворот. Штабс-капитан мнет полученные от Алеши деньги, бросает их на землю и топчет²⁰.

Вскоре Алеша рассказывает Лизе о происшедшей сцене. Он объясняет, почему Снегирев стал топтать деньги и почему теперь он их обязательно примет. Парадоксальный поворот становится естественным, единственно возможным, как только вводится парадоксальный постулат: мятущаяся, слабая и робкая душа боится раскрыться и эта боязнь обнаружить свою слабость и свое смятение только и может выявиться во внезапном переходе от умиленной благодарности к уязвленной и терзающей себя гордости. И, конечно, здесь рационалистическая поэтика-парадоксальный постулат вводится не силлогизмом, а конкретизацией образа («...голос был такой слабый, ослабленный, и говорил он так скоро-скоро...»)²¹, вернее, силлогизмом, воплотившимся в образ, поэтическим силлогизмом. И, конечно, это рационалистическая поэтика: ведь конкретизация образа оправдана охватившим Алешу познавательным порывом, он увлечен не только выводом — «на следующий день штабс-капитан возьмет деньги», но и са-

²⁰ См.: Достоевский Ф. М. Собр. соч., т. 9, с. 266.

²¹ Там же, с. 270.

мой возможностью рационального объяснения иррациональной сцены.

Но здесь начинается поворот к очень острой, может быть самой острой, проблеме рационализма. Лиза спрашивает, нет ли в этом объяснении, однозначно определяющем поведение человека, презрения к нему. Каждая рационалистическая схема вычерчивает некоторую определенную кривую поведения человека. Но сохраняется ли при этом индивидуальное, неповторимое бытие личности? Нет ли здесь игнорирования личности, низведения ее до уровня подопытной, покорной особи, которая должна своей судьбой подтвердить, продемонстрировать, проиллюстрировать рационалистическую схему?

Наступает великое испытание мысли. Может ли мысль, суверенная, освобожденная от веры, от традиции, идущая до конца в своих заключениях, может ли она избежать самой страшной угрозы — пренебрежения микроскопической судьбой, превращения этой судьбы в пренебрежимую деталь макроскопической гармонии? И — помимо моральной и гносеологической проблемы — онтологическая: не теряет ли при этом макроскопическая гармония свое бытие, не становится ли она фантомом? Алеша отвечает ссылкой на смирение. Но испытание только началось. Разговор Алеши с Лизой открывает пятую книгу «Братьев Карамазовых», которая называется «Pro и contra». В тот же день Алеша встречается с Иваном Карамазовым, и между ними происходит разговор о мировой гармонии целого и муках отдельного существа.

Первый аргумент, колеблющий мировую гармонию, — жестокость человека, истязания беззащитного существа. Метания штабс-капитана Снегирева объяснены. Но можно ли примириться с судьбой любой невинной жертвы? Эти микроскопические жертвы, эти отдельные факты, не укладывающиеся в гармонию, не должны быть игнорируемы. Понимание гармонии, рациональная схема — измена фактам. «Если я захочу что-нибудь понять, то тотчас же изменю факту», — говорит Иван Карамазов. И чтобы не изменить ему, Иван отказывается от рациональной гармонии бытия — даже от самой парадоксальной «неевклидовой гармонии». Сначала падает «евклидова» гармония — простая, традиционная схема: виновных нет, все обусловлено. Но испытанию должна быть подвергнута каждая рационалистическая схема бытия.

В «Преступлении и наказании» вопрос о локальном критерии общей гармонии поставлен в таком аспекте, который позволяет видеть его «антистатистический» смысл. Раскольников встречает на бульваре, на скамье, пьяную, обесчещенную девушку и думает о ее будущем. Ее ожидает больница, вино, кабаки, опять больница, ранняя смерть. И вот Раскольников саркастически говорит о всемирно примиряющей статистике:

«Тьфу! А пусть! Это, говорят, так и следует. Такой процент, говорят, должен уходить каждый год... куда-то... к черту, должно быть, чтоб остальных освежать и им не мешать! Процент! Славные, право, у них эти словечки: они такие успокоительные, научные. Сказано: процент, стало быть, и тревожиться нечего. Вот если бы другое слово, ну тогда... было бы, может быть, беспокойнее...»²².

Появлялось ли у Достоевского представление о дополнителности локального, индивидуального, неповторимого бытия, с одной стороны, и рациональной общей схемы мировой гармонии, с другой? Иначе говоря, о гармонии, не игнорирующей индивидуальные судьбы, и об индивидуальных судьбах, содержащих эвентуальную гармонию целого? Да, такое представление появлялось. Но оно никогда не приобрело четких контуров и не реализовалось в позитивную социальную и моральную программу. Творчество Достоевского осталось неразрешенным, обращенным в будущее вопросом, требованием, мольбой о такой гармонии. Достоевский думал об индивидууме как носителе гармонии целого, но его размышлениям не хватало слишком многого, чтобы воплотиться в образы. Был один замысел, который с этой стороны очень интересен. Достоевский думал о дальнейшей судьбе Алеши Карамазова и представлял его революционером, идеализированным Каракозовым. Но Достоевский ушел слишком далеко в сторону Победоносцева и Каткова, чтобы этот план мог реализоваться, даже если бы смерть писателя не оборвала мыслей о продолжении «Братьев Карамазовых».

Даже негативная концепция — индивидуум вызывает «цепную реакцию», разрушающую целое, — не воплотилась в художественные образы, столь же конкретные, как чисто «вопросающие». В рассказе «Сон смешного человека» герой постепенно теряет «мировую линию», его жизнь ста-

²² Достоевский Ф. М. Собр. соч., т. 5, с. 56.

новится чисто индивидуальным процессом. Рассказ кончается позитивной «цепной реакцией». Герой излечивается от равнодушия к миру, и его существование становится исходным пунктом преобразования нашего мира. Но и негативная и позитивная версии индивидуальной судьбы, наполненной, реальной, обращенной к интегральной гармонии, остаются абстрактными и не характерны для поэтики Достоевского. Последняя раскрывает только вопрос о не игнорируемой и существенной для «мировой линии» индивидуальной судьбе.

У Бредбери есть фантастический рассказ: путешественники в прошлое охотятся на чудовище третичной эры. Один из них нечаянно раздавил какую-то бабочку, и вот земля развивается по-иному; возвратившись в настоящее, путешественники застают мир изменившимся, на президентских выборах неожиданно побеждает другой кандидат, и стране угрожает фашизм. Индивидуальный, игнорируемый с точки зрения статистической концепции бытия макроскопически неуловимый и поэтому как бы лишенный физического существования единичный факт меняет мировую линию целого, может быть определен таким изменением и становится реальным, существенным для целого.

Индивидуальный биологический или механический эпизод не может изменить судьбу человечества, но ее может в какой-то мере изменить индивидуальная жизнь человека, если его стремления идут по макроскопической «мировой линии». Из таких стремлений и их реализации складывается заполнение мировой линии, последняя превращается из формулы в историю людей. Вместе с тем и индивидуальные судьбы, когда их содержанием становится вариация «мировой линии», стремление к той или иной макроскопической эволюции человечества, приобретают определенность, реальное бытие, макроскопическую значительность.

Индивидуальное бытие, включающее эвентуальную «мировую линию», не было показано Достоевским с конкретностью, свойственной его художественному гению. Здесь сказалось влияние тенденции, взглядов, окружения, среды. Поэтика создает подчас независимую от намерений писателя внутреннюю логику произведений. В свою очередь тенденция воздействует на поэтику. В этом «неконтролируемом воздействии» одной стороны творчества на

другую выражается весьма глубокая и общая дополнительность двух компонент творчества — абстрактно-рационалистической и конкретной, образной, поэтической. Обе они, взятые порознь, теряют смысл и по сути дела перестают существовать. Абстрактно-логическое конструирование произведения, оторвавшись от конкретной поэтики индивидуальных, «пренебрежимых» судеб, становится мыслью ни о чем, набором сказуемых, лишенных подлежащего. Конкретный образ, оторвавшись от «мировой линии», от эвентуального макроскопического значения «пренебрежимого», не может придать «пренебрежимому» какие-то реальные черты (такие черты выражают связь индивидуального с целым) и, следовательно, лишается смысла, становится подлежащим без сказуемого.

В творчестве Достоевского мы встречаем синтез (незавершенный, именно поэтому трагический и именно поэтому становящийся вопросом, адресованным будущему) двух направлений мысли. Мы их можем условно ассоциировать с именами Ньютона и Гете. Великий поэт и натуралист отвернулся от Ньютона, приписывая создателю классической науки обесцвечивающий природу абстрактный схематизм. Это не помешало Гете создать великую рационалистическую поэму.

Достоевский, подобно Гете, подобно каждому великому художнику, «видел мир всеми порами своей кожи», и конкретный видимый мир был ему бесконечно дорог. Напомним еще раз знаменитые «клеякие листочки» в самом начале разговора Ивана Карамазова с Алешей.

«Жить хочется, и я живу, хотя бы и вопреки логике. Пусть я не верю в порядок вещей, но дороги мне клейкие, распускающиеся весной листочки, дорого голубое небо, дорог иной человек, которого иной раз, поверишь ли, не знаешь за что и любишь, дорог иной подвиг человеческий, в который давно уже, может быть, перестал и верить, а все-таки по старой памяти чтить его сердцем»²³.

«Клейкие листочки» не укладываются в логику, но к ним привлечены глаза и сердце Достоевского. Европа, как кажется Достоевскому, — кладбище, но он любит ее той же любовью ко всему сущему, пусть алогическому, но сущему — подвигу, человеку, голубому небу, «клеяким весенним листочкам».

²³ Достоевский Ф. М. Собр. соч., т. 9, с. 288—289.

Может ли существовать логика, в которую впишутся «клеякие листочки», в которой они потеряют свою алогичность? Может ли существовать универсальная гармония, в которой не будет пренебрежения индивидуальными судьбами? Может ли рационалистическая поэтика через конкретное, поэтическое, образное видение «клеяких листочков» раскрыть рациональную логику мироздания?

Образ «клеяких листочков» — ключ не только к проблеме, рассмотренной в этой главе, к проблеме влияния художественных образов на творческую интуицию Эйнштейна и на генезис неклассической картины мира. Указанный образ — ключ к более широкой проблеме познания, к проблеме соотношения между чувственным и логическим постижением мира, между Сенсусом и Логосом. Эстетическое восприятие действительности (эстетическое в обоих сливающихся здесь смыслах: и в античном, а также кантовском стиле сенсуального постижения и в современном смысле постижения прекрасного) не отрицает Логоса, оно утверждает его и трансформирует. Оно ищет новый Логос, новую логику, соответствующую новым сенсуальным впечатлениям.

Здесь придется вернуться к изложенному выше противопоставлению или, вернее, сближению основных идей Эйнштейна и Бора, к главе «Эйнштейн и Бор». Там, по преимуществу, подчеркивалась связь идей Эйнштейна с идеями Бора. В первом приближении такая связь, просвечивающая через многолетние дискуссии, представляет первостепенный интерес. Но она не зачеркивает эти дискуссии и в следующем приближении хочется найти корни действительных различий в подходе к физической реальности. Эти корни частично проходят через область интуитивных ассоциаций, область неосознанных, или во всяком случае не получивших четкой формы, психологических мотиваций. Для Эйнштейна характерна психологическая настроенность, толкающая к позитивному, рационалистическому, но трансформирующемуся Логосу. Его идеал — логика, исключая эмпирические константы. Такой идеал не выталкивает Сенсус, но он хочет оформить требования Сенсуса в виде более общей логики и на этой позитивной рационалистической задаче стоит акцент. У Бора — «Рембрандта физики» — акцент стоит на ограничении логики и ее воплощения, схемы мировых линий, неконтролируемым воздействием современного эмпи-

рического постижения — эксперимента. У обоих — только акцент: выражение «грешить против разума» принадлежит Эйнштейну, а Бору и другим создателям квантовой механики принадлежит метод перехода от идеи неконтролируемого воздействия к представлению о рациональном мире каузальных связей.

Можно ли найти у Бора психологические корни его «акцента»? Если подойти к этому вопросу с оговорками о сугубо гадательном характере возможных здесь предположений (с оговорками, аналогичными само собой разумеющимся оговоркам при сопоставлении идей Эйнштейна и образов Достоевского), то такие корни можно видеть в философии Кьеркегора. Тогда мы получаем возможность увидеть с новой стороны различие между Кьеркегором и Достоевским и вообще между иррационализмом и связывающим новую науку с искусством «эстетическим ультрарационализмом».

Констатациям связи идей Бора с идеями Кьеркегора посвящена довольно значительная литература²⁴. У Кьеркегора нетрудно найти построения, близкие Бору даже по форме, вплоть до дополнительности. Геффдинг пишет, что в «Концепции ужаса» Кьеркегор отошел от лозунга «или или», приблизился к «так же как», а вернее, попытался дополнить первый лозунг вторым²⁵. Но не подобными сближениями можно показать связь идей Бора с идеями Кьеркегора. Она вообще не может быть «показана» в обычном смысле. Связь эта состоит не в заимствовании понятий, а скорее в принципиально ненаблюдаемом механизме психологического резонанса. Когда Бор и его товарищи по кружку «Эклиптика» (несколько аналогичному эйнштейновской «Олимпиаи») изучали сочинения Кьеркегора, на юношей по преимуществу действовала психологическая сторона иррационализма, некоторая потеря интереса к формальной логике и интерес к ее нарушениям²⁶. Когда Леон Розенфельд писал, что «Бора

²⁴ См.: *Feuer L. S. Einstein and the Generations of science*. New York, 1974, p. 109—157 («Niels Bohr: The *Ecliptika*. Circle and Kierkegaardian Spirit»). О происхождении понятия дополнительности у Бора см. также: *Holton G. The roots of complementarity*. Daedalus, 1970.

²⁵ См.: *Feuer*, p. 124.

²⁶ О таком падении интереса и допущении некоторой «свободы от логики» и ограничении логики у Бора говорил Оскар Клейн (см.: *Feuer*, p. 137).

вдохновлял принцип дополнительности все время, начиная с его юношеских размышлений»²⁷, то здесь следует подчеркнуть слово «вдохновлял»; понятие вдохновения не укладывается в схему логического вывода или заимствования позиций.

При всей гадательности констатаций, относящихся к подобным связям, можно считать весьма вероятным, что размышления Бора были навеяны философией Кьеркегора, т. е. философией, отказывающейся от своего многовекового исходного пункта — «любопытства», исходившей из «ужаса и смерти» и проникнутой отрицанием либо ограничением разума. Эта философия не сделала Бора адептом иррационализма. Его основные идеи — это новый трансформированный рационализм. Но если говорить о психологическом подтексте теории, то явный акцент на негативной стороне неклассической науки, на отрицании или ограничении традиционных канонов разума в какой-то мере отражал юношеские размышления. Бора привлекало отличие микромира от макромира, нарушения законов мира в микромире, парадоксальная сторона новой физики. Напротив, основная психологическая направленность Эйнштейна — позитивная; это поиски новой, но единой и непротиворечивой каузальной концепции космоса и микрокосма, так явно выразившиеся в критическом замечании о теории относительности в автобиографии Эйнштейна и в попытках создания единой теории поля.

Какую роль в такой психологической направленности могла играть эстетика познания? Эстетика, ощущение прекрасного, это прежде всего постижение бесконечного мира в его локальном, конечном, сенсуально воспринимаемом элементе, индивидуальное и сенсуальное постижение «внеличного мира». Эстетика науки включает стремление понять мир в его единстве, понять единство бесконечного мира в данном конкретном, видимом и осязаемом элементе мира. Каковы истоки такой психологической настроенности Эйнштейна — трудно сказать. Но, несомненно, в их числе — Достоевский как итог и воплощение художественной литературы XIX в. «Клейкие листочки» — их несомненная реальность — возвращают познание от неприятия мира и его гармонии к апофеозу мира. Конечно, Достоевский не дошел до апофеоза неевклидовой геомет-

²⁷ *Rosenfeld L. Niels Bohr. An Essay. Amsterdam, 1945, p. 9.*

рии мира. Иван Карамазов отринул ее. Но остались «клеякие листочки», которые возвращают мысль и чувство человека к поискам такой гармонии и ведут от «философии ужаса» к «философии удивления». Удивления, направленного на «клеякие листочки», на красоту мироздания, указывающую на реальность космической, парадоксальной, неевклидовой, но реальной гармонии. У Достоевского «клеякие листочки» сочетаются с его глубоким парадоксальным рационализмом, со стремлением к рациональной гармонии, стремлением болезненным, трагическим, наталкивающимся на тяжелые противоречия, но крайне интенсивным. Таким же было стремление Эйнштейна к рациональной неевклидовой гармонии космоса, неотделимой от микрокосма, не нивелирующей микрокосм, а выводящей из его *clineten* свои законы.

Какой ответ дает наше время на «вопрос Эйнштейна» и на «вопрос Достоевского»? На вопрос о космической гармонии и на вопрос о социальной гармонии? Сейчас еще нет единой и непротиворечивой теории космоса и микрокосма. Но уже видны пути, ведущие к такой теории. И видны пути, ведущие человечество к моральной гармонии, не игнорирующей судьбы каждой человеческой личности. Как связаны вопрос Эйнштейна и вопрос Достоевского и как связаны ответы на эти вопросы? Прежде чем осветить указанную связь в ее современной форме, вернемся к проблеме гармонии бытия у Достоевского.

Достоевский чувствует, что абсолютная гармония, «осанна», «вселенная без происшествий» — лишена реального бытия. С другой стороны, он чувствует (именно *чувствует*, с колоссальным напряжением морального самосознания), что гармония, допускающая мучения индивидуума, не может быть подлинной гармонией. Наиболее острые апории рациональной гармонии бытия — моральные. Во-первых, из вселенского *ratio*, из логики, из интеллекта постигающего это *ratio*, не вытекают моральные запреты, для разума — «все дозволено». Во-вторых, любая логически обоснованная гармонизация мира не устраняет того, что было, не исправляет содеянного зла, не может его зачеркнуть, вернувшись для этого назад. Какова судьба этих апорий разума в наше время, в ее зависимости от неклассической науки? Иначе говоря, в каком направлении меняются эти апории под влиянием современной науки?

Конечно, их судьба зависит от стиля науки лишь в некоторой ограниченной мере. Но эта зависимость существенна, она указывает на роль идей Эйнштейна в выходе из традиционных коллизий познания и морали, коллизий, которые решались не только в романах Достоевского, но и во всей художественной литературе XIX в. Если наука меняет логические нормы, если она металогична, если она включает более или менее интуитивные прорывы в будущее, если прогноз становится существенным и явным элементом научного творчества, то отношение науки, логики, интеллекта к моральным нормам меняется. Такие эпизоды истории современной науки, как колебания Эйнштейна перед началом ядерных экспериментов, приведших к атомной бомбе, как колебания Жолио-Кюри после реализации некоторых аналогичных экспериментов, характеризуют очень глубокое преобразование связи между поисками научной истины и моральными запретами. Для современного ученого «все дозволено!» означает в числе прочего перспективу уничтожения самой науки, как и других фарватеров цивилизации. Интуитивное, полуинтуитивное или более или менее логически упорядоченное озарение прогнозируемых путей «внешнего оправдания» концепции обязательно включает прогноз воздействия на цивилизацию и моральные критерии для оценки и выбора дальнейших путей исследования. Здесь неизбежны раздумья о моральной ценности разума, исключающие «все дозволено!»

Что касается необратимости времени, не позволяющей сделать не бывшим содеянное зло, то здесь также проблема кардинально меняется. К тому, что было сказано о необратимости времени и ее обосновании в неклассической физике, следует прибавить некоторые замечания о необратимости как основе причинного объяснения и активного преобразования мира. Необратимость времени в неклассической науке выводится из самых глубинных процессов, соединяющих некоммутативность квантовых акций в микромире и необратимость космической эволюции. Презумпция необратимости — основа каузального представления о природе и, следовательно, основа активного преобразования природы, без которого, в свою очередь, невозможно ее познание. Но такая связь требует некоторой идеальной обратимости, возврата в прошлое при объяснении настоящего и будущего и оценки этого

прошлого. Это значит, что каузальный, научный возврат в прошлое, поиски того «раньше», которое было причиной «позже», становится основой единого процесса познания и преобразования мира и включает ценностные определения, без которых нельзя определить пути такого процесса. Прошлое не может быть уничтожено, не может стать не бывшим, не может быть изменено, но оно может быть переоценено, и такая переоценка исключает «все действительное разумно» в той его примиряющей версии, в какой этот тезис понимали противники «философского колпака». Напротив, переоценка прошлого, основанная на необратимости бытия, обратимость его познания исключает необратимость как основу примирения со злом. Этот упрек был несправедливым даже во времена классической науки и тем более — сейчас. Человечество не забывает и не забудет той цепи злодеяний, мучений, трагических развязок, «земли, пропитанной кровью», которую художники XIX в. описали с силой и убедительностью, эквивалентной эстетической ценности их произведений. И человечество не примирится с этими злодеяниями.

Таким образом, проблема переходит в область применения современной науки. В центре ее основное, весьма многоликое зло — неравенство, эксплуатация, война, концентрация человеческих бедствий.

При уничтожении общественного неравенства и эксплуатации человека человеком научно-технический прогресс позволяет ликвидировать нищету, обеспечить людей хлебом, который в данном случае является символом удовлетворения исторически сложившихся потребностей в пище, одежде, комфорте и т. д. Ограничивается ли этим, удовлетворяется ли этим человечество в своем стремлении к счастью? Такое стремление получило рациональное воплощение в научной концепции гармоничного общества. Творцы указанной концепции никогда не сводили общественную гармонию к удовлетворению некоторой устоявшейся системы потребностей, к «хлебу насущному». Гармоничное общество обеспечивает непрерывный подъем системы потребностей — ненулевую производную по времени от «хлеба насущного». Это ускоряющееся возрастание потребностей человека и их удовлетворения связано с характером труда, с уничтожением различия между трудом и наукой, с перенесением центра тяжести собственно человеческой, сознательной деятельности на все

более фундаментальные и общие физико-технические и технико-экономические принципы. Они связаны и с повышением эмоционального и морального потенциала: без amor intellectualis наука и труд не могут переходить ко все более фундаментальным обобщениям и соответственно ко все более радикальным техническим и экономическим преобразованиям. Переход ко все более радикальным преобразованиям картины мира, самого мира и самого человека является синонимом свободы. Такой подъем и такой переход освобождают замыслы человека от традиционных границ, от границ, зависящих от традиционных, установившихся принципов. Подобное непрерывное освобождение — фундаментальное условие и фундаментальный результат научного и научно-технического прогресса в гармоничном обществе. Он выводит людей из альтернативы: «хлеб насущный или свобода», о которой говорил Достоевский устами Ивана Карамазова, точнее, устами Великого инквизитора. Напомним об этой альтернативе и о сочиненной Иваном Карамазовым поэме «Великий инквизитор».

В начале XVI в. в Севилью приходит Христос. Он идет по площадям, люди узнают его и следуют за ним. Близ паперти севильского собора Христа встречает Великий инквизитор, девяностолетний фанатик католицизма. Он приказывает увести Христа в темницу, ночью приходит к нему и высказывает свое profession de foi. Великий инквизитор напоминает Христу о трех искушениях дьявола — вопросах, заданных дьяволом Христу в пустыне. Один из этих вопросов: предложение превратить камни пустыни в хлебы. По евангельской легенде Христос ответил: «Не хлебом единым жив человек». Великий инквизитор говорит, что в течение пятнадцати столетий церковь стремилась сделать то, от чего отказался Христос: дать людям хлеб, превратив их в покорных рабов церкви, лишив их свободы.

Может ли наука дать хлеб *свободным* людям? Это другой аспект все той же фундаментальной коллизии: индивидуальное бытие и рациональная статистическая, игнорирующая индивидуальные судьбы авторитарная вселенская гармония.

Ответ на связанный с этой коллизией вопрос: может ли вселенская гармония сочетаться с расцветом и свободой индивидуального бытия? — также теперь виден в другом аспекте. Современная наука рисует картину мира, в ко-

торой космические процессы неотделимы в своей физической реальности от ультрамикроскопических. *Применение* современной науки связано с расцветом духовного бытия, с освобождением мысли и практической активности человека от традиционных ограничений, с переходом ко все более общим и фундаментальным проблемам и принципам как главному объекту мысли и действия каждого человека. Мы можем увидеть и другой «изоморфизм», другую аналогию при переходе от современной науки к социальному, интеллектуальному и моральному эффекту ее применения. Современная физика не может говорить об ультрамикроскопических процессах как о реальных процессах без макроскопических понятий, без определенных макроскопического поведения частицы. Современные представления о моральной гармонии требуют, чтобы индивидуальное бытие было определено его значением для коллективной судьбы. Только воздействуя на судьбу большого коллектива, индивидуальное бытие становится содержательным, приобретает социальный и моральный смысл.

Экономический эффект применения современной физики позволяет индивидуальному бытию воздействовать на общество, обрести макроскопический резонанс. В планируемом производстве индивидуальная акция становится началом «цепной реакции». Это относится к техническому творчеству и к собственно научным поискам, и к фундаментальным исследованиям. В этой связи несколько слов о последних, о таких исследованиях, как работы в области элементарных частиц, астрофизики, космологии.

Зависимость социального и культурного прогресса от развития производительных сил остается непререкаемым законом истории. Изменяется характер производительных сил и содержание этого понятия. В него входят все более фундаментальные исследования. Эмпирическая техника обеспечивала стационарный (или квазистационарный, растущий очень медленно, неощутимо для одного поколения) уровень производительности общественного труда и соответственно уровень цивилизации. Когда промышленность стала прикладным естествознанием, указанный уровень стал сравнительно быстро расти, он приобрел ненулевую скорость, производная от уровня производительности общественного труда стала положительной величиной; ассоциированная, сосредоточенная в мощных центрах наука меняет те идеальные циклы, к которым техническое твор-

чество приближает реальные производственные установки. Эти изменения происходят с несравненно большей, чем раньше, частотой, и в результате технический прогресс приобретает не только ненулевую скорость, но и ненулевое ускорение, и теперь *вторая* производная по времени от производительности общественного труда становится положительной величиной. В таком производстве каждый акт научного творчества находит «макроскопическое» осуществление. Вместе с производством меняется отношение личного творчества, личной судьбы, личных импульсов к жизни и судьбе больших масс. Последние перестают быть статистическими ансамблями, законы их поведения уже не основаны на игнорировании индивидуальных судеб.

Так вырастает экономическая база общества, где личность не игнорируется слепыми, стихийными, статистическими законами. Социальная и моральная гармония вырастает из гармоничных общественных форм, которые соответствуют развитию производительных сил, в частности экономическим последствиям внедрения в производство «эйнштейновских» энергий.

Атомный век может стать и станет эрой социальной и моральной гармонии. Его предпосылкой были поиски космической гармонии, приведшие к освобождению энергии атомных ядер.

Так отыскалась связь между мечтой Достоевского — землей, не пропитанной человеческими слезами, и научными идеалами Эйнштейна. Теперь ретроспективно мы видим в творчестве Достоевского порыв к таким социальным отношениям и к такой вытекающей из них общественной морали, которые с наибольшей полнотой реализуются с помощью новой научно-технической революции.

Итак, физические, физико-технические, социальные и моральные идеи XX в. содержат положительный ответ на вопрос, заданный XIX столетием. Повторим еще раз основные характеристики этого вопроса. Мы обнаружили его в поэтике Достоевского, в «жестком экспериментировании», в парадоксальности и в то же время в мелодичности сюжетных поворотов, в языке, целиком подчиненном болезненным, судорожным поискам космической и моральной гармонии, в пейзаже, который всегда подчеркивает и оттеняет моральные и интеллектуальные коллизии.

Найти в поэтике Достоевского адресованный будущему фундаментальный вопрос — это только одна сторона

проблемы. Существует и другая сторона. Указанный вопрос не мог быть задан только в логическом аспекте, он должен был прозвучать и в художественной форме. Тем самым поэтика Достоевского вводится как необходимая составляющая в общий вопрос XIX столетия, связывается со всей совокупностью наиболее важных научных, социальных и эстетических идей века.

XIX столетие выполнило задачу, поставленную перед ним XVIII столетием — веком Разума. Рационализм воплотился в рационалистическую науку и в промышленность, которая отошла от эмпирической традиции и стала в значительной мере прикладным естествознанием. Но земля продолжала оставаться «пропитанной людскими слезами от коры до центра», на ней развевались миллионы локальных трагедий гибели, нищеты и одиночества униженных и оскорбленных людей, судьба которых была статистически пренебрежимой ценой общей макроскопической гармонии.

Поиски новой социальной гармонии и новых материальных условий жизни общества, исключаящих пренебрежение индивидуальными судьбами «униженных и оскорбленных», велись на путях, которые были неизвестны И непонятны Достоевскому. Но эти поиски должны были включать художественную компоненту. В культуре XIX в. должен был появиться (и остаться навсегда) образ одинокого, игнорируемого макроскопической схемой бытия, униженного, гибнущего человеческого существа. Образ, а не только понятие, потому что именно образ противостоит макроскопическому игнорированию, противостоит своей неповторимостью, индивидуальностью, конкретностью, тем, что передается поэтикой, а не логикой. В этом смысле поэтика становится экспериментальной проверкой логики: она сталкивает мысль с конкретным изображением индивидуума. Подобными столкновениями являются поворотные сцены романов Достоевского, те критические моменты, в которых через реалистическую ткань просвечивают мучения мысли, ищущей в мире рациональную гармонию. Такие столкновения придают рациональной гармонии реальное бытие.

Коллизия макроскопической гармонии и локальной, микроскопической или ультрамикроскопической проверки появилась и в физике. Теория относительности видит в схеме мировых линий основу мировой гармонии. Но эти

линии становятся реальными физическими процессами, если они заполнены микропроцессами, вызывающими вариацию мировой линии, переход от эвентуальной мировой линии, характерной для одного типа частиц, к эвентуальной мировой линии, характерной для другого типа частиц. Такие ультрамикроскопические процессы состоят в превращениях элементарных частиц. Эти превращения лишены физического смысла без макроскопических определений: характерные отличия элементарных частиц выражаются в свойствах их мировых линий.

С дополнительностью ультрамикроскопических и макроскопических понятий физика столкнулась не только в учении об элементарных частицах. В ее применениях, в экономических и социальных эффектах развития современной физики мы снова встречаем проблему макроскопической схемы и индивидуальных судеб. Условием конструктивного применения современной физики служит ощущение ответственности науки за судьбу каждого человеческого существа. Это ощущение, столь интенсивное у Эйнштейна, во многом зависит от вереницы образов страдающего и ищущего моральной гармонии человека — образов, внесенных в мировую культуру Достоевским.

Вместе с тем конструктивное применение современной физики неотделимо от понимания ее парадоксальности и радикального отхода от классических канонов. Это понимание создавалось всей культурой, включая литературу и искусство. Последняя четверть XIX и начало XX столетия характеризуются ощущением близости и неизбежности радикальных перемен, представлением о гармонии, которая будет завершением революции и выражением революционных идей, характеризуются осознанием дисгармонии окружающего и поисками самых парадоксальных «неевклидовых» (в том числе неевклидовых без кавычек) путей к космической и моральной гармонии.

Теперь мы можем вернуться к бытию, к фундаментальной проблеме естествознания, бытию материи, и к фундаментальной проблеме социологии, истории, психологии и морали — «духовному бытию», о котором Эйнштейн говорил в беседе с Саливэном. «Духовное бытие» противостоит небытию, исключению, аннигиляции мыслящей личности, которая под разными именами рассматривалась создателями всех основных философских систем начиная с Эпикура. Каково отношение первой проблемы ко второй?

Как мы знаем, уже Эпикур говорил, что единая система строго каузальных, действующих с абсолютной точностью физических законов поработает человека, ликвидирует его самостоятельное бытие. Но выход — концепция *clinamen*, спонтанных отклонений атомов от предписанных физическими законами путей — отнюдь не прагматический выход. Без *clinamen* угроза небытия нависает не только над человеком, но и над природой. Атомы в этом случае были бы лишены способности группироваться в макроскопические тела, и их движения не отличались бы тогда от чисто геометрических понятий. Таким образом, одна и та же идея противостояла и «отчуждению личности» (античному прообразу этого позднейшего понятия), и «отчуждению природы» (прообразу этого также более позднего понятия).

Когда античная мысль протянула через века руку помощи Возрождению, гуманизму и науке нового времени, концепция *clinamen* оказалась забытой либо непонятой. Схема абсолютно детерминированных жестких траекторий, по которым движутся частицы, казалась, да и действительно была, свидетельством могущества разума и аргументом в пользу его свободы. Ахиллесовой пятой классического рационализма оказалась его ограниченность: рациональная схема определяла только *поведение* частиц.

Их бытие, их возникновение и уничтожение (т. е. уже известные нам аристотелевы «генезис» и «фтора», природа свойств, отличающих частицы от точек, тела от их мест, демокритово «бытие» от демокритова «небытия»), оставались за пределами рационального объяснения. Они оставались в пределах априорного объяснения. За вычетом спинозовой *causa sui* в классической науке и в классической философии исходными звеньями анализа оказывались неизменные вечные законы. Сам анализ мог приобрести и приобретал характер логического выведения природы из Логоса. Панлогизм вырастал из неподвижности классических аксиом, из иллюзии их априорной природы.

Но уязвимость пяты Ахиллеса не была фатальной, пока не была пущена стрела из лука Париса. В данном случае ее пришлось долго ждать. В рамках классической науки была обнаружена несводимость сложных форм движения к более простым, было открыто существование спе-

цифических законов на каждой новой ступени в иерархии дискретных частей вещества. В природе, как оказалось, эволюционируют весьма общие законы поведения тел. Диалектический взгляд на природу не дождался открытия еще более радикальных преобразований, он шел вперед, обобщая открытия XIX в. и предугадывая полное устранение априорных и поэтому неподвижных законов. Он предвидел и переход к неаприорной картине *бытия* материи, а не только поведения материальных тел.

Но лишь в нашем столетии начала складываться такая картина — однозначная, возрастающая из эксперимента. Она до сих пор еще не сложилась. Подлинно физическим эквивалентом *causa sui* была бы картина эволюции мироздания, в которой элементарные частицы не только перемещаются и взаимодействуют, но и возникают и исчезают, и эти процессы объясняют субстанциальные свойства частиц и меняющиеся фундаментальные законы их поведения. Такой картины еще нет, и современная философия в своих обобщениях больше, чем когда-либо, исходит из выявившихся прогнозов и отчетливо обозначившихся тенденций науки. Каждая попытка анализа воздействия неклассической науки на судьбу человека, на «отчуждение личности» при игнорировании указанных прогнозов и тенденций была бы неполноценной. Современная философия не может оставаться «функцией состояния» науки, она не может ограничиться обобщениями уже найденных, однозначных результатов, не может исходить из мгновенной фотографии научного прогресса.

Именно иллюзия априорности и неподвижности законов природы была основой вызванных наукой опасений в части возможного «отчуждения личности». Не диалектическое, а метафизическое естествознание, не диалектика природы, а априорная метафизика природы угрожают человеку обезчеловечением. Мы вскоре коснемся экзистенциалистской критики, направленной против диалектики природы, и постараемся показать, что основа этой критики — игнорирование тенденций современной науки, игнорирование ее неклассического стиля. Но до этого остановимся на ситуации, сложившейся в XIX в.

Немецкая классическая философия получила титул *классической* потому, что она претендовала на роль бессмертного канона философского мышления. Она стремилась найти первые истоки бытия. Их открытие перестает

быть «одним открытием», оно становится «Открытием». Но физические процессы не могут быть последними звеньями анализа. Термин *физические* означает: находящиеся во взаимодействии с другими процессами, изменяющиеся, требующие дальнейшего анализа. Спинозовская *causa sui*, взаимодействующая с собой природа, не только сотворенная, *natura naturata*, но и творящая, *natura naturans*, не могла стать руководящей идеей классической философии. Это был ультрарационализм, рационализм, перешагнувший через рамки поведения тел, стремившийся к рациональному объяснению бытия. Но он перешагнул и через рамки позитивных результатов классической науки и мог опираться лишь на ее тенденции, на имманентные противоречия, которые вели классическую науку к неклассической революции.

Философия Гегеля была своеобразным компромиссом — выражением динамических тенденций и противоречий классической науки и в то же время выражением ее «классицизма», ее иллюзорной завершенности. Направленные против Гегеля антирационалистические идеи Кьеркегора объясняются в значительной мере этой иллюзорной завершенностью.

Эпикур освобождает человека от рабства, от подчинения чуждому, объективному, не зависящему от него априорному миропорядку. Он выдвигает гипотезу, дополняющую такой миропорядок спонтанными нарушениями. Кьеркегор не видит путей «дезаприоризации» науки, «дезаприоризации» самой гегелевской философии. Он не видит путей превращения ограниченного рационализма (ограниченного априорным бытием «кирпичей мироздания» и априорными законами их движения) в более широкий ультрарационализм. И он отворачивается от Гегеля, от объективной науки, от рационализма.

Кьеркегор говорил о системе Гегеля и вообще о всякой философской системе как о чем-то статическом, исключаящем движение. Философская доктрина, в которую входит движение, открыта для индивидуального существования, она не враждебна ему²⁸. Но, по мнению Кьеркегора, система, построенная логически, не может объяснить движение²⁹.

²⁸ См.: *Gilson E. L'être et l'essence. Paris, 1948, p. 230.*

²⁹ *Kierkegard S. Post Scriptum aux miettes philosophiques. Paris, 1941, p. 73.*

Справедлива ли такая формула, когда речь идет о системе Гегеля? Ведь эта система вышла за пределы традиции, искавшей сущность бытия в его неподвижности. Ведь для Гегеля абстрактное бытие оказывается равным столь же абстрактному небытию, и эта коллизия открывает дорогу конкретному становлению. Ведь в логике Гегеля нашла свое систематическое воплощение та линия философской мысли, которая шла от древности и все время искала сущность бытия в движении, в изменении, в нарушении и конкретизации априорных абстрактных схем. Знакомые нам *cinamen* Эпикура были одним из узлов этой диалектической линии. Кьеркегор знает об этом, это общеизвестно. Но внимание датского мыслителя было обращено на другую сторону системы Гегеля, на его *систему* в более узком и специфическом смысле. Кьеркегор адресуется ей упрек, отчетливо обнаруживающий моральные, «человеческие» (иногда «слишком человеческие») истоки критики. Он говорит о личности каждого философа, о его жизни, так резко отделенной от его идей. Для Кьеркегора философ должен быть подобен художнику Древней Греции, делавшему и свою жизнь произведением искусства, или Сократу, который не «был философом», а *был*. Этот аргумент, говорит Жильсон, казавшийся противникам недостойным ответа, был естественным для мыслителя, считавшего индивидуальное существование единственным критерием реальности и истины³⁰. Во всяком случае этот аргумент показывает моральные и психологические (столь важные для Кьеркегора) корни его позиции. Его гипнотизировала та сторона системы Гегеля, которую можно назвать (пользуясь терминами философа, жившего за две тысячи лет до Кьеркегора, и писателя следующего поколения) призраком «Вселенной без происшествий», не оставляющей человеку иной роли, кроме роли «раба физиков».

Эйнштейн был прав, когда говорил Саливзну и Мэрфи о независимости сущего и должного, науки и морали. Но, как уже отмечалось, *динамика* науки зависит от общественных и моральных мотивов, а *реализация* моральных и общественных идеалов зависит от науки. Так было во времена Эпикура, так было в XIX в., так обстоит дело и сейчас. Нельзя не видеть воздействия моральных моти-

³⁰ См.: *Gilson E. L'être et l'essence*, p. 233.

вов на эволюцию античной атомистики от Демокрита к Эпикуру. Тем более нельзя не видеть воздействия моральных идеалов Кьеркегора и общественного бытия в годы его жизни на позицию мыслителя по отношению к науке. Ведь у Гегеля мировой дух (персонафикация модифицирующихся, но в своей основе неизменных и априорных законов бытия) в природе фигурирует в качестве стихийного «спящего духа», а в человеческой истории достигает самосознания, воплощается в государство и не считается с жертвами, игнорируя судьбы индивидов. Гносеологический протест против априорной, независимой от человека и обезчеловечивающей историю силы (переходящий в протест против объективной науки) — это творчество Кьеркегора. Эстетический и моральный протест против объективной гармонии бытия, давящей под своими колесами живые существа, низводящей их до степени «неглижаблей», — художественное творчество Достоевского.

Остановимся на различии между истоками философской (в смысле, несколько отступающем от традиционного) позиции Кьеркегора и истоками философской (в смысле, еще более отступающем от традиционного) позиции Достоевского.

Вспользуемся некоторой физической аналогией. Возьмем абсолютно твердое тело — идеально жесткую кристаллическую решетку. В этой идеальной системе положение частицы полностью, без остатка определено макроскопическим законом, здесь отсутствуют внутренние степени свободы. Физика XVIII и первой половины XIX в. переносила такую макроскопическую детерминированность и на движение частицы, оно было детерминировано макроскопическими законами в каждой точке и в каждый момент. Положение и поведение индивидуума в феодальном поместье или позже, в государстве типа прусской монархии, было в идеале аналогичным. У Гегеля тут была не только аналогия: государство — воплощение абсолютного духа, проходящего через природу как ступень своего самопознания.

Теперь возьмем термодинамическую систему. Здесь поведение частицы не определено макроскопическими термодинамическими законами, например законом энтропии, определяющим лишь средние величины и поведение больших статистических ансамблей молекул. Это напоминает положение индивида в обществе, где царят слепые стихий-

ные законы. Его индивидуальное поведение не определяется этими макроскопическими законами, оно игнорируется ими.

И, наконец, квантовая система. Поведение отдельной частицы не игнорируется, частица взаимодействует с макроскопическими телами и может при известных условиях начать своим индивидуальным поведением цепную реакцию. Это индивидуальное поведение не определяется в общем случае макроскопическим законом. Если такая система будет фигурировать в аналогии, иллюстрирующей положение человека, то здесь речь может идти о его положении в подлинно гармоничном обществе, без анархии производства, без классов, в обществе, где исчезает то, что имел в виду Маркс, когда говорил об отчуждении личности.

Протест Кьеркегора в своей объективной сущности был протестом против «кристаллической решетки». Он в значительной мере был направлен против Гегеля, против распространения на человеческую жизнь законов, аналогичных законам природы. В философии Гегеля отразились противоречия классической науки, которые вели ее вперед, но вместе с тем в его системе отразилась и абсолютизация классического всемогущества макроскопических законов.

Протест Достоевского был направлен против уподобления человеческих судеб судьбе индивидуальных частиц в термодинамической системе. Мы могли бы взять иные естественнонаучные аналогии и сказать об уподоблении человеческих судеб биологической борьбе за существование. Достоевский не пользовался такими аналогиями, но прямо говорил о статистическом характере вселенской гармонии как причине возврата билета для входа в эту гармонию. Оба — и Кьеркегор, и Достоевский — не могли видеть ни путей дальнейшей эволюции представлений о макро- и микроскопических законах, ни путей ликвидации отчуждения личности.

Протест Кьеркегора был гносеологическим и противостоял философии, исходившей из всевластия макроскопических законов и отрицания внутренних степеней свободы человека. Но эти внутренние степени свободы абсолютизировались и представлялись независимыми от макроскопического мира, от того общего, что объединяет индивидуальные экзистенции. Кьеркегор не видел, что иллюзорны

не только «Вселенная без происшествий», но и «происшествия без Вселенной». Он не видел, что истинное, конкретное, подвижное бытие включает и индивидуальные экзистенции, и макроскопический интегральный мир, что эти полярные компоненты бытия теряют смысл одна без другой.

Достоевский видел эти полюсы. Слово *видел* имеет здесь более прямой смысл. Он действительно видел их с превышающей видение реальных предметов ясностью, какая свойственна созданиям художественного гения. Вспомни еще раз картину Петербурга, где «у всякого своя угрюмая забота». Этот образ неотделим от полярного ему образа — вселенской гармонии, игнорирующей «неглижаблей». Они сливаются в наивысшей абстракции и в то же время наиконкретнейшем, приниженном, опустошенном образе вечности в разговоре Свидригайлова с Раскольниковым.

Достоевский не может разорвать полюсы бытия — экзистенцию и интегральную гармонию, потому что его творчество пронизано рационалистической *поэтикой*, а в ее пределах нельзя уйти в логические конструкции, нужно оставаться в сфере конкретного, а здесь связь полюсов бытия нерасторжима.

Исходный пункт конструкций Кьеркегора — абстрактный индивидуум, внутренняя экзистенция которого отринута философией. Исходный образ Достоевского — это конкретный человек, конкретный, захлебывающийся от крика ребенок, конкретнейший штабс-капитан Снегирев. Каждый из них несомненно обладает внутренними степенями свободы, только они игнорируются, причем не философией, а самой жизнью. Существование индивидуального, конкретного, отдельного, частного, демонстрируется эстетически; самой поэтикой Достоевского, достоверностью деталей, мелодичностью каждого образа, мелодичностью парадоксальной, противоречивой, но несомненной, показывающей, что перед нами люди, конкретная жизнь которых не только отрицается теоретически (это важно для Кьеркегора и же с ним), а сжата, сдавлена, не реализована. Уже не точность и строгость логических конструкций, а поэтика с ее беспрецедентным даром создания конкретного образа становится арбитром интеллектуальных коллизий. Кьеркегор говорит о человеке. Говорит с болью, с горечью, с эмоциональным порывом, с трагиче-

ским ощущением неполноценности жизни и неотвратимости смерти. Достоевский приводит человека во всей его конкретности, и конкретные черты — трясущиеся руки, сдавленный шепот, растерянная улыбка — демонстрируют реальность индивидуальной жизни, без которой макроскопический мир становится призрачным. Для Кьеркегора мысль воплощена в диктатуре Логоса, отринувшей иррациональную жизнь индивида. Для Достоевского мысль воплощена в интеллектуальных коллизиях индивидуума, которому противостоит иррациональность целого. Поэтому Кьеркегор, по преимуществу мыслитель, становится адептом иррационализма, а Достоевский, по преимуществу художник, становится корифеем рационалистической поэтики.

Перенесемся теперь в наше время. Современные экзистенциалисты подобно своим предшественникам хотели бы сохранить барьер между законами природы и законами человеческой истории, чтобы не обезчеловечить последнюю. Мы коснемся только тех замечаний, которые были сделаны Ж.-П. Сартром и Ж. Ипполитом в 1961 г. в дискуссии на тему «Является ли диалектика только законом истории или также законом природы»³¹. Экзистенциалистская критика диалектики природы была в этой дискуссии связана с общей антипатией к объединению природы и человеческой жизни одними и теми же законами.

В своем выступлении Ж. Ипполит говорил, что попытка найти общие для природы и человеческой истории диалектические законы, «историзация» природы и «натурализация» истории, приведет к тяжелым последствиям³². Сартр, развивая эту мысль, утверждает, что диалектика природы — распространение диалектических категорий и законов на природу превращает человека в нечто пассивное, подчиненное единому естественному миропорядку. «Чувствуешь себя совершенно муравьями и даже простыми номерами»³³.

В основе этих замечаний, как и в основе давней антипатии к объединению законов истории с законами приро-

³¹ *Marxisme et existentialisme. Controverse sur la dialectique*. Paris, 1962.

³² *Ibid.*, p. 46.

³³ *Ibid.*, p. 82.

ды, лежит, как мы сейчас увидим, игнорирование радикально неклассического характера современного естествознания. В своем докладе (им началась дискуссия 1961 г.) Сартр говорит, что для понимания судеб человека природе нужно рассматривать как совокупность отнюдь не диалектических сил. Речь идет о силах природы, понимание которых не требует выхода за пределы классической науки. Именно они представляют собой естественную среду для человеческого общества. «Все инструменты и машины, — по крайней мере, пока речь не идет об использовании атомной энергии, — используются человеком в качестве функции инерции, которую он здесь находит, а не функции диалектического движения. И человек — это диалектическое создание, окруженное природой в качестве внешней среды, по крайней мере на этом уровне»³⁴. В предыдущей фразе Сартр разъясняет, что инерция — это общая основа того, что находит объяснение в рамках классической механики.

Любопытная связь между гносеологическими принципами и характеристикой той науки, которая используется человеком! Причем между общими гносеологическими принципами и весьма преходящими и условными характеристиками. «По крайней мере, пока речь не идет об использовании атомной энергии...» А если речь идет и обязательно должна идти о таком использовании? Если именно неклассическое содержание и неклассический стиль науки определяют ее воздействие на судьбу человека?

Нельзя думать, что классическая наука — вне диалектики природы. Неклассическая наука делает диалектические понятия более явственными, физически осязаемыми и именно поэтому диалектическое обобщение классической науки было в известной мере предвосхищением неклассической науки, неклассическим прогнозом, констатацией имманентных противоречий, отказом от классической аподиктичности. Когда эта классическая аподиктичность рушится, с ней исчезают основания для иррационализма, вступающего за индивидуальность, попираемую и отчуждаемую априорным, неподвижным и абсолютным миропорядком. Но этого мало. Неклассическая наука делает физически осязаемой и другую сторону дела. Единичное без *clinamen*, без «происшествий» становится фантомом

³⁴ Ibid., p. 10.

(«...скучища неприличнейшая», — говорит чёрт в беседе с Иваном Карамазовым). Но единичное — это фантом и в том случае, когда оно вне Всеобщего, когда нет диссимметрии *clineten*, превращающей случайные блуждания частицы в макроскопическую линию, когда индивидуальный процесс не взаимодействует с интегральным. Такое отчуждение индивидуальности происходит и в природе и в жизни человечества, и речь здесь идет не об аналогии, вернее, не только об аналогии, а о реальном единстве природы и человека, о реальных единых диалектических законах и понятиях. Неклассическая наука весьма явным образом демонстрирует единые диалектические законы бытия, охватывающие природу и человеческую историю. Именно их единство и является наиболее общей основой сближений типа «Эйнштейн — Достоевский». Мы увидим сейчас (отчасти уже видели), что подобное сближение позволяет понять механизм, противостоящий игнорированию личности и «отчуждению природы».

Начнем со второго, с «отчуждения природы». Наука, ограничивающаяся описанием и анализом *поведения* тел, стоит перед опасностью такого отчуждения. Если движение частицы сводится к переходу из одной точки пространства в другую, то движение перестает отличаться от четырехмерного геометрического образа, мировая линия становится чисто геометрическим понятием, природа геометризуются. Одной из стержневых линий прогресса фундаментальных представлений о мире было спасение природы от такого отчуждения, спасение физики от абсолютной геометризации. Квантовая механика была важнейшим узловым пунктом этой линии. Она приписала частице взаимодействие с макроскопическим телом, изменяющее ее динамические переменные, размывающие мировую линию, но придающие ей физический смысл, спасающие ее от «отчуждения». Но чтобы увидеть универсальный характер подобной тенденции, нужно разглядеть в современной науке ее тенденции, нужен прогнозный подход к ее содержанию и стилю. В качестве условной иллюстрации этой вполне реальной тенденции рассматривалась схема трансмутаций — регенераций, превращений частицы одного типа в частицу другого типа в дискретных пространственно-временных клетках. Но *чисто* трансмутационная картина не имеет физического смысла. Понятие трансмутации не имеет смысла, пока нет представления о миро-

вой линии: под трансмутацией понимается переход от одной эвентуальной мировой линии к другой. Мы отождествляем регенерировавшую частицу с исходной и имеем право на это, только предвидя переход к макроскопической мировой линий частицы. Мировые линии проходят в непрерывном пространстве-времени и без последнего теряет смысл фигурирующее в изложенной схеме дискретное пространство-время. В свою очередь мировая линия — это множество мировых точек, пространственно-временных локализаций частицы, чем-то отличающегося от самой мировой точки. Значит, здесь требуется существование частицы, обладающей какими-то свойствами помимо локализации, какими-то некартезианскими свойствами, в данном случае трансмутациями. Получается некоторый замкнутый круг: два полюса — мировые линии частицы и ее ультрамикроскопические трансмутации требуют для каждого из них эвентуального существования другого полюса. Физическая содержательность становится чем-то вроде денег в известной анекдотической ситуации: «С чего они живут? Они занимают один у другого!»

Но в современной физике такая ситуация представляется допустимой. Она иллюстрирует различие между индивидуальной «экзистенцией» частицы и ее физическим бытием, включающим кроме экзистенции и макроскопические свойства частицы. Если трансмутации теряют физический смысл без макроскопического каркаса мировых линий, значит ультрамикроскопический, ультрарелятивистский дискретный мир не обладает физическим бытием без эйнштейновского, релятивистского мира непрерывных движений, непрерывных мировых линий. Эти миры исключают друг друга. Но один без другого они теряют физический смысл. Трансмутация без мировых линий — бессодержательное понятие. Мировая линия без трансмутаций — физически бессодержательное понятие, чисто геометрический образ.

Имеет ли смысл *обобщение* категорий, появившихся в квантовой теории поля, возведение их в ранг общих, философских категорий? Следует ли, иными словами, обобщать эти физические по своему происхождению понятия так, чтобы они могли быть применены вне физики, вне естествознания, при анализе исторических судеб человека?

Положительное и отрицательное решения этого вопроса соответствуют двум концепциям, столкнувшимся в дис-

куссии 1961 г. и явно или неявно боровшимся еще в XIX в. Если природа подчинена принципиально иным законам, чем история, то «натурализация» истории, о которой говорили Сартр и Ипполит, неправомерна. Но если эти законы едины, если наряду с диалектикой человека («человек — диалектическое создание») существует диалектика природы, если природа служит оселком диалектики, то «натурализация» неизбежна.

Экзистенция, в защиту которой выступали Сартр и Ипполит, — это абсолютизированная одна сторона бытия. Выше, в связи с беседой Эйнштейна и Саливэна, была затронута проблема абсолютной реальности индивидуальной интеллектуальной и эмоциональной жизни человека при ее изоляции от природы и от общества, т. е. от «надличного». Экзистенциализм абсолютизирует изолированный поток сознания. Рационализм выводит этот поток за рамки индивидуального сознания, превращает экзистенцию в бытие, рассматривает другую составляющую бытия. Подобное объединение — это не только психология науки, но и ее история. Это существенная сторона, существенный подтекст истории мысли и творчества в целом. В современной неклассической физике такой подтекст часто становится текстом. Современный ученый не может сделать ни одного шага вперед, не поднимаясь практически от личной экзистенции к объективному вневличному, к объективному *ratio* природы и к коллективному разуму человечества, отыскивающего это *ratio*.

Подобная «тенденция бытия» — явная диалектическая тенденция. Она проявляется в сопряженности неотделимых один от другого аспектов — макроскопического и микроскопического, в неотделимости квантового объекта и макроскопического объекта, в неотделимости макроскопической диссимметрии и локальных ультрамикроскопических сдвигов. Такая дополнительность аспектов не похожа на классическую неотделимость макроскопических локальных моделей от кинетической теории газов. Здесь локальные процессы не игнорируются. Любой индивидуальный акт может вызвать цепную реакцию и изменить ход макроскопических событий. Интегральные законы перестают быть независимыми от микроскопических, локальных индивидуальных процессов. Соответственно меняется стиль научного познания. Микроскопические и ультрамикроскопические процессы определяют

границы применимости всеобщих законов, управляющих эволюцией космоса. Соответственно эти законы явно, физически ощутимо, теряют аподиктический и неизменный характер.

Вспомним, что именно априорная аподиктичность законов казалась угрозой человеку. *Казалась* потому, что уже в пределах классической науки диалектическая мысль увидела имманентные противоречия, ограничивающие неподвижность космических законов, исходных категорий и понятий.

Если не игнорировать новый, принципиально неклассический характер современной науки, если, более того, подходить к ней с прогнозами (без которых сейчас явно невозможно обобщение науки), то старые опасения представляются архаичными. Наука, фундаментальные законы которой подлежат пересмотру и не являются по своему содержанию априорными и аподиктическими, такая наука не может угрожать обезчеловечиванием при распространении и универсализации своих законов и понятий. Но теперь вопрос может быть поставлен несколько по-иному. Может ли диалектическое обобщение неклассической науки, современная диалектика природы внести свой вклад в процесс объективации личности, противоположной ее отчуждению?

Этот весьма общий философский вопрос тесно связан с весьма конкретными и практическими. Архаическая картина диалектики природы, якобы обезчеловечивающей историю, заставляет отказать науке в роли исходного аргумента технических, технико-экономических, социальных и культурных сдвигов, которые должны предоставить человеку собственно человеческие функции, объективировать его мысль. Напротив, реальная картина обобщения неклассической науки обосновывает предоставление ей такой роли. Какова же связь между неклассической наукой и объективацией личности?

При характеристике неклассической науки речь шла о «тенденции бытия», противостоящей «отчуждению природы». Остается показать, что эта тенденция связана с тенденцией, противостоящей «отчуждению личности». Связь здесь не сводится к аналогии, она демонстрирует реальное единство природы и человеческой истории, реальность категорий, общих для природы и истории.

Дело в том, что социальные процессы, ведущие к объективации личности, связаны с применением неклассиче-

ской науки. Неклассические, парадоксальные с классической точки зрения процессы — основа техники, предоставляющей человеку собственно человеческую функцию — преобразование все более общих основ производства, все более фундаментальных научно-технических принципов. Объективация личности происходит через «цепную реакцию», о которой говорилось недавно: индивидуум может реализовать свою мысль так, чтобы она вызвала макроскопические результаты. В таком макроскопическом результате индивидуального сознания и индивидуальной деятельности состоит смысл жизни индивида, превращающей индивидуальную экзистенцию в бытие человека, для которого характерна неотделимость макроскопического и локального аспектов.

Мы снова пришли к проблеме реализации науки, в том числе эвентуальной реализации, и ее связи со стилем, психологией и моральными мотивами научного творчества. В этом отношении теория относительности и неклассическая наука в целом изменили смысл понятия реализации науки и ее сближения с практикой.

Сближение классической физики XVII—XVIII вв. с практикой привело к генезису машинного производства и к связанным с ним новым общественным условиям. Сближение теории относительности с практикой приводит к атомной эре. Атомная энергия и все, что ей сопутствует, от ядерной алхимии до кибернетики, — это не просто применение науки, это сама наука. Применение науки и научный эксперимент сливаются в таких областях, как исследование космоса, конструирование и использование атомных реакторов, сооружение лазеров и кибернетических машин. Задачей производства становится уже не только и не столько изготовление некоторого устойчивого типа приборов, сколько максимально быстрый переход к новым приборам; не уровень, а темп научно-технического прогресса становится критерием производства; цехи, а иногда и сами приборы, например космические корабли, становятся лабораториями, в свою очередь лаборатории становятся цехами.

Если заглянуть вперед и представить себе контуры более широкого применения новейших физических идей, то можно убедиться, что атомная эра основана на применении теории относительности к проблемам микроскопического и ультрамикроскопического мира, на применении

соотношений теории относительности, управляющих процессами в атомном ядре и взаимодействиями элементарных частиц. Здесь мы встречаемся с той стороной теории относительности, которая обращена к будущему, к единой теории элементарных частиц и полей. Ее применение — перспектива *послеатомной цивилизации*.

В эту сторону обращены самые отвлеченные, далекие от практики, далекие даже от ранга однозначной физической теории тенденции современной физики, совпадающие по своему духу со стремлениями, владевшими Эйнштейном в тридцатые — пятидесятые годы.

Воплощение неклассической науки означает превращение атомной энергетики в основную составляющую электроэнергетического баланса, превращение квантовой электроники в основной технологический метод важнейших отраслей производства, радикальное изменение экологических условий человеческой жизни, существенное удлинение ее и решительное преобразование характера труда.

Воздействие современной науки на характер труда позволяет оценить значение идей Эйнштейна для жизни людей. Расположим компоненты труда по возрастающим степеням реконструирующего воздействия на технику. Получается ряд: эксплуатация наличного оборудования, поиски новых, более эффективных конструктивных и технологических схем в рамках тех же физических принципов, поиски новых физических принципов. Мы уже сейчас видим, в какой большой степени автоматические механизмы, заменив рабочего в первом звене этого ряда, увеличили реконструктивную компоненту труда. Далее кибернетические устройства, способные изменять свою собственную конструкцию, позволят людям сосредоточиться на еще более эффективных задачах. Кибернетика не заменяет человека, она изменяет характер его творческого труда. На примере наиболее продвинувшихся вперед отраслей современной техники мы видим, как труд сливается с исследованием не частных проблем, а все более кардинальных проблем бытия — проблем структуры космоса, элементарных частиц и полей. Такой характер труда несовместим с общественной эксплуатацией.

Таким образом, научное творчество Эйнштейна и неклассическая наука в целом связаны с духовной и материальной эмансипацией человечества. В этом бессмертие творческого подвига. Бессмертным будет и облик Эйн-

штейна, демонстрирующий отречение человека от всего личного и повседневного во имя познания мира как упорядоченного, объединенного причинной связью целого.

Когда-нибудь каждый человек будет знать о природе больше, чем знал Эйнштейн. Но он будет черпать в работах Эйнштейна отрешенность от личного, он будет слышать биение гигантского сердца. Читая произведения Эйнштейна, люди всегда будут поражаться и атлетической мускулатуре мысли, и ее благородству.

Вот он стоит перед нами, бесконечно добрый, углубленный в свои мысли. Перед нами — его жизнь: мюнхенская гимназия, путешествие по Италии — берега Средиземного моря, города и музеи, студенческие годы в Швейцарии, Бернское патентное бюро, профессура, Берлин, война, мировая слава, путешествия, нацистский погром, долгие годы в Америке и трагедия атомной бомбы. Перед нами его творчество: законы броуновского движения, открытие фотонов, специальная теория относительности, общая теория, попытки создания единой теории поля.

Вспомним стихи о боге, который, вызвав к жизни Ньютона, осветил мироздание, и о дьяволе, пославшем Эйнштейна, чтобы снова погрузить Вселенную во мрак. Осветить раз навсегда абсолютные законы бытия — это действительно превышает возможности и даже намерения человека. Отказаться от ньютоновского освещения Вселенной и тем самым от всякого освещения — это могло быть инспирацией дьявола. Но переходить от света, зажженного Ньютоном, ко все более яркому освещению Вселенной, никогда не считать картину, представшую при освещении Вселенной, окончательной и никогда не приравнивать ликвидацию старого освещения погружению во мрак — это носит на себе печать чисто человеческого вдохновения и человеческого гения. И сделал это мыслитель, который был одним из самых великих физиков всех времен и вместе с тем одним из самых человеческих людей своего поколения.

Эйнштейн и Моцарт

Однажды мы встретились с Эйнштейном в столовой школы в Аарау, где нам всегда было так весело. Мы хотели играть сонаты Моцарта. Когда запела скрипка Эйнштейна, мне показалось, что стены комнаты расширились и впервые подлинный Моцарт предстал передо мной в ореоле эллинской красоты с его ясными линиями, то шаловливо грациозными, то могучими и возвышенными. «Это божественно, мы должны повторить!» — воскликнул Эйнштейн.

Ганс Билан

С философской точки зрения Моцарт кажется еще более удивительным явлением, чем он представлялся нам как автор великолепных музыкальных произведений.

Стендаль

Каждое сопоставление идей Эйнштейна со стилем творчества другого мыслителя или художника открывает некоторую новую сторону в мировоззрении и в психологии творца теории относительности. Подобные сопоставления открывают в целом одну общую тенденцию — переход от схематического чертежа мировой гармонии к подлинному физическому бытию, заполнение геометрического каркаса индивидуальными, локальными событиями, реализацию индивидуализирующей функции разума. Какую же сторону гения Эйнштейна раскрывает сопоставление: «Эйнштейн — Моцарт»? Как связана — и связана ли — любовь Эйнштейна к творениям Моцарта с далеко неявными, но весьма существенными особенностями мышления Эйнштейна, с его научными идеалами?

Сопоставление с музыкой Моцарта раскрывает *романтизм* научного подвига Эйнштейна и романтизм неклассической физики в целом, романтизм неклассического идеала науки. Речь идет совсем не о том романтизме, который Оствальд противопоставлял классицизму в своем известном разделении ученых на романтиков и классиков. Речь здесь не идет и об обычной характери-

стике классицизма XVIII в. и романтизма XIX в., которую кладут в основу периодизации культуры нового времени. Чтобы говорить о романтизме как черте *научного* творчества, нужно взять это понятие в значительно более широкой версии, даже более широкой, чем романтизм, о котором говорит Гегель в своей «Эстетике» — к этому гегелевскому понятию мы вскоре вернемся.

Уже у Гегеля романтизм стал не то чтобы внеисторической категорией, но во всяком случае категорией, выходящей за пределы определенной эпохи, как и за пределы определенного жанра. Исторический подход к романтизму вытекает у Гегеля из преимущественного воплощения этой особенности творчества в культуре некоторой эпохи и в некотором жанре искусства. Таково вообще свойственное Гегелю соотношение логических категорий и исторических характеристик. Действительный исторический анализ романтизма имеет в известном смысле противоположное направление: содержание этого понятия меняется в результате исторического процесса, он перестает быть априорным, он приобретает новые стороны и эволюция романтизма включает пересмотр самых основных определений, как и пересмотр жанровых границ понятия. Оно начинает включать научное творчество. В этом отношении неклассическая наука выявляет то, что было свойственно и классической науке. Классицизм последней не мог заглушить неклассического, очень романтического аккомпанемента. Но здесь следует прервать предварительные и поэтому весьма абстрактные и неопределенные замечания о научном романтизме и обратиться к тому биографическому материалу, который позволит их конкретизировать.

Об отношении Эйнштейна к Моцарту (оно является исходным пунктом анализа) и о музыкальных склонностях и симпатиях Эйнштейна в целом можно судить по многим воспоминаниям, в частности по впечатлениям и оценкам Эмиля Гильба — немецкого музыканта, руководившего однажды благотворительным концертом с участием Эйнштейна.

Игра Эйнштейна на скрипке не была виртуозной, но отличалась чистотой, уверенностью и задушевной экспрессией. Из скрипачей-исполнителей на него произвел наибольшее впечатление Иоахим. Эйнштейн всю жизнь вспоминал о его исполнении 10-й сонаты Бетховена и ча-

конны Баха. В скрипичных выступлениях Эйнштейна привлекала строгая передача архитектоники произведения. Напротив, выявление личности исполнителя меньше захватывало Эйнштейна. Этому соответствовала его собственная манера игры на скрипке.

Постоянной потребностью Эйнштейна были фантазии на рояле. Он говорил, что, уезжая из дому, всегда испытывает тоску по клавишам.

Музыкальные симпатии Эйнштейна были обращены прежде всего к творчеству Баха, Гайдна, Шуберта и Моцарта. В музыке Баха Эйнштейна привлекала ее готическая архитектоника. По словам Мошковского, возносящаяся ввысь музыка Баха ассоциировалась у Эйнштейна не только с архитектурным образом устремленного к небу готического собора, но и со стройной логикой математических конструкций¹.

Очень сложным было отношение Эйнштейна к Бетховену. Он понимал величие творчества Бетховена, но сердце Эйнштейна не принадлежало драматическим коллизиям симфоний и его больше привлекала прозрачность бетховенской камерной музыки. Симфонии Бетховена казались ему выражением мятущейся и борющейся личности автора, в них личное содержание заглушало объективную гармонию бытия. Гендель восхищал Эйнштейна совершенством музыкальной формы, но мыслитель не находил здесь глубокого проникновения в сущность природы. Шуман казался ему оригинальным, изысканным и мелодичным, но Эйнштейн не ощущал в его произведениях величия обобщающей мысли. Шуберт был ему ближе.

Когда Эйнштейн слушал музыку Вагнера, ему казалось, что он видит Вселенную, упорядоченную гением композитора, а не надличную Вселенную, гармонию которой композитор передает с величайшим самозабвением и искренностью. Может быть, впечатление отчасти определялось личностью композитора, но Эйнштейн не находил в произведениях Вагнера отрешенности от «я» — объективной правды бытия. Этой правды он не находил и у Рихарда Штрауса; Эйнштейну казалось, что Штраус раскрывает в музыке лишь внешние ритмы бытия.

¹ См.: *Мошковский*, 201.

Эйнштейн мог увлечься звуками Дебюсси, как в науке — какой-нибудь математически изящной, но не фундаментальной задачей. Но захватывала его только структура произведения. Эйнштейн отличался крайне «архитектурным» восприятием музыки. Потому, может быть, он не понимал Брамса. Эйнштейну казалось, что сложность контрапункта не дает ощущения простоты, чистоты, искренности, которые он ценил больше всего. И, как в науке, чистота и простота казались ему залогом адекватного отображения бытия. Предметом страстного увлечения, властителем дум Эйнштейна оставался Моцарт.

Отношение к Моцарту и музыкальные симпатии Эйнштейна в общем не изменились до конца его жизни. В сентябре 1952 г. в Принстон приехал молодой австралийский пианист Манфред Клайн. Он бывал у Эйнштейна, играл ему и беседовал с ним на самые различные темы, чаще всего на музыкальные.

Эйнштейн говорил Клайну о своей постоянной потребности импровизировать у рояля. «Такая импровизация столь же необходима для меня, как работа. И то и другое позволяет достичь независимости от окружающих. В современном обществе без этого нельзя обойтись»².

Клайн рассказывает о любви Эйнштейна к Моцарту и о том удовольствии, которое ему доставляли небольшие пьесы Шумана и Шуберта. Из опер Эйнштейн упоминал в беседах, помимо Моцарта, только «Фиделио» и «Бориса Годунова». «Я думаю, — говорил Клайн, — он упоминал о них потому, что в этих операх звучат социальные мотивы — тема свободы».

Далее Клайн рассказывает, как после беседы они спустились на первый этаж, где стоял подаренный когда-то ученому Бехштейн. Клайн сыграл одну из сонат Моцарта. Эйнштейн был в восторге. Затем была исполнена соната Бетховена (ор. 111). Клайн хотел заразить Эйнштейна своим преклонением перед Бетховеном. Но Эйнштейн, ощущая красоту и мощь прослушанного произведения, не мог разделить чувств молодого пианиста.

«По дороге домой, — вспоминает Клайн, — я думал о связи между концепциями Эйнштейна и музыкой Моцарта. Последняя не только прекрасна, не только грациозна.

² См.: *Michelmoré*, 251.

Она обладает какой-то удивительной независимостью от времени, места и среды. Это музыка для Эйнштейна»³.

Клайн, по-видимому, подошел очень близко к существу вопроса. Исходная идея Эйнштейна — независимость фундаментальных определений движения от выбора систем отсчета. Эта идея весьма сложным и неявным образом связана с интересом к объективному «внеличному» миру, с интересом, который был у Эйнштейна не только стержнем научных поисков, но и постоянным психологическим фоном творчества. С подобным фоном связано характерное для Эйнштейна благоговейное приподнятое отношение к объективной гармонии мироздания. И в искусстве Эйнштейна привлекало отражение «музыки сфер»: не мистическая иллюзия одухотворенности природы, а рационалистическое постижение гармонии мира. В музыке Моцарта такое постижение окрашивает личные настроения, у других композиторов сильнее чувствуется другое — выявление личного окрашивает восприятие природы.

Но если в музыке Моцарта гармония мира окрашивает личные настроения, то она при этом становится не только схемой мироздания, не только его чертежом, она сама становится, помимо прочего, *личным настроением*, приобретает личный, интимный, эмоциональный эффект; она связана не только с логикой постижения мира, но и с *романтикой* такого постижения.

Такая характеристика «музыки для Эйнштейна» связана с весьма общими историко-культурными проблемами. И с весьма общими философскими проблемами. Первая из них очерчена в приведенных в эпиграфе воспоминаниях Ганса Билана — соученика Эйнштейна по школе в Аарау. Трудно сказать, являлось ли впечатление от эйнштейновского исполнения сонаты Моцарта чисто личным, может быть оно было навеяно не только исполнительской манерой Эйнштейна, но и беседами аарауских школьников, один из которых уже в это время задумывался над кардинальными проблемами бытия. Во всяком случае, замечание о Моцарте «в ореоле эллинской красоты с его ясными линиями...» имеет глубокий смысл.

«Эллинская красота» всегда была и будет источником вдохновения для всех областей культуры. Но эстетиче-

³ См.: *Michelmore*, 252.

ские каноны не исчерпывают этого понятия. Его содержание не исчерпывается и античной презумпцией: объектом искусства должно быть прекрасное, презумпцией, которую так глубоко анализировал Лессинг в «Лаокооне»⁴. На этой презумпции стоит остановиться.

Для греческого гения прекрасное это реализованная гармония. Это гармоничное соотношение архитектурных форм или, в скульптуре, — форм человеческого лица и тела. Но и в самом космосе прекрасное выражается в уравновешенной статической гармонии пространственных соотношений. Система небесных сфер, естественных мест и естественных движений это, помимо прочего, *эстетический* идеал, который понижал античную космологию. И не только античную. Музыка сфер Кеплера не была чистой фантазией, и стремление великого астронома найти *ratio* в эмпирических соотношениях Солнечной системы выражало важную для науки тенденцию мысли XVI—XVII вв. Но в науке и во всей культуре нового времени статическая гармония дополняется идеей динамической гармонии, а эстетическим выражением последней служит нарушение статических канонов. Против общественной статики, против неизменного повторения общественных форм, против неподвижных моральных и эстетических традиций выступает карнавальный смех, сатира Сервантеса, улыбка Ариосто. Классицизм, тянувшийся к канонам античности, пронизан романтическими или предромантическими нарушениями канонов. XVIII в. — не только царство рационалистических «ясных линий». Этому царству противостоит оппозиция шаловливо-грациозного нарушения, сенсуалистического и эмоционального заполнения канонических ясных линий.

Такая тенденция лишает каноны их платоновской геометрической чистоты. Предромантизм — это интервенция бытия, он заполняет мир различиями, индивидуальным, красочным. Он физикализирует мир, он превращает картину мира из чертежа в многокрасочное полотно. Само слово «предромантизм» — условное: оно обозначает подлинный *романтизм*, если под ним понимать не характеристику эпохи, а нечто сквозное, модифицирующееся, но свойственное в той или иной модификации всякой культуре, всякому искусству и всякой науке.

⁴ См.: Лессинг Г. Э. Избр. произв. М., 1953, с. 392—396.

Взглянем с этой точки зрения на «шаловливую и грациозную» составляющую музыки Моцарта. Она сплетается с «могучим и возвышенным». В таком сплетении, как мы увидим, — основное, что роднит Моцарта с Эйнштейном. Это — романтическая составляющая. В мелодию, где последовательные пассажи развивают и продолжают единую тему, в ткань, где все узоры подчинены макроскопическому замыслу, влетают не вытекающие однозначно из темы неожиданные вариации, к которым и относится определение Билана (а может быть, и Эйнштейна?): «шаловливые и грациозные». В чем их функция? И что в них могло оказаться конгениальным мышлению Эйнштейна?

Эйнштейн говорил, что в музыке Моцарта нет ни одной лишней ноты. Это замечание сделано в связи с характеристикой творчества Бернарда Шоу. Эйнштейн говорит, что пьесы Шоу напоминают ему произведения Моцарта, и продолжает:

«В прозе Шоу нет ни одного лишнего слова, так же как в музыке Моцарта нет ни одной лишней ноты. То, что один делал в сфере мелодий, другой делает в сфере языка: безусловно, почти с нечеловеческой точностью передает свое искусство и свою душу»⁵.

«Нечеловеческая точность» и отсутствие лишних слов и нот означает, что языковая, в одном случае, и музыкальная, в другом, ткань произведения подчинена теме. Так же как точность положения и импульса частицы означает подчинение макроскопическому закону. Но вспомним парадоксальный и неожиданный характер реплик в пьесах Шоу. И неожиданные, не вытекающие из линейного развития замысла арабески Моцарта. И парадоксальные конструкции Эйнштейна...

Для Эйнштейна искусство обладает не только логической структурой, но и сенсуальными корнями, и душа человека отражает мир во всей его многокрасочной гетерогенной сущности. Но и картина мира теории относительности и квантовой механики — здесь они едины суть — это картина гетерогенного и парадоксального мира. Здесь мы подходим к центральному пункту гносеологической программы Эйнштейна. К пункту, где были сосредоточены силы дальнейшей эволюции теории отно-

⁵ Эйнштейн, 4, 146.

сительности, движущие мотивы поисков единой теории поля и синтеза релятивистских и квантовых идей. Для Эйнштейна все формы «греха против разума», все современные аналоги эпикуровых *clinamen*, весь микроскопический и ультрамикроскопический аспект науки выражает объективный характер картины мира.

Отображение мира сохраняет индивидуализацию его элементов, не растворяя их в макроскопическом представлении, не превращая мир в одноцветную схему. Неожиданные вариации схемы свидетельствуют об объективности мира.

Идея подобной объективности была высказана Эйнштейном в беседе с Рабиндранатом Тагором⁶. Последний связывал само существование упорядоченного и постижимого мира с существованием познающего разума. Эйнштейн защищал концепцию объективного *ratio* мира, сохраняющегося в отсутствие познающего духа. После ряда реплик Тагора, формулируя позицию собеседника, Эйнштейн говорит:

«Но это значит, что истина или прекрасное не являются независимыми от человека». И после подтверждения спрашивает: «Если бы людей вдруг не стало, то Аполлон Бельведерский перестал бы быть прекрасным?» Тагор подтверждает и этот вывод. «Я согласен с подобной концепцией прекрасного, — отвечает ему Эйнштейн, — но не могу согласиться с концепцией истины».

У Тагора научная истина сливается с эстетической ценностью. Он говорит:

«Нетрудно представить себе разум, для которого последовательность событий развивается не в пространстве, а во времени, подобно последовательности нот в музыке. Для такого разума концепция реальности будет сродни музыкальной реальности, для которой геометрия Пифагора лишена всякого смысла».

Эйнштейн стоит на противоположной позиции. Для него многообразие во времени не может быть истиной без многообразия в пространстве. Так же как для материалистов древности (Лукреций говорил об этом весьма отчетливо в своей поэме) и для всей последующей материалистической философии, и для всей последующей науки. В свою очередь, пространственное многообразие не

⁶ Там же, с. 130—133.

может быть реальным без временного (что отличает концепцию Эйнштейна от концепции Ньютона). Но что же в таком случае представляет собой музыка по отношению к объективному миру и к истине?

Эйнштейн отделяет понятие объективной научной истины от понятия прекрасного, связанного с человеческими оценками. Но как связан с понятием прекрасного эмоциональный аккомпанемент постижения мира?

Развивая свое определение: «прекрасное есть жизнь», Чернышевский ссылался на гегелевскую концепцию прекрасного в природе, как предвозвещения человека, человеческой личности.

«Проводить в подробности по различным царствам природы мысль, что прекрасное есть жизнь и ближайшим образом, жизнь, напоминающая о человеке и о человеческой жизни, я считаю излишним, потому что [и Гегель и Фишер постоянно говорят о том] красоту в природе составляет то, что напоминает человека [или, выражаясь гегелевским термином], предвозвещает личность, что прекрасное в природе имеет значение прекрасного только как намек на человека [великая мысль, глубокая!]⁷.

Но что же в человеке, в человеческой личности является реализацией того «предвозвещения», которое совпадает с прекрасным в природе?

Для Эйнштейна таким реализующим понятие прекрасного содержанием человеческого сознания было познание природы, познание ее объективного *ratio*, и тот эмоциональный и моральный подъем, который неотделим от познания истины и который Эйнштейн, следуя Спинозе, называл *amor intellectualis*.

Здесь мысль Эйнштейна идет в фарватере рационалистической эстетики, но идет гораздо дальше классического рационализма. Мы коснемся только проблемы музыки. Для Лейбница музыка — безотчетная радость души, «которая вычисляет, сама того не зная»⁸. В исчислении выражается гармония мира. Лейбниц говорит, что

⁷ Чернышевский Н. Г. Полн. собр. соч. в 16-ти томах. М., 1949, т. 2, с. 13. В квадратные скобки взяты слова, вычеркнутые цензором А. В. Никитенко при печатании диссертации Чернышевского.

⁸ Эти слова находятся в письме Лейбница к Гольдбаху. Цит. по кн.: Haase R. Leibniz und die Musik, 1963, S. 16.

музыка это «имитация универсальной гармонии, вложенной богом в мир»⁹. Он сравнивает музыку с упорядоченностью мироздания: «Ничто так не приятно для чувств, как созвучность в музыке, а для разума — созвучность природы, по отношению к которой первая — лишь малый образец»¹⁰.

Итак, музыка — сенсуальный («для чувств») эквивалент и малое отображение универсальной, постижимой разумом, гармонии мироздания, безотчетное погружение в эту математическую, по существу, гармонию. Но для Эйнштейна гармония мира — не математическая, а физическая гармония. Ни арифметика, ни геометрия не передают физической гармонии. В теории относительности *in vitro* гармония — это каркас четырехмерных мировых линий, но в теории относительности *in vivo* такой каркас требует физического заполнения.

Соответствующая подобному представлению о мировой гармонии эстетическая концепция отличается от концепции Лейбница. Перефразируя формулу последнего, можно сказать, что в музыке душа, еще не зная структуры мира, погружается в нее, экспериментирует, сталкивается с неожиданным, смеется над заблуждениями, которые она покидает, индивидуализирует детали мироздания, видит их *clipsamen*, видит отличие мира от геометрической схемы.

При этом она раскрывает и выражает неизвестное. Рационалистическое отождествление не выражает неизвестного, оно отождествляет неизвестное с известным и в этом состоит объяснение мира. Неизвестное выражается в непривычном, нетождественном известному, меняющем то, что уже известно о мире. Такое выражение неизвестного характерно и для музыки, и для науки, если иметь в виду ее неклассическую, романтическую составляющую. В своих афоризмах о науке Эйнштейн говорит:

«Музыка и исследовательская работа в области физики различны по происхождению, но связаны между собой единством цели — стремлением выразить неизвестное. Их реакции различны, но они дополняют друг друга»¹¹.

Наука раскрывает неизвестное в природе. Музыка

⁹ Ibid., S. 25.

¹⁰ Ibid., S. 38.

¹¹ Эйнштейн, 4, 142—143.

раскрывает неизвестное в человеческой душе, причем раскрывает именно то, что не может раскрыться в иной форме, помимо музыки. Но это — дополнительные компоненты. Для Эйнштейна познание мира — главное содержание человеческой души. Именно души: не только интеллекта, но и эмоциональной жизни, потому что наука, как ее понимал Эйнштейн, это глубоко эмоциональный процесс. Такое понимание науки относится ко всякой науке, но оно становится особенно очевидным и особенно важным для научного прогресса в неклассической науке. Последняя отказывается от вечных скрижалей, она ставит все свои утверждения под контроль эксперимента, она в совершенно явной форме демонстрирует свой глубоко человеческий характер, свою связь с эволюцией познания, исключая все априорное, все независимое от этой эволюции. Она рационалистична, но ее рационализм не противостоит сенсуальному постижению природы, не обесцвечивает природу и поэтому ей соответствует не сухая логика научного сальеризма, не растворение гармонии в алгебре, а истинно моцартианская эмоциональная насыщенность познания.

Эмоциональная насыщенность заставляет модифицировать понятие изящества, о котором так часто говорят, характеризуя музыку Моцарта. Параллель «Моцарт — Эйнштейн» заставляет также модифицировать и несколько уточнить смысл критерия изящества в науке. Этот критерий обычно связывается с однозначной необходимостью некоторого понятия и с общностью научной концепции. В сущности, речь идет об одном и том же. Однозначная необходимость понятия означает, что оно естественно, без специальных *ad hoc* введенных допущений вытекает из общих принципов и логически неизбежно. Такое понятие обладает *изысканностью* в самом прямом и буквальном смысле: оно *изысканно*, найдено, определено, отлично от других, неточных, случайных, не вытекающих из наиболее общих посылок. Но это и значит, что понятие оказывается общим, что конструкция, в которую оно входит, объемлет весьма широкую область фактов. Именно так определял «изящество» Пуанкаре. Эйнштейновская концепция науки требует некоторой модификации изложенной концепции изящества. И только при такой модификации изящество научной концепции становится близким изяществу музыки Моцарта. В этой

музыке, такой стройной, такой естественной и изысканной в уже указанном смысле, все время ощущается неповторимая прелесть каждой фразы. Каждая фраза, каждый аккорд не растворен в целом, он не обесцвечен подчинением целому, он как бы говорит о неповторимости каждого мгновения, о его бытии, о его индивидуальной ценности, не сводящейся к развитию общей темы произведения. Каждый аккорд не только подчинен целому, он как бы воплощает это целое и, слушая Моцарта, подобно самому творцу, улавливаешь в мгновении, в ноте, в аккорде, во фразе локальное воплощение целого, нечто обладающее вечным бытием. И все время звенит шаловливая ирония — она сродни той иронии, которую Шиллер находил у Гете, иначе говоря — готовности отойти от рациональной канвы в сторону сенсуального постижения. И, вместе с тем, в этой иронии — подлинная серьезность: музыка выражает действительное бытие, заполняющее общую схему противоречивым, гетерогенным, отклоняющимся от схемы содержанием; музыка передает не логику бытия, а само бытие, она затрагивает не только мысль, но эмоциональную сферу. Здесь все слито и все едино. Ирония, противостоящая всепоглощающей диктатуре целого. Радость мысли, пронизанной чувством и поэтому ощущающей реальность индивидуального, локального, мгновенного. Грусть об исчезновении этого локального. Примиренная грусть — тихая грусть Моцарта, которую Стендаль противопоставлял настроению итальянских композиторов — современников Моцарта¹².

Все это ощущаешь, слушая Моцарта. Но нечто подобное шевелится в душе и когда читаешь Эйнштейна. Этот эмоциональный аккомпанемент иногда заглушается мелодией логического анализа, но никогда не исчезает. Он становится особенно отчетливым при чтении писем Эйнштейна, очерков, посвященных общим проблемам науки, статей о современниках и мыслителях прошлого, автобиографических набросков. Здесь и юмор, и убежденность в реальности научных конструкций, и та яркая, многоцветная жизненность, о которой вспоминал Инфельд, и грусть. Моцартовскому реквиему созвучна та грусть, о которой шла речь во второй части этой книги, грусть о неповторимой жизни человека, примиренная, но скорб-

¹² См.: Стендаль. Собр. соч. М., 1959, т. 8, с. 287—288.

ная нота в некрологах и воспоминаниях Эйнштейна 40—50-х годов. Но эмоциональная жизнь Эйнштейна созвучна и моцартовскому юмору. Как и у Моцарта, юмор Эйнштейна неотделим от грусти. Эйнштейн пользовался юмористическим восприятием действительности, чтобы защитить себя от слишком ранящих впечатлений. Он отвечал на них остротами, подчас веселыми, подчас ядовитыми. По мнению Франка, острое слово играло для Эйнштейна такую же роль, как исполнение сонат Моцарта: ведь Моцарт также преображал в живые и веселые звуки трагические впечатления мира¹³.

Юмор Эйнштейна был связан с самыми глубокими основами его мировоззрения. Он писал, что ощущение детерминированности в общей гармонии бытия помогло ему переносить грубые и отталкивающие впечатления действительности и было источником неисчерпаемой терпимости. Эйнштейн цитировал очень далекого ему по взглядам Шопенгауэра: «человек может делать, что желает, но он не в силах пожелать того, чего бы ему хотелось желать», — чтобы выразить детерминированность воли человека. Мысль о том, что все желания и поступки людей входят в систему единого детерминированного мира, как-то смягчала ощущение ответственности и позволяла уходить от особенно тяжелых впечатлений.

«В тягостных испытаниях и грубых зрелищах утешением и источником неисчерпаемой терпимости служило мне это сознание. Оно смягчало легко ранимое чувство ответственности и позволяло не принимать слишком серьезно ни себя, ни окружающее. Подобное восприятие жизни оставляет место для юмора»¹⁴.

Было бы слишком поверхностным отождествлять эти чувства и мысли Эйнштейна с фаталистическим примирением с действительностью. В основе мировоззрения Эйнштейна лежало глубокое убеждение в объективной гармонии мироздания и глубокое стремление к общественной гармонии. Весь научный темперамент Эйнштейна был направлен на создание физической картины, выражающей гармонию природы. Все, что было основой такой картины, приобретало для Эйнштейна колоссальное значение, и он работал с неимоверным напряжением и страстью

¹³ См.: *Frank*, 281—282.

¹⁴ *Comment je vois le monde*, p. 9.

над частными физическими и математическими проблемами, решение которых было необходимо для обобщения основных концепций пространства, времени и движения. То, что Эйнштейну казалось побочным, не связанным непосредственно с единой физической картиной мира, не занимало его или занимало в небольшой степени. При этом дальнейшее обобщение физических концепций все время увлекало Эйнштейна дальше; ему казалось, что новая задача (в 1905 г. — специальная теория относительности, в 1908—1916 гг. — общая теория, во второй четверти века — единая теория поля) неизмеримо важнее всего сделанного до этого; отсюда столь частые юмористические нотки при оценке сделанного при абсолютной серьезности в отношении предстоящего.

В общественных проблемах Эйнштейн мог юмористически и с большой терпимостью относиться к отдельным и частным впечатлениям окружающей жизни, но война, нищета и обскурантизм вызывали у него постоянную, страстную, ничем не смягченную ненависть. Эйнштейн не был общественным борцом, несмотря на колоссальный общественный резонанс и эффект его спорадических выступлений. Он не мог бы переносить повседневные впечатления окружающей жизни, если бы не сознание общей обусловленности бытия, не уверенность в победе человеческих идеалов, не то ощущение слияния с мировой гармонией, которое было основной особенностью внутреннего мира Эйнштейна. Это ощущение открывало дорогу для бегства от повседневности, оно позволяло очень спокойно и подчас юмористически относиться к окружающей жизни и к собственному бытию. Мы уже сталкивались с тягой к одиночеству, о которой часто говорил и сам Эйнштейн и многие знавшие его. В ней не было ни грана эгоизма; Эйнштейн уходил не только от повседневного общения с окружающими, но и от своего собственного повседневного «я» во имя «надличного». Более того, от окружающих он в действительности не столько отдалялся, сколько стремился к изоляции, а от собственных повседневных интересов он уходил все время.

Таким образом, для Эйнштейна юмор был бегством в «надличное». Эйнштейн прошел мимо гелертерского чванства и узости, воинствующего обскурантизма, непонимания, равнодушия, подчас травли, направленной против его личности и его идей (мимо коренных общественных

язв, мимо милитаризма и эксплуатации он не проходил никогда!), он прошел через них, не потеряв ничего, потому что все касавшееся его лично и все частное, отдельное, вся «атомистика бытия» не могли заслонить для Эйнштейна Вселенную в целом и человечество в целом и оставались объектом очень спокойного и чаще всего юмористического отношения.

Формой бегства в «надличное» и были для Эйнштейна его собственно «моцартианские» склонности. Но шаловливые орнаменты музыки Моцарта не закрывали для Эйнштейна чистоты и стройности основных мотивов.

В творчестве Эйнштейна основной дорогой в «надличное» было создание общих (все более общих!) концепций, раскрывающих гармонию Вселенной. В общественных вопросах юмористическое отношение к злу смягчало тяжелые впечатления, но не примиряло с ними. Поэтому юмор переходил в иронию, подчас совсем не безобидную.

Шутки Эйнштейна, такие, как «бог — газообразное позвоночное», казались некоторым циничными, но циничной называли и музыку Моцарта. Эта «несерьезная» манера шокировала *bestia seriosa*, повсеместных Сальери, ревнителей *pruderie*, филистерски-гелертерскую среду в университетских городках, «верноподданных», — имя же им легион.

Она действительно была опасной. Ясность в сочетании с иронией — оружие против всякого догматизма, об этом писал Шиллер в своей характеристике идей Гете.

Но не ирония, не преобразование трагических впечатлений в спокойную усмешку были основным ощущением Эйнштейна, когда он слушал или играл Моцарта. Основным было ощущение мелодичности — рациональной, светлой, однозначной и вместе с тем неожиданной связи отдельных звуков и музыкальных фраз. Ведь такое же ощущение появляется и при чтении Эйнштейна: однозначные и вместе с тем всегда неожиданные выводы создают удивительную мелодию научной мысли, а вкрапленные в изложение зерна иронии напоминают веселые пассажи Моцарта.

Однако и юмор Моцарта, и юмор Эйнштейна и их близость, их неявная, быть может неосознанная, связь обладали и более глубокой и еще менее явной подпочвой. Из нее вытекают и юмористические пассажи Моцарта, и юмор Эйнштейна. А втекают они в очень широкий и

мощный поток того всеразрушающего и всесозидающего смеха, который М. М. Бахтин так удачно назвал карнавальской культурой. Но как только мы связываем юмор Моцарта и юмор Эйнштейна с этим потоком карнавальной культуры, они уже не кажутся буколическим дополнением к трагедии великого композитора XVIII в. и к трагедии великого физика нашего столетия. Мы ощущаем внутреннюю связь юмора Моцарта и юмора Эйнштейна с извечной иронией Мефистофеля, с извечным духом Фауста, с «драмой идей», о которой говорил Эйнштейн, и с неотделимой от нее эмоциональной драмой. Смех приобретает космические раскаты, и веймарский музыкант, и Принстонский профессор становятся в ряд с обобщающими образами Гете и Байрона¹⁵. Эрнст Лерт говорит, что «веселость Моцарта была насильственным самоотвлечением от его душевных бурь, от его душевного беспокойства и брожения его мыслей, за которыми всегда стоял образ подстерегающей смерти»¹⁶. Но это не было простым страхом смерти, здесь речь идет о смерти как *mors immortalis* — об ощущении всеуносящего времени и вытекающей из такого ощущения иронии. Юмор не был только самоотвлечением, он был утонченным выражением иронической констатации бренности мира и собственного существования (Лерт говорит о *Weltironie* и *Selbstironie*).

Поэтому юмор Моцарта неотделим не только от лирической грусти, но и от скорби, причем той скорби, которая получила название мировой. В одном из писем, формулируя свой взгляд на Моцарта и вообще новую оценку творчества композитора, Г. В. Чичерин пишет: «...где раньше видели беззаботную веселость, мы чувствуем утонченнейший *Weltschmerz*»¹⁷. Но не просто «утончен-

¹⁵ Пафосом такой трансформации облика Моцарта пронизан блестящий этюд Г. В. Чичерина «Моцарт» (Л., «Музыка», 1970), на который я буду еще не раз ссылаться. Г. В. Чичерин не упоминает здесь своих встреч и бесед с Эйнштейном в 20-е годы. Трудно себе представить, что в этих беседах двух восторженных поклонников Моцарта речь не заходила о творчестве последнего. Очень жаль, что содержание бесед нам неизвестно; быть может, оно включало замечания, весьма существенные и для эйнштейноведения, и для моцартоведения.

¹⁶ *Lert E. Mozart auf dem Theatr. Berlin, 1921, S. 228—229. — Чичерин, с. 132.*

¹⁷ *Чичерин, с. 264.*

нейшая» мировая скорбь. «Тут вернее всего, — пишет Г. В. Чичерин, — положительное восприятие всеобщей жизни и преодоление в ней скорби без уничтожения последней. Это один из основных элементов той неслыханной сложности Моцарта, которую так трудно уловить и еще труднее уложить в слова»¹⁸.

Скорбное ощущение бренности бытия переходит в иронию и, более того, в какое-то сохраняющее свой меланхолический подтекст жизнерадостное веселье. Джордано Бруно говорил: «В печали весел, в весельи печален» (*In tristitia hilaris, in hilaritate tristius*). Шуриг вспоминает в своей характеристике Моцарта эту фразу Бруно и затем цитирует из Шопенгауэра строки о меланхолии гения, подобной вершине Монблана, окутанной облаками¹⁹. «Но иногда, — чаще всего утром, — это облачное покрывало разрывается, и тогда гора, розовея под солнечным сиянием, со своей небесной высоты, из-за облаков смотрит на Шамуни; и это дает такое зрелище, при виде которого сердце всякого в его глубочайшей основе начинает подниматься. Таким образом, почти всегда меланхолический гений в редкие мгновения обнаруживает вышеописанную, только для него возможную, вытекающую из совершеннейшей объективности духа, своеобразную ясность, которая, как светлые лучи, ложится на его высоком челе»²⁰.

Поэтика Моцарта — это превращение облаков, окутывающих Монблан, в светлые лучи, сохраняющие дымку грусти, но тем не менее яркие и веселые. Мерсман говорит: «У Моцарта целью является превращение (*Überwindung*) выражения в звучание, субъективного и единичного в объективное и всеобщее, превращение человека в музыку»²¹.

Подобное представление о нераздельности *tristitia* и *hilaritate* делает крайне условным, если не просто неправильным представление о Моцарте, как о «солнечном юноше», представителе Аполлона в противовес Дионису. Это версия романтиков. Редко, где так отчетливо видно различие между романтизмом, как определенном, исто-

¹⁸ Чичерин, с. 181.

¹⁹ Schurig A. W.-A. Mozart. Sein Leben und sein Werk. Leipzig, 1923, Bd. II, S. 384. — Чичерин, с. 174—175.

²⁰ Шопенгауэр А. Мир как воля и представление. СПб., 1893, с. 468.

²¹ Mersman. H. Mozart. Berlin, S. 59. — Чичерин, с. 175.

рически ограниченном направлении в искусстве, и романтизмом в смысле гегелевой эстетики — модифицирующем и сквозном определении искусства и не только искусства. Романтики (за исключением Гофмана и Мюссе²²) рассматривали Моцарта как Аполлона без признаков Диониса, но с точки зрения Гегеля эти компоненты бытия нераздельны. Впрочем, здесь видно и некоторое соответствие конкретно-исторического и обобщенного представления о романтизме. Иллюзия «солнечного юноши» была отходом от истинной сущности романтизма XVIII—XIX вв., выражавшей в специфических исторических формах единство Аполлона и Диониса, hilaritate и tristitia.

Романтизм Эйнштейна, романтизм современной науки, далек от буколически безмятежной улыбки Моцарта, каким его рисовала бюргерская легенда. Даже «веселый зяблик» времен Аарау, Цюриха и Берна был мыслителем, одним из величайших мыслителей всех времен, и игривые пассажи Моцарта могли занимать такое большое место в интеллектуальной и эмоциональной жизни молодого Эйнштейна, потому что они скрывали глубочайшие трагические, поистине фаустианские коллизии. И у самого Эйнштейна блестящие юмора скрывали, а точнее — выражали, неотделимую от них, подчас мучительную, работу мысли, прикованной к самым фундаментальным проблемам бытия.

В позднейший период эта работа мысли стала еще более мучительной. Теория относительности *in vitro* была построена. В ней воплотился ясный и радостный дух античной мысли и классического рационализма. Но перед Эйнштейном неотступно стояла проблема микрокосма, проблема мира, в котором, казалось, исчезает этот ясный и радостный дух. Ему угрожала квантовая механика. Эйнштейн искал синтеза новых концепций микромира и классического идеала. Поиски были мучительными. Они включали и демоническую иронию Мефистофеля — сомнение в фундаментальных устоях мысли, и радостно-героическое стремление Фауста к новым устоям, и юмор, который очеловечивал эти вершины обобщающей мысли.

С проблемой скорби и юмора связана проблема *законченности* творчества Моцарта и Эйнштейна. Критикуя

²² См. Чичерин, с. 48—52.

концепцию Отто Яна, рисовавшего Моцарта в духе бюргерской легенды, Герман Аберт пишет: «Весьма примечательно, что главным достоинством моцартовского искусства Ян считает то, что слушатель не ощущает в нем процесса брожения, которое испытывал его создатель. Моцарт для него — мастер законченности, закругленности, совершенной соразмерности. Ян не чувствует в нем никаких неожиданностей, никаких духовных бездн, никаких внезапно возникающих страстей»²³.

Однако бюргерская легенда — только приниженный и плоский вариант того взгляда на Моцарта, который мог бы быть законным приближением, в смысле условного выделения «аполлонической», «успокоенной» (термин гегелевой «Науки логики») компоненты творчества. Подобная аппроксимация существует и по отношению к теории относительности. Последнюю излагают в качестве логически замкнутой концепции, и для этого есть все основания. Именно такая теория относительности аналогична препарату *in vitro*. Нужно сказать, что она, к счастью, не имеет столь частого в истории мысли упрощенного и карикатурного варианта, каким была бюргерская легенда о Моцарте.

Сейчас для развития теории относительности замкнутая версия *in vitro* — недостаточна. Она недостаточна и для биографии Эйнштейна: здесь она больше всего рисковала бы вызвать к жизни легенду об успокоенном Эйнштейне. В этом отношении принстонские «безрезультатные» поиски единой теории поля, которые не вошли в учебники физики, почти не вошли в историю физики, более чем существенны для биографии мыслителя и, в частности, для параллели «Эйнштейн — Моцарт».

В периоды, когда наука и культура радикально меняют свои пути, обычно пробуждается интерес к прошлому, но не к пеплу прошлого, а к его огню — эти слова Жореса давно стали руководящим принципом исторической науки. И сейчас первостепенный интерес вызывает амбивалентность, двойственность — может быть, лучше всего тут подошел бы термин *дополнительность* — в музыке Моцарта и в концепциях Эйнштейна. Г. В. Чичерин в своей книге о Моцарте говорит о двойственности серенады Дон Жуана, полной страсти и мировой скорби,

²³ *Abert H. W. A. Mozart. 1924, t. I, S. V—VI.*

контрастирующих с шаловливой музыкой оркестра, о двойственности, отмеченной Мюссе в поэме «Намунда» («Романс тоскою страсти пламенел, а музыка, в разлад с тоскою этой, смеялась беззаботна и резва...»). Чичерин сопоставляет амбивалентность Моцарта с загадочной двойственностью Джоконды, с поэзией Бодлера²⁴.

Ученый второй половины нашего столетия открывает амбивалентность Эйнштейна и видит в ней и романтизм современной науки, и ее близость к эмоциональной и моральной жизни современного человечества и — *last not least* — отправные пункты и импульсы современных научных идеалов, задач и прогнозов.

Эйнштейн — это порыв к математизации картины мира, апофеоз отвлеченного рационализма, стремление представить мир как совокупность четырехмерных мировых линий. Но, вместе с тем, это мощный поворот к «внешнему оправданию», к экспериментальной, физической, сенсуальной содержательности физических понятий. А примирение этих тенденций? Оно происходит, оно реализуется, но реализуется в муках, и муки мысли, в которых нет безнадежности Лаокоона, но есть его мучительное напряжение сил, эти муки роднят научное творчество, познание объективного мира с трагедией самовыражения человека.

Попытка раскрыть близость Эйнштейна и Моцарта сопоставлением теории относительности *in vitro* с музыкой Моцарта как гения завершенности была бы безнадежной. Их близость — в амбивалентности и в вытекающей из последней непрерывности идейного горения. Оба они никогда не ждали, «пока божественный глагол до уха чуткого коснется». Этот глагол звучал все время. Во всех воспоминаниях о Моцарте говорится о такой непрерывности, а о непрекращавшемся интеллектуальном напряжении Эйнштейна очень точно и ярко написал в своих воспоминаниях Инфельд.

Это непрерывное творческое напряжение было в значительной мере непрерывным озарением. Моцарт в каждое мгновение «слышал всю симфонию», или стремился ее услышать, а Эйнштейн в каждом частном эксперименте и в каждой частной дедукции хотел услышать кеплерову «музыку сфер», единую гармонию бытия, но не ап-

²⁴ Чичерин, с. 125—133, 148—149.

риорную, а физическую, сенсуально постижимую и экспериментально подтвержденную.

Что же является у Моцарта исходным импульсом непрерывных поисков? Может быть, правильнее было бы поставить вопрос иначе: в чем состоит имманентный импульс искусства, который получил у Моцарта специфическую форму, специфическое звучание, резонирующее с творчеством Эйнштейна?

Исследователи, посвятившие свои труды Моцарту в XX столетии, часто применяют к его музыке термин *космическая*. Это не кеплерова «музыка сфер», т. е. гармония мироздания, сведенная к геометрии Вселенной. Такой идеал был бы ближе к алгебраизированной (или геометризированной) гармонии Сальери. Музыка Моцарта глубоко онтологична, она выводит мир за пределы геометризированной схемы, она придает миру бытие. В сущности, проблема, которую решает Моцарт, это та же проблема, которую решает Достоевский: существует ли мир или это фантом; что является гарантией его бытия? И, конечно, ту же проблему решает Эйнштейн.

Космос лишен бытия, если он сводится к геометрической схеме, если в нем нет качественных, гетерогенных, сенсуально постижимых элементов, если в нем нет противоречия, отрицания, если он — сплошная «осанна», о которой говорил черт Ивана Карамазова. Но он лишен бытия и в том случае, если в нем нет *ratio*, если он не космос, а хаос. Космизм Моцарта соединяет космическое *ratio*, рационалистическую ясность, архитектурность с локальными, бытовыми, сенсуально постижимыми деталями. И тем самым он приближает космическую проблему к человеку.

«Ни один художник всех времен не дает такого слияния *космоса и жизни*. С одной стороны — миры, звезды, судьбы, планеты, космос, эстетика, мистика, пантеизм, необуддийский — вагнеровский океан бытия, наркотика, с другой — заботы дня... *Моцарт есть мост* между космосом и реальной жизнью, между Сириусом и мелочью дня»²⁵.

И даже, пожалуй, не мост. Это — слияние, единство, в котором забвение локальных гетерогенных «мелочей» сделало бы космос «осанной», фантомом, лишило бы его

²⁵ Чичерин, с. 185.

онтологического смысла. Чичерин противопоставляет Моцарта Гельдерлину, космизм которого — это уход от жизни. Для Моцарта космос заполнен жизнью, многокрасочным и полифоническим содержанием.

О Спинозе говорили, что он смотрит на мир через телескоп, в то время как Лейбниц — через микроскоп. Моцарт соединяет космическое видение мира с локальным. В этом — глубокое философское значение того равновесия между мелодией и гармонией, которое так характерно для Моцарта. Это подлинное приближение к Гете, который размышлял о космосе, но видел и слышал мир всеми порами кожи.

Несколько слов о *диссонансах* Моцарта и *парадоксах* Эйнштейна.

«Наши дядюшки говаривали: «Мы говорим фальшивые ноты, вы говорите — диссонансы». Я иду дальше и утверждаю: «Мы более не говорим — диссонансы, мы говорим — новая гармония». Для культуры XVIII в. диссонансы были фальшивыми нотами. Начавшаяся с Моцарта новая музыкальная культура говорила о диссонансах и широко применяла их. Нынешняя новейшая музыкальная культура уже не знает диссонансов: для нее есть «новая гармония». Моцарт был тот, кто «открыл период диссонансов, перешел в этом отношении через водораздел»²⁶.

Но ведь эта эволюция совершенно аналогична «бегству от чуда» Эйнштейна и соотношению между частным парадоксом и парадоксальной теорией. В классической науке парадоксы были отдельными диссонансами. Наши физические дядюшки были склонны считать парадоксальные выводы, противоречащие принципам, претендовавшим на априорную, либо эмпирическую абсолютную достоверность, криминальными фальшивыми нотами. В конце XIX в. результаты опыта Майкельсона, или катастрофически противоречившее теории излучение черного тела, стали диссонансами, а в нашем столетии в теории относительности и в квантовой физике — это уже не диссонансы, а естественные следствия парадоксальной теории — «новой гармонии».

Это не внешняя аналогия и даже не повторение чисто логической схемы. Здесь — глубокое эмоциональное

²⁶ Чичерин, с. 192.

сходство. В обоих случаях от диссонанса к новой гармонии ведет amor intellectualis, не только констатация единства мира, но и страстное желание раскрыть это единство, получить стройную концепцию мироздания, и вместе с тем к ней ведет внимание к отдельным диссонирующим аккордам, к парадоксальным результатам, и понимание, что без них мир опустошается и сводится к геометрической схеме.

Почему именно в *музыке* Эйнштейн нашел нечто адекватное романтизму науки?

Здесь нужно еще раз подчеркнуть, что речь идет о романтизме. О романтизме, как атрибуте философии, науки и искусства, обращенных к реальности, к бытию. Именно так понимал романтизм Гегель. Для него прекрасное — то, что соединяет дух и бытие, эстетическая концепция Гегеля глубоко онтологична. В сущности фраза: «все действительное прекрасно» — с некоторыми оговорками соответствовала бы гегелевской философии, хотя и не в такой мере, как «все действительное разумно».

В первом томе «Эстетики» Гегель говорит о противопоставлении всеобщего и особенного. «В абстрактной форме — это противоположность между всеобщим и особенным, фиксированными для себя, как противостоящие друг другу силы. Более конкретно она выступает в природе как противоположность между абстрактным законом и полнотой единичных своеобразных для себя явлений»²⁷.

Рассудок, продолжает далее Гегель, не может выйти за пределы такой противоположности. За ее пределы выходит разум. Но истина, соединяющая единичное и абстрактное, должна быть открыта в чувственной форме. В этом — смысл искусства, которое «призвано раскрывать *истину* в чувственной форме, изображать указанную выше примиренную противоположность»²⁸.

Наука легко находит реальные эквиваленты таких определений. Определение бытия, в его отличии от логической или геометрической схемы, включает указанные примиренные аспекты. Иногда наука еще не может найти экспериментально проведенную однозначную форму примирения абстрактного понятия и заполняющего его единичного. Такая ситуация — об этом уже было сказано

²⁷ Гегель. Эстетика, М., 1968, т. 1, с. 59.

²⁸ Там же, с. 61.

не раз — складывается сейчас в проблеме заполнения мировой линии единичными ультрамикроскопическими событиями. В подобных случаях сенсуальная, восстанавливающая единство единичного и всеобщего душа искусства становится особенно близкой поискам научной истины. Разумеется, близость здесь безотчетная. Если в музыке душа, по словам Лейбница, безотчетно погружается в вычисления, то в науке душа подчас столь же безотчетно музицирует.

Почему именно музицирует? Почему именно музыка оказывается здесь такой близкой скрытым импульсам научной мысли? Скрытым, заметим, даже для самого мыслителя.

Здесь нужно вернуться к понятию романтической формы искусства. Гегель говорил, что классическое искусство подчиняет конкретное абстрактному канону. «Романтическая форма искусства вновь снимает завершенное единство идеи и ее реальности и возвращается, хотя и на более высоком уровне, к различию и противоположности этих двух сторон...»²⁹

Здесь чувственное и единичное уже не подчинено нивелирующей абстракции. Такая эмансипация реализуется в живописи, в музыке и в поэзии. Музыка, по словам Гегеля, освобождает восприятие мира от пространственной формы. «Это самое раннее одухотворение материи доставляет материал для выражения тех интимных движений духа, которые сами еще остаются неопределенными, и дает возможность сердцу полностью отразиться в этих звуках, прозвучать и отзвучать во всей шкале своих чувств и страстей»³⁰.

Разумеется, наука не может выразить шкалу своих чувств и страстей (а они присущи науке!) в форме одухотворения материи и освобождении ее от пространственного представления. Но она может прочувствовать в музыке выражение «неопределенных интимных движений духа», ищущего в природе нечто несводимое к пространственной схеме, нечто сенсуально постижимое, отдельное, конкретное. Она может почувствовать в музыке мир эмоций и порывов, который становится тем более необходимым для науки, чем радикальнее она ме-

²⁹ Там же, с. 84.

³⁰ Там же, с. 94.

няет свое содержание, чем больше она должна опираться на интуицию, чем больше в ней еще неопределенных, не обретших четких пространственных форм, интуитивных и полуинтуитивных образов.

Приобретают ли эти образы пространственные формы в теории относительности?

Это — очень сложный вопрос, причем кардинальный, связанный с основным направлением эволюции идей Эйнштейна. Гегель говорит о музыке как о романтическом искусстве по преимуществу: если живопись отнимает у мира одно пространственное измерение и оставляет два, то музыка — это непространственный процесс, чисто временное многообразие. Музыка Моцарта является музыкой в наиболее специфичном, несводимом к другим видам искусства смысле — «музыкальной музыкой», и она поэтому особенно интересна с точки зрения чисто временного и, соответственно, романтического, в понимании Гегеля, восприятия мира. Для Гегеля архитектура, трехмерное выражение бытия, есть «застывшая музыка», а музыкальное произведение — «здание из тонов». Иначе говоря, архитектура, как и скульптура, постигает мир в его трехмерном, пространственном представлении, а музыка — по четвертой, временной оси. Тем самым музыка раскрывает непосредственную внутреннюю, субъективную, романтическую сторону мира.

Но подходит ли такое разграничение, когда речь идет о «музыке для Эйнштейна»? Оговоримся: нет никаких оснований думать, что восприятие музыки сопровождалось у Эйнштейна размышлениями о пространственном и временном сечениих мира. Музыка тем и прекрасна, что человек в ней размышляет о мире (не только вычисляет, как думал Лейбниц, а именно размышляет и при этом вычисляет, т. е. представляет мир в той или иной размерности), сам не зная того. И нельзя предположить, что в этой сфере «бессознательных вычислений», в сфере чувств, которые переходят, полупереходят или не переходят в мысли, существовала разделительная стенка между восхищенным восприятием музыки и *amor intellectualis* — восхищенным восприятием гармонии мироздания.

Пространственно-временной гармонии. Идея пространственно-временной нераздельности не была только идеей, она прорастала в сферу эмоций, в сферу *amor intellectualis*, а отчасти и вырастала из этой сферы.

Для создателя теории относительности архитектура не могла быть «остановившейся музыкой». Во всяком случае система пространственных расстояний не была самостоятельной реальностью, она была сечением четырехмерной системы, где пространственные расстояния — *эвентуальные* пути экспериментально воспроизводимых движений (движений во времени, не допускающих бесконечной скорости). А музыка, была ли она для Эйнштейна чисто временным выражением мира?

Конечно, музыка глубоко субъективна; конечно, она наиболее прямым и непосредственным образом выражает внутренний мир человека; конечно, она является безотчетным, эмоционально окрашенным и неотделимым от эмоций размышлением о мире. Но она является размышлением о *протяженном* мире, о мироздании, и для сознания, заполненного ощущением космической гармонии, музыка может служить импульсом, если мыслитель ощущает в ней не изоляцию во временной субъективности от пространственной объективности, а устремленность субъекта со всеми его эмоциональными и интеллектуальными силами к объективному пространственно-временному миру.

Такой и была музыка Моцарта. В ней звучит не априорная гармония, навязанная природе, — то, что Эйнштейн ощущал у ряда других композиторов, — а органическая гармония. Выше говорилось о сочетании в музыке Моцарта космических мотивов и локальных, сенсуально постижимых деталей. Это и значит, что «музыка для Эйнштейна» выражала романтику, эмоциональную основу, внутренние субъективные импульсы постижения мира.

Здесь можно остановиться, потому что нельзя выразить абстрактными дефинициями воздействие музыки на научное творчество. Музыка по своей природе выражает то, что не может быть выражено словами. Сказанное выше — это только упоминание о некоторых движениях мысли и чувства, которые могут быть связаны между собой, причем сама связь остается безотчетной, психологической, неявной.

Подобное упоминание не расшифровывает формулы Клайна («музыка для Эйнштейна»). Она рисует параллельные ряды музыкальных впечатлений и интуитивных научных мотивов. Между ними выявляется изоморфизм, но связь, как уже сказано, остается неявной.

Но изоморфизм, о котором идет речь, а следовательно, и сопоставление «Эйнштейн — Моцарт» раскрывают романтизм современной науки, романтизм современного рационалистического мировоззрения. Отсюда — определенная оценка противопоставления разума и чувства.

Подобное противопоставление в наше время кажется архаичным в свете современной, развивающейся, динамичной даже в самых фундаментальных посылах, неклассической науки. Именно динамизм современной науки делает явными ее эмоциональность, ее романтизм, ее человечность. Эти черты позволяют объяснить ряд особенностей современной общественной психологии, выражающейся в отношении широких кругов к науке, к теории относительности, к Эйнштейну. Становится понятным и слава Эйнштейна, интуитивный интерес к теории относительности, значительно опередившей распространение и широкое практическое применение релятивистских идей. Понятым становится и то ощущение личной потери, которое вызвала «смерть Гулливера». И уже не вызывает удивления, что интерес к науке и надежды, которые связываются у людей с научными прогнозами, неотделимы от интереса к личности Эйнштейна. Ведь именно в нем, в Эйнштейне, виден синтез научного гения и великого сердца, синтез, который так важен для людей, живущих в атомном веке.

Черты неклассической науки, которые объясняют упомянутые особенности современной общественной психологии, оказываются исторически инвариантными чертами науки. Неклассическая ретроспекция открывает романтический подтекст и в науке прошлого. Насколько можно предвидеть будущее науки, она будет все отчетливее выявлять свои динамические потенции, приводящие к ускорению хода цивилизации. Вместе с тем все ярче будут видны романтизм и эмоциональность науки. Отсюда — убеждение в бессмертии не только релятивистских идей, но и образа их творца.

Бессмертие *личности* Эйнштейна — результат эмоционального, психологического, личного аккомпанемента логического и экспериментального познания мира. Аккомпанемента, который становится особенно отчетливым и явным в неклассической науке. Он связан с характерной для последней ролью интуиции в поисках адекватной миру научной теории. Вспомним еще раз критерии внеш-

него оправдания и внутреннего совершенства. Это — не стадии, а стороны процесса познания. Когда ученый ищет новые общие (максимально общие!) принципы, из которых можно естественно вывести парадоксальные результаты эксперимента, тогда возникающие в его сознании концепции еще не связаны однозначным образом с этими результатами и вообще с эмпирической проверкой. Здесь еще логика и ее стержневая линия — отождествление индивидуальных впечатлений и их группировка в общие понятия — не является движущей силой анализа. Здесь в логику вторгаются стремление к универсальной гармонии, amor intellectualis — комплекс психологических мотивов. Когда перед ученым на первом плане оказывается нетождественное, парадоксальное, индивидуальное, несводимое к уже известным понятиям, его мысль движется не только под влиянием констатации тождества, правильности, повторяемости, а и под влиянием воли и чувства. Только рассудок изолирован от них, разум включает их в свои стимулы и неотделим от интуиции. Как только в сознании ученого возникает перспектива радикального изменения фундаментальных понятий, как только разум демонстрирует свою несводимость к рассудку, он вместе с тем демонстрирует свою неотделимость от романтизма познания, от мира интуиции и эмоций.

В классической науке интервенция психологии в логику познания — неявное и спорадическое явление. В неклассической она становится явной. Поэтому здесь роль психологических мотивов возрастает и приближается по своему значению к роли психологических мотивов в художественном творчестве.

В художественном творчестве нельзя понять творение без психологического анализа, без учета мира чувств. Можно ли понять «Божественную комедию» без Беатриче, без эмоционального, логически неконтролируемого подтекста, без того, что движет поэму от Вергилия как проводника по аду к *creatura bella bianco vestito*? В этом смысле наука становится ближе к искусству и анализ того, что переходит от искусства к науке, оказывается необходимым элементом анализа науки. Такие переходы, как уже говорилось, принципиально неконтролируемы в качестве непрерывных преобразований и анализ здесь по необходимости сводится к констатации «изоморфизмов».

По-видимому, без подобных констатаций были бы не-

полными, и даже неправильными, и образ Эйнштейна, и характеристика неклассической науки. Эйнштейн — не эпигон, а наследник Декарта и Спинозы, в его творчестве стал явным и отчетливым сенсуальный и эмоциональный аккомпанемент классического рационализма. «Музыка для Эйнштейна», о которой говорил Манфред Клайн, и отношение Эйнштейна к этой музыке — частная иллюстрация (только частные иллюстрации и могут выразить очень подпочвенную тенденцию современной культуры) важнейшей черты науки и культуры нашего столетия. XVIII в. был веком Разума, XIX в. — веком науки, XX в. — век радикально преобразующего вмешательства науки во все стороны материальной, интеллектуальной, эмоциональной и эстетической жизни человечества. Современная наука — это уже не сова Минервы, она вылетает не ночью, когда дневные заботы окончились. Ее характер, стиль и эффект скорее ассоциируются с началом дня или с весной — с началом подлинной истории человечества.

Литература¹

1. Работы Эйнштейна

Эйнштейн А. Собрание научных трудов в четырех томах (Академия наук СССР. «Классики естествознания»), под редакцией И. Е. Тамма, Я. А. Смородинского, В. Г. Кузнецова. Том I. Работы по теории относительности 1905—1920. М., «Наука», 1965. 700 с.

К электродинамике движущихся тел. Зависит ли инерция тела от содержащейся в нем энергии? Закон сохранения движения центра тяжести и инерция энергии. О методе определения соотношений между поперечной и продольной массами электрона. О возможности нового доказательства принципа относительности. Об инерции, требуемой принципом относительности. О принципе относительности и его следствиях. Об основных электродинамических уравнениях движущегося тела. Принцип относительности и его следствия в современной физике. О влиянии силы тяжести на распространение света. Теория относительности. Скорость света и статическое гравитационное поле. К теории статического гравитационного поля. Относительность и гравитация. Существует ли гравитационное воздействие, аналогичное электромагнитной индукции? Проект обобщения теории относительности и теории тяготения. Физические основы теории тяготения. К современному состоянию проблемы тяготения. Принципиальные вопросы обобщенной теории относительности и теории гравитации. Формальные основы общей теории относительности. К проблеме относительности. Об основных электродинамических уравнениях движущегося тела. О пондеромоторных силах, действующих в электромагнитном поле на покоящиеся тела. О принципе относительности. Ковариантные свойства уравнений поля в теории тяготения, основанной на общей теории относительности. Теория относительности. К общей теории относительности. Объяснение движения перигелия Меркурия в общей теории относительности. Уравнения гравитационного поля. Основы общей теории относительности. Новое формальное истолкование электродинами-

¹ Приведены: 1) наиболее известные издания работ Эйнштейна, 2) книги о его жизни, 3) сборники, посвященные его идеям (последний из перечисленных сборников — по преимуществу биографического и мемуарного характера), 4) некоторые, перечисленные в порядке возрастающей трудности, книги о теории относительности на русском языке.

ческих уравнений Максвелла. Приближенное интегрирование уравнений гравитационного поля. Принцип Гамильтона и общая теория относительности. О специальной и общей теории относительности (общедоступное изложение). Вопросы космологии и общая теория относительности. Принципиальное содержание общей теории относительности. Диалог по поводу возражений против теории относительности. О гравитационных волнах. Закон сохранения энергии в общей теории относительности. Доказательство общей теории относительности. Играют ли гравитационные поля существенную роль в построении элементарных частиц материи? Что такое теория относительности? Эфир и теория относительности.

Эйнштейн А. Собрание научных трудов в четырех томах, под редакцией И. Е. Тамма, Я. А. Смородинского, Б. Г. Кузнецова. Том II. Работа по теории относительности (1921—1955). М., «Наука», 1966. 878 с.

Сущность теории относительности. Геометрия и опыт. Простое применение закона тяготения Ньютона к шаровому скоплению звезд. Краткий очерк развития теории относительности. Об одном естественном дополнении основ общей теории относительности. О теории относительности. Замечание к работе Франца Селети «К космологической системе». Замечание к работе Э. Трефтца «Статическое гравитационное поле двух точечных масс в теории Эйнштейна». Замечание к работе А. Фридмана «О кривизне пространства». К работе А. Фридмана «О кривизне пространства». Основные идеи и проблемы теории относительности. Доказательство несуществования всюду регулярного центрально-симметричного поля в теории поля Калузы. К общей теории относительности. Замечание к моей работе «К общей теории относительности». К аффинной теории поля. Теория аффинного поля. Об эфире. Теория Эддингтона и принцип Гамильтона. Электрон и общая теория относительности. Единая полевая теория тяготения и электричества. Неевклидова геометрия и физика. О формальном отношении римановского тензора кривизны к уравнениям гравитационного поля. Новые опыты по влиянию движения Земли на скорость света. К теории связи гравитации и электричества Калузы. Общая теория относительности и закон движения. Общая теория относительности и закон движения. Геометрия Римана с сохранением понятия «абсолютного параллелизма». Новая возможность единой теории поля тяготения и электричества. Пространство-время. О современном состоянии теории поля. К единой теории поля. Новая теория поля. Единая теория поля и принцип Гамильтона. Проблема пространства, эфира и поля в физике. Единая теория физического поля. Единая теория поля, основанная на метрике Римана и абсолютном параллелизме. Совместимость уравнений единой теории поля. Два строгих статических решения уравнения единой теории поля. К теории пространств с римановой метрикой и абсолютным параллелизмом. О современном состоянии общей теории относительности. Гравитационное и электромагнитное поля. К космологической проблеме общей теории относительности. Систематическое исследование совместных уравнений поля, возможных в римановом пространстве с абсолютным параллелизмом. Единая теория гравитации и электричества I. Единая теория гравитации и электричества II. О связи между рас-

ширением и средней плотностью Вселенной. Современное состояние теории относительности. Некоторые замечания о возникновении общей теории относительности. О космологической структуре пространства. Элементарный вывод эквивалентности массы и энергии. Проблема частиц в общей теории относительности. Проблема двух тел в общей теории относительности. Линзоподобное действие звезды при отклонении света в гравитационном поле. О гравитационных волнах. Гравитационные уравнения и проблема движения. Обобщение теории электричества Калузы. О стационарных системах, состоящих из многих гравитирующих частиц и обладающих сферической симметрией. Гравитационные уравнения и проблема движения. О пятимерном представлении гравитации и электричества. Демонстрация несуществования гравитационных полей с исчезающей массой, свободных от сингулярностей. Несуществование регулярных стационарных решений релятивистских уравнений поля. Бивекторные поля. О «космологической проблеме». Обобщение релятивистской теории гравитации. Влияние расширения пространства на гравитационные поля, окружающие отдельные звезды. Поправки и дополнительные замечания к нашей работе «Влияние расширения пространства на гравитационные поля, окружающие отдельные звезды». Обобщение релятивистской теории гравитации. Элементарный вывод эквивалентности массы и энергии. $E=mc^2$: настоящая проблема нашего времени. Относительность: сущность теории относительности. Обобщенная теория тяготения. О движении частиц в общей теории относительности. Время, пространство и тяготение. Об обобщенной теории тяготения. Тожества Бианки в обобщенной теории гравитации. Относительность и проблема пространства. Ответ читателям «Ежемесячника популярной науки». Обобщение теории тяготения. Замечание по поводу критики единой теории поля. О современном состоянии общей теории гравитации. Алгебраические свойства поля в релятивистской теории несимметричного поля. Новая форма уравнений поля в общей теории относительности. Релятивистская теория несимметричного поля.

Эйнштейн А. Собрание научных трудов в четырех томах, под редакцией И. Е. Тамма, Я. А. Смородинского, Б. Г. Кузнецова. Том III. Работы по кинетической теории изучения и основам квантовой механики (1901—1955). М., «Наука», 1966, 632 с.

Следствия из явлений капиллярности. О термодинамической теории разности потенциалов между металлами и полностью диссоциированными растворами их солей и об электрическом методе исследования молекулярных сил. Кинетическая теория теплового равновесия и второго начала термодинамики. Теория основ термодинамики. К общей молекулярной теории теплоты. Новое определение размеров молекул. Об одной эвристической точке зрения, касающейся возникновения и превращения света. О движении взвешенных в покоящейся жидкости частиц, требуемом молекулярно-кинетической теории теплоты. К теории броуновского движения. К теории возникновения и поглощения света. Теория излучения Планка и теория удельной теплоемкости. Поправка к моей работе «Теория излучения Планка и т. д.» О границе применимости теоремы о термодинамическом равновесии и о возможности нового определения

элементарных квантов. Теоретические замечания о броуновском движении. Новый электростатический метод измерения малых количеств электричества. Элементарная теория броуновского движения. К современному состоянию проблемы излучения. К современному состоянию проблемы излучения. О развитии наших взглядов на сущность и структуру излучения. Об одной теореме теории вероятностей и ее применении в теории излучения. Статистическое исследование движения резонатора в поле излучения. Теория опалесценции в однородных жидкостях и жидких смесях вблизи критического состояния. Теория квантов света и проблема локализации электромагнитной энергии. О пондеромоторных силах, действующих на ферромагнитные проводники с током, помещенные в магнитное поле. Замечание к закону Этвеша. Связь между упругими свойствами и удельной теплоемкостью твердых тел с одноатомными молекулами. Замечание к моей работе «Связь между упругими свойствами и удельной теплоемкостью...» Замечания к работам П. Герца «О механических основах термодинамики». Элементарное рассмотрение теплового движения молекул в твердых телах. Термодинамическое обоснование закона фотохимического эквивалента. Дополнение к моей работе «Термодинамическое обоснование закона фотохимического эквивалента». Ответ на замечание И. Штарка «О применении элементарного закона Планка...» К современному состоянию проблемы удельной теплоемкости. Некоторые аргументы в пользу гипотезы о молекулярном возбуждении при абсолютном нуле. Термодинамический вывод закона фотохимического эквивалента. К квантовой теории. Теоретическая атомистика. Ответ на статью М. Лауэ «Теорема теории вероятностей и ее применение к теории излучения». Экспериментальное доказательство молекулярных токов Ампера. Испускание и поглощение излучения по квантовой теории. К квантовой теории излучения. К квантовому условию Зоммерфельда и Эйнштейна. Вывод теоремы Якоби. Можно ли определить экспериментально показатели преломления тел для рентгеновых лучей? Распространение звука в частично диссоциированных газах. Об одном эксперименте, касающемся элементарного процесса испускания света. Теоретические замечания к сверхпроводимости металлов. К теории распространения света в диспергирующих средах. Квантотеоретические замечания к опыту Штерна и Герлаха. Замечание к заметке В. Андерсона «Новое объяснение непрерывного спектра солнечной короны». Экспериментальное определение размера каналов в фильтрах K квантовой теории радиационного равновесия. Предлагает ли теория поля возможности для решения квантовой проблемы? Эксперимент Комптона. К теории радиометрических сил. Примеч. к ст. С. Н. Бозе «Закон Планка и гипотеза световых квантов». Замеч. к ст. С. Н. Бозе «Тепловое равновесие в поле излучения в присутствии вещества». Квантовая теория одноатомного идеального газа. Квантовая теория одноатомного идеального газа, (Второе сообщение). Замеч. к ст. П. Иордана «К теории излучения квантов». Предложение опыта, касающегося природы элементарного процесса излучения. Об интерференционных свойствах света, испускаемого каналавыми лучами. Теоретические и экспериментальные соображения к вопросу о возникновении света. Замечание о квантовой теории. Познание прошлого и будущего в квантовой механике. О соотношении неопределенностей. Полувекторы и спиноры. Уравнения Дирака для полувекторов. Расщепление наиболее

естественных уравнений поля для полувекторов на спинорные уравнения дираковского типа. Представление полувекторов как обычных векторов с особым характером дифференцирования. Можно ли считать квантовомеханическое описание физической реальности полным? Квантовая механика и действительность. Элементарные соображения по поводу интерпретации основ квантовой механики. Вводные замечания об основных понятиях.

Эйнштейн А. Собрание научных трудов в четырех томах, под редакцией И. Е. Тамма, Я. А. Смородинского, Б. Г. Кузнецова. Том IV. Статьи, рецензии, письма. Эволюция физики. М., «Наука», 1967. 599 с.

Макс Планк как исследователь. Вступительная речь. Рецензия на книгу Г. А. Лоренца «Принцип относительности». Предисловие к книге Э. Фрейндлиха «Основы теории тяготения Эйнштейна». Рецензия на книгу Г. А. Лоренца «Статистические теории в термодинамике». Автореферат работы «Основы общей теории относительности». Элементарная теория полета и волн на воде. Эрнст Мах. Памяти Карла Шварцшильда. Рецензия на книгу Г. Гельмгольца «Два доклада о Гёте». Мариан Смолуховский. Мотивы научного исследования. Рецензия на книгу Германа Вейля «Пространство, время, материя». Лео Аронс как физик. Рецензия на книгу В. Паули «Теория относительности». Эмиль Варбург как исследователь. Предисловие к собранию трудов, выпускаемому издательством Канцоша. О современном кризисе теоретической физики. Предисловие к немецкому изданию книги Лукреция «О природе вещей». К столетию со дня рождения лорда Кельвина. Рецензия на книгу И. Винтерница «Теория относительности и теория познания». Рецензия на книгу Макса Планка «Тепловое излучение». В. Г. Юлиус. Причины образования извилин в руслах рек и так называемый закон Бэра. Исаак Ньютон. Механика Ньютона и ее влияние на формирование теоретической физики. К 200-летию со дня смерти Исаака Ньютона. Письмо в Королевское общество по случаю 200-летия со дня смерти Ньютона. Речь у могилы Г. А. Лоренца. Заслуги Г. А. Лоренца в деле международного сотрудничества. По поводу книги Эмиля Мейерсона «Релятивистская дедукция». Фундаментальные понятия физики и изменения, которые произошли в них за последнее время. Речь на юбилее профессора Планка. Замечание к переводу речи Араго «Памяти Томаса Юнга». Оценка работ Симона Ньюкома. Беседа А. Эйнштейна на специальной сессии Национальной академии наук в Буэнос-Айресе 16 апреля 1925 г. Иоганн Кеплер. Предисловие к книге Антона Райзера «Альберт Эйнштейн». Религия и наука. Природа реальности. Беседа с Рабиндранатом Тагором. Томас Альва Эдисон. Предисловие к книге Р. де Вилламяля «Ньютон как человек». Влияние Максвелла на развитие представлений о физической реальности. Предисловие к «Оптике» Ньютона. О радио. О науке. Ответ на поздравительные адреса на обеде в Калифорнийском технологическом институте. Памяти Альберта Майкельсона. Наука и счастье. Пролог. Эпилог. Сократовский диалог. Замечания о новой постановке проблем в теоретической физике. Из книги «Строители Вселенной». К семидесятилетию д-ра Берлинера. Мое кредо. Письма в Прусскую и Баварскую академии наук. О методе теоретической физики. Наука и цивилизация. Памяти

Пауля Эренфеста. Памяти Марии Кюри. Предисловие к книге Л. Инфельда «Мир в свете современной науки». Памяти де Ситтера. Рецензия на книгу Р. Толмена «Относительность, термодинамика и космология». Памяти Эмми Нетер. Физика и реальность. Комментарии по поводу обобщения теории относительности профессором Пейджем и критики доктора Зильберштейна. Рассуждения об основах теоретической физики. Свобода и наука. Деятельность и личность Вальтера Нернста. Всеобщий язык науки. Замечания о теории познания Бертрана Рассела. Предисловие к книге Рудольфа Кайзера «Спиноза». Поль Ланжевен. Памяти Макса Планка. Предисловие к книге Л. Барнетта «Вселенная и д-р Эйнштейн». Автобиографические заметки. Замечания к статьям. Физика, философия и научный прогресс. Предисловие к книге Филиппа Франка «Относительность». Предисловие к книге Каролы Баумгардт «Йоганн Кеплер. Жизнь и письма». Письмо Г. Сэмьюэлу. Предисловие к книге И. Хэннака «Эммануил Ласкер». Г. А. Лоренц как творец и человек. Предисловие к книге Галилея «Диалог о двух главных системах мира». К 410-й годовщине со дня смерти Коперника. Предисловие к книге Макса Джеммера «Понятие пространства». Предисловие к книге Луи де Бройля «Физика и микрофизика». Автобиографические наброски. Эволюция физики. Письма к Морису Соловину.

Эйнштейн А. Физика и реальность. Сб. статей. М., «Наука», 1965. 359 с.

Популярные статьи Эйнштейна, сгруппированные в три раздела: принципы теоретической физики; предшественники и современники (статьи Эйнштейна о Кеплере, Ньютоне, Планке, Лоренце и др.). Теория относительности.

Einstein A. Mein Weltbild. Querido. Amsterdam, 1934.

Einstein A. Comment je vois le monde. Flammarion, Paris, 1934, 258 с. Перев. с нем. (Mein Weltbild).

Einstein A. The world as I see it, Covici and Friedo. New York, 1934. 290 p. Перев. с нем. (Mein Weltbild).

Статьи и выступления Эйнштейна до 1934 г.

Einstein A. Out of my later years. Philosophical Library. New York, 1950. 251 p.

Einstein A. Conceptions scientifiques, morales et sociales. Paris, Flammarion, 1952. 265 p. Перев. с англ. (Out of my later years).

Статьи и выступления Эйнштейна с 1934 по 1950 г.

Einstein A. Mein Weltbild. Zürich, Europa — Verlag, 1953. 268 S.

Включает все статьи и выступления, опубликованные в изданиях 1934 г., и материалы последующих лет, не включенные в «Out of my later years».

Einstein A. Ideas and opinions. London, Grown publ. Inc. 1956. 377 p.

Включает все материалы «Mein Weltbild» изд. 1953 г. 24 статьи из 60-ти помещенных в «Out of my later years».

Einstein on peace. Ed. by Otto Nathan and Heinz Norden. Pref. by Bertrand Russel. Simon Schuster. New York, 1960. 704 p.

Книга содержит написанный Натаном и Норденом обстоятельный комментарий, близкий к монографии о высказываниях Эйнштейна, и многочисленные выдержки из выступлений и писем Эйнштейна. Книга состоит из глав: 1. Действительность войны (1914—1918); 2. Революция в Германии, надежды и их крушение (1919—1923); 3. Международное сотрудничество и Лига Наций (1922—1927); 4. Антивоенные выступления в 1928—1931 гг.; 5. Антивоенные выступления в 1931—1932 гг.; 6. Канун фашизма в Германии (1932—1933); 7. Нацизм и подготовка к войне. Отъезд из Европы (1933); 8. Приезд в Америку. Перевооружение и коллективная безопасность (1933—1939); 9. Рождение атомной эры (1939—1949); 10. Вторая мировая война (1939—1945); 11. Угроза атомного оружия (1945); 12. Militarизм (1946); 13. Необходимость наднациональной организации (1947); 14. Борьба за спасение человечества (1948); 15. Всеобщее разоружение либо уничтожение (1940—1950); 16. Борьба за интеллектуальную свободу (1951—1952); 17. Сумерки (1953—1954); 18. Угроза всеобщей гибели (1955).

Einstein A. Lettres à Mauris Solovine. Paris. Gautier-Villars, 1956. 139 p.

Письма Эйнштейна к его другу Соловину с 3 мая 1906 г. по 21 февраля 1955 г. С предисловием Соловина, содержащим воспоминания о встречах с Эйнштейном в Берне.

Einstein A., Born H. und Born M. Briefwechsel. 1916—1955. Komm. von Max Born. Geleitwort von B. Russel. Vorw. von W. Heisenberg. München, 1969.

Охватывающая сорок лет переписка Эйнштейна с Максом Борном и Гедвигой Борн.

Albert Einstein — Arnold Sommerfeld. Briefwechsel. Geleitwort von Max Born. Hrsg. A. Hermann. Basel — Stuttgart, 1968. 126 S.

Письма Эйнштейна к Арнольду Зоммерфельду и письма Зоммерфельда, относящиеся к ряду общих физических проблем, к теории относительности и к теории квантов.

Einstein A. Collected Writings (1901—1956). Readex Mictoprint Corporation. New York, 1960.

Уменьшенные фотографии текстов всех опубликованных сочинений Эйнштейна.

II. Биографии

Frank P. Einstein, his life and times. Knopf, New York, 1947. 298 p.

Юность и учение. Физические концепции до Эйнштейна. Начало новой эры в физике. Эйнштейн в Праге. Эйнштейн в Берлине. Общая теория относительности. Эйнштейн как общественная фигура.

Путешествие по Европе, Америке и Азии. Развитие атомной физики. Политические беспорядки в Германии. Теория Эйнштейна как политическое оружие. Эйнштейн в Соединенных Штатах.

Seelig C. Albert Einstein. Leben und Werk eines Genies unserer Zeit. Zürich, Europa Verlag, 1960. 437 p.

Юношеские годы в Ульме, Мюнхене и Милане. Учащийся в Аарау. Студент в Цюрихе. Помощник учителя в Винтертуре и Шафгаузене. Чиновник, исследователь и приват-доцент в Берне. Экстраординарный профессор в Цюрихском университете. В немецком университете в Праге. Профессор Политехникума в Цюрихе. В блеске мировой славы: Берлин — Голландия — путешествие по миру. Осень и зима жизни в Принстоне.

Зелиг К. Альберт Эйнштейн. М., 1965. Русский перевод указанной выше биографии.

Гернек Ф. Альберт Эйнштейн. М., «Прогресс», 1966 (перев. с нем.). 243 с.

Знаменательный 1879 год. Детство в Мюнхене. Компас и учебник геометрии. Первая встреча со скоростью света. Разрыв с религией. Бегство из родной страны. Крушение старого мироздания. Студент в Цюрихе. На пути в Берн. Академия Олимпия. Подтверждение атомизма. Новое учение о свете. Революционные выводы о пространстве и движении. Два важных следствия. Профессор в Цюрихе, Праге и снова в Цюрихе. Избрание в Берлинскую академию. Мировая война 1914—1918 гг. Новое учение о пространстве, тяготении и Вселенной. Радикальный демократ и «заядлый социалист». На вершине мировой славы. Антисемитская травля. Посланец мира. Последние берлинские годы. Расчет с гитлеризмом. Исследователь в Принстоне. Расхождения с теоретиками квантовой механики. Борьба против атомной войны. Неамериканский американец.

Infeld L. Albert Einstein. His work and its influence on our world. N. Y., Scribner, 1950. 132 p.

Преодоленные предрассудки. Физическая картина мира до Эйнштейна. Первый переворот в физической картине мира (специальная теория относительности). Второй переворот в физической картине мира (общая теория относительности). Участие Эйнштейна в незавершенном перевороте в физической картине мира (теория квант). По ту сторону переворота.

Львов В. Жизнь Альберта Эйнштейна. М., «Молодая гвардия», 1959. 379 с.

От Мюнхена до Берна. Загадки эфира. Господин Мах и другие. Броуновское движение. Теория относительности. Профессор Альберт Эйнштейн. В Праге. Барабаны в ночи. Всемирное тяготение. «Я не ожидал ничего другого». Пути странствий. Вилла Капут. Философия Эйнштейна. Коричневая чума. Бомба времени. Тень Хиросимы. Статуя свободы. Великий синтез.

Мошковский А. Альберт Эйнштейн. Беседы с Эйнштейном о теории относительности и общей системе мира. М., «Работник просвещения», 1922. 209 с.

Явление на тверди небесной. О нашей силе. Валгалла. Вопросы воспитания. Открытие и его автор. Из разных миров. Проблемы. Главные линии и боковые пути. О популярных изложениях. Отдельные сигналы. Он сам.

Cuny H. Einstein et la relativité. Seghers, 1961. 223 с.

Личность Эйнштейна. Первые работы. Жизнь Эйнштейна. Общая теория относительности. Борец и гонение. Последние годы. Избранные высказывания.

Garbedian G. H. Albert Einstein maker of universes. New York, Funk & Wagnall, 1939. 328 p.

Начало пути к бессмертию. Новые миры взамен старых. Бунтовщик захватывает Берлин. Эпоха Эйнштейна. Мировая слава. От служебной конторки к мировой славе. Изгнание. Новый американец.

Marianoff D. Einstein. An intimate study of a great man. New York, Doubleday, Doran and Co., 1944. 211 p.

Сближение. Альберт. Эльза. Марго. Путешествие. Дар отцов города. Человек из Германии. Эйнштейн и деньги. Его любовь к России. Лейден. Восход Гитлера. Эйнштейн и музыка. Решение об отъезде. Эйнштейн и народ. Мы покидаем Германию. Эйнштейн в Бельгии. Изгнанник. Смерть Эльзы. Эйнштейн и слава. Принстон.

Reiser A. Albert Einstein. A biographical portrait. New York, Boni, 1930. 225 p.

Детство и юность. Самостоятельность. Формирование теории относительности. Война и послевоенное время. Слава. Эйнштейн сегодня.

Freeman M. B. The story of Albert Einstein. New York, Random House, 1958. 178 p.

Маленький тихий мальчик. Школьные битвы. Каникулы в Италии. Университетские дни. В погоне за службой. Чиновник патентного бюро. Эксцентричный молодой профессор. Военные годы. Бремя славы. Первый визит в Америку. Скромная знаменитость. Путешествие по миру. Прощай, Германия. Жизнь в Принстоне. Атомная бомба.

Jordan P. Albert Einstein. Sein Lebenswerk u. d. Zukunft d. Physik. Franenfeld u. Stuttgart, Huber, 1969. 302 S.

Биография Эйнштейна и анализ воздействия его идей на развитие физики XX в., в частности на развитие квантовой теории и атомной физики.

Levinger E. Albert Einstein. New York, Ehrlich Messner, 1949. 174 p.

Прогулка с Альбертом Эйнштейном. Игрушечный компас. Школьные дни в Мюнхене. Первые усилия в Швейцарии. Свет во

тьме. Жизнь в трех городах. Ньютон двадцатого века. Заботы знаменитого человека. Во многих странах. Эйнштейн приобретает новую славу и дом. Затихшие перед бурей. Буря разразилась. Спасительная гавань. Атомная бомба.

Valentin A. Le drame d'Albert Einstein. Paris, Plon, 1957. 245 с.

Воспоминания о встречах с Эйнштейном и его семьей в Берлине, Ле Коке и Принстоне.

Michelmores P. Einstein, profile of the man. New York, 1962.

Детство. Швейцария. Германия. Научная деятельность. Общественная деятельность. Жизнь в Принстоне. Последние годы. Смерть.

Clark R. W. Einstein. The Life and Times. The World Publishing Company. New York and Cleveland, 1971. 718 p.

Призвание. Путь открытия. Поворот судьбы. Век Эйнштейна. Прославленный эмигрант.

Feuer L. Einstein and the Generations of Science. New York, Basic books Inc., 1974, 272 p.

Первая глава этой книги «Социальные истоки теории относительности Эйнштейна» посвящена главным образом пребыванию Эйнштейна в Цюрихе и идейным влияниям на его творчество.

Hoffman B., Dukas H. Albert Einstein Creator and Rebel. New York, Viking Press, 1972, 272 p.

Человек и ребенок. Ребенок и юноша. Прелюдия. Заря новой теории света. Броуновское движение. Лучшие годы. От Берна к Берлину. От Principia Ньютона к острову Principe. От острова Principe к Принстону. Война и бомба. Расширяющаяся Вселенная. Все люди смертны.

III. Сборники статей, посвященных жизни и научным идеям Эйнштейна

Albert Einstein: Philosopher-Scientist. Ed. by P. Schilpp. New York, Tudor Publishing Company. 1951. 781 p. Перечень работ Эйнштейна — 449 назв.¹

А. Эйнштейн. Творческая автобиография; *А. Зоммерфельд.* К семидесятилетию Альберта Эйнштейна; *Л. де Бройль.* Научные

¹ До 1960 г. помещенный в этом сборнике перечень работ Эйнштейна был наиболее полным. В 1960 г. вышла книга N Boni и др. A Bibliographical checklist and index to the published writings of Albert Einstein. (Pageant books. Paterson, 84 p.), содержащая названия 607 работ: 1—274 — научные труды 1901—1955 гг., 275—582 — общие работы 1920—1956 гг., 583—607 — избранные выступления 1920—1950 гг. Это издание является приложением к микропринтам: *Einstein A.* Collected Writings (Readex Microprint Corporation).

труды Альберта Эйнштейна; *И. Розенталь-Шнайдер*. Предположения и предвидения в физике Эйнштейна; *В. Паули*. Вклад Эйнштейна в теорию квант; *М. Борн*. Статистическая теория Эйнштейна; *В. Гейтлер*. Отказ от классического образа мышления в современной физике; *Н. Бор*. Дискуссия с Эйнштейном об эпистемологической проблеме в атомной физике; *Г. Маргенау*. Концепция вероятности Эйнштейна; *Ф. Франк*. Эйнштейн. Мах и логический позитивизм; *Г. Рейхенбах*. Философское значение теории относительности; *Г. Робертсон*. Геометрия как ветвь физики; *П. Бриджмен*. Теория Эйнштейна с методологической точки зрения; *В. Ленцен*. Теория познания Эйнштейна; *Ф. Нортрон*. Концепция науки Эйнштейна; *Е. Мильн*. Гравитация без общей теории относительности; *Дж. Леметр*. Космологическая константа; *К. Менгер*. Теория относительности и современная геометрия; *Л. Инфельд*. Общая теория относительности и структура Вселенной; *М. фон Лауэ*. Инерция и энергия; *Г. Дингл*. Научные и философские выводы из специальной теории относительности; *К. Гобель*. Замечание об отношениях между теорией относительности и идеалистической философией; *Г. Бэчелард*. Философская диалектика в концепциях относительности; *А. Венцель*. Теория относительности Эйнштейна с точки зрения критического реализма; *Э. Ушенко*. Влияние Эйнштейна на современную философию; *В. Гиншоу-старший*. Социальная философия Эйнштейна; *А. Эйнштейн*. Замечания о трудах, помещенных в этом томе.

Cinquan'anni di Relativita 1905—1955. Editrice Universitaria. Firenze. 1955. 634 p.

Д. Польшани. Движение Земли и исторические истоки теории относительности; *П. Странго*. Генезис и эволюция теории относительности Эйнштейна; *В. Финдзи*. Общая теория относительности и единая теория поля; *Ф. Севери*. Математические аспекты связи между теорией относительности и здравым смыслом; *Д. Армеллини*. Теория относительности в современной астрономии; *П. Кальдирола*. Экспериментальное подтверждение и применение теории относительности; *А. Аллотта*. Философское значение теории Эйнштейна; *А. Эйнштейн*. К электродинамике движущихся тел. Зависит ли инерция тела от содержащейся в нем энергии. Основы общей теории относительности. Вопросы космологии и общая теория относительности. Обобщение теории гравитации.

Эйнштейн и современная физика. Сборник памяти Эйнштейна. М., ГТТИ, 1956. 260 с.

Э. В. Шпольский. Альберт Эйнштейн (1879—1955); *А. Ф. Иоффе*. Памяти Альберта Эйнштейна; *А. Эйнштейн*. Творческая автобиография; *В. А. Фок*. Замечания к творческой автобиографии Альберта Эйнштейна; *И. Е. Тамм*. А. Эйнштейн и современная физика; *В. Л. Гинзбург*. Экспериментальная проверка общей теории относительности; *А. А. Михайлов*. Наблюдение эффекта Эйнштейна во время солнечных затмений; *В. А. Фок*. Уравнения движения системы тяжелых масс с учетом их внутренней структуры и вращения; *М. Борн*. Альберт Эйнштейн и световые кванты; *Л. Инфельд*. История развития теории относительности; *Л. Инфельд*. Мои воспоминания об Эйнштейне.

Эйнштейн и развитие физико-математической мысли. Сборник статей. М., Изд-во ЛН СССР, 1962. 238 с.

А. Эйнштейн. Неевклидова геометрия и физика; *Б. А. Розенфельд.* Теория относительности и геометрия; *В. Гейзенберг.* Замечания к эйнштейновскому наброску единой теории поля; *М. Борн.* Физика и теория относительности; *Л. Розенфельд.* Эпистемологический конфликт между Эйнштейном и Бором; *В. Л. Гинзбург.* Экспериментальная проверка общей теории относительности; *Я. А. Смородинский.* Геометрия Вселенной; *Б. Г. Кузнецов.* Бесконечность и относительность; *А. Т. Григорьян.* Оценка классической механики в «Автобиографии» Эйнштейна; *У. И. Франкфурт, А. М. Френк.* Теория относительности и некоторые вопросы оптики движущихся сред.

Review of Modern Physics. Lancaster — New York, vol. 21, № 3, July 1949. In commemoration of the seventieth birthday of Albert Einstein. 197 p.

Непосредственно творчеству Эйнштейна посвящены следующие статьи: *Р. Милликен.* К семидесятилетию Альберта Эйнштейна; *Л. де Бройль.* Труды Эйнштейна и двойственная природа волн и корпускул; *М. фон Лауэ.* К семидесятилетию Альберта Эйнштейна; *Ф. Франк.* Философия науки Эйнштейна; *М. Валларта.* Эффект галактического вращения и происхождение космических лучей; *Ж. Леметр.* Применение теорий Относительности к космологии; *Г. Гамов.* О релятивистской космогонии; *Р. Толмен.* Возраст Вселенной; *Г. Робертсон.* Постулат против наблюдения в специальной теории относительности; *С. Чандрасекар.* Броуновское движение, динамическое трение и звездная динамика; *П. Дирак.* Формы релятивистской динамики.

Helle Zeit—Dunkle Zeit. Hrsg. C. Seelig. Zürich. Europa Verlag, 1956. 169 p.

Для биографии Эйнштейна наиболее интересны статьи: *А. Эйнштейн.* Автобиографический набросок; *Л. Кольрос.* Воспоминания коллеги по учебе в Цюрихе; *Г. Борн.* Альберт Эйнштейн в частной жизни; *К. Зелиг.* Дружба с врачами; *Э. Штраус.* Ассистент Эйнштейна; *К. Зелиг.* Последние дни Эйнштейна; *Р. Кайзер.* Некролог; *А. Эйнштейн.* Письмо о расщеплении атома; *Л. Сцилард.* Альберт Эйнштейн и цепная реакция; *Е. Вигнер.* Краткая история письма Эйнштейна к Рузвельту.

IV. Книги о теории относительности

Ландау Л. Д., Румер Ю. Б. Что такое теория относительности. М., «Советская Россия», 1959. 62 с.

Относительность, к которой мы привыкли. Пространство относительности. Трагедия света. Время оказывается относительным. Часы и линейки капризничают. Работа изменяет массу.

Блохинцев Д. И., Драбкина С. И. Теория относительности Эйнштейна. М.—Л., ГТТИ, 1940. 106 с.

Движение. Абсолютное пространство и время. Свет. Эфир. «Эфирный ветер». Принципы относительности и принципы постоянства скорости света. Определение времени. Относительность времени и пространства. Четырехмерный мир. Относительное и абсолютное в теории Эйнштейна. Механика теории относительности. Превращение элементов. Закон сохранения энергии и массы.

Гуревич Л. Э. Теория относительности. Основные понятия и выводы частной теории относительности. М., «Знание», 1957. 37 с.

Относительность движения в классической механике. Относительность движения в электромагнитном поле. Основные понятия теории относительности. Относительность длин. Относительность промежутков времени. Путешествие во времени. Путешествие к звездам. Интервал. Относительность траекторий. Сложение скоростей. Эффект Доплера. Инертная масса. Энергия. Дефект массы. Связь между энергией, массой и весом.

Компанец А. С. Пространство и время в теории относительности. М., «Знание», 1961. 62 с.

Рождение науки о пространстве и времени. Представления о пространстве и времени после Ньютона. Развитие учения о свете и электричестве. Опыт Майкельсона и электронная теория. Специальный принцип относительности. Теория относительности в микромире. Силы тяготения и силы инерции. Геометрия искривленного мира и закон тяготения. Следствия из общей теории относительности.

Петров А. З. Пространство, время и материя. Элементарный очерк современной теории относительности. Казань, Изд-во Каз. ун-та, 1961. 80 с.

Пространство и время. Специальная теория относительности. Общая теория относительности.

Соколовский Ю. И. Теория относительности в элементарном изложении. Харьков, Изд-во Харьк. ун-та, 1960. 174 с. (библиогр. 18 назв.).

История теории относительности. Релятивистское понимание одновременности. Координаты, длины и времена. Механика, масса и энергия. Парадоксы теории относительности. Пространственно-временное многообразие.

Гарднер М. Теория относительности для миллионов. М., Атомиздат, 1965 (перев. с англ.). 189 с.

Абсолютно или относительно? Эксперимент Майкельсона — Морли. Специальная теория относительности. Общая теория относительности. Тяготение и пространство-время. Принцип Маха. Парадокс близнецов. Модели Вселенной. Взрыв или устойчивое состояние?

Шварц Д. Как это произошло? Иллюстрированный рассказ о том, как теория относительности устанавливает связи причин и следствий. М., «Мир», 1965 (перев. с англ.). 157 с.

Бонди Г. Относительность и здравый смысл. М., «Мир», 1967 (перев. с англ.). 162 с.

«На плечах гигантов». Импульс. Вращение. Свет. Распространение звуковых волн. Особое положение света. О здравом смысле. Природа времени. Скорость. Координаты и преобразование Лоренца. Быстрее света? Ускорение. Масса возрастает.

Скобельцын Д. В. Парадокс близнецов в теории относительности. М., «Наука», 1966. 190 с.

Принцип относительности. Эффект Допплера. Формула замедления хода движущихся часов и преобразования Лоренца. Преобразования Лоренца, относительность одновременности и «парадокс близнецов». Полет двух космонавтов в космосе со скоростью, близкой к скорости света. «Парадокс часов» и основы общей теории относительности.

Курганов В. Введение в теорию относительности. М., «Мир», 1968 (перев. с франц.). 179 с.

Определение положения точек и измерение расстояний. Моменты и промежутки времени в данной точке пространства. Понятие скорости и одновременность на расстоянии. Синхронизация часов. Принцип относительности Галилея. Тупик доэйнштейновской физики. Основные принципы теории относительности Эйнштейна. Относительность одновременности и сокращение размеров движущихся тел. Пространственно-временные диаграммы и их приложение. Преобразование Лоренца и его приложение.

Неванлинна Р. Пространство, время и относительность. М., «Мир», 1966 (перев. с нем.). 230 с.

Пространство. Время. Классическая и релятивистская динамика. Общая теория относительности.

Ланцош К. Альберт Эйнштейн и строение космоса. М., «Наука», 1967. 157 с.

Научный подвиг Альберта Эйнштейна. Вопрос о системах отсчета. Объединение пространства и времени Эйнштейном и Минковским. Геометрические открытия Гаусса. Риманова геометрия и теория тяготения Эйнштейна. Итоги и перспективы.

Кузнецов Б. Г. Беседы о теории относительности. М., Изд-во АН СССР, 1960. 223 с.

Пространство. Движение. Эфир. Постоянство скорости света. Тяготение.

Жуков А. И. Введение в теорию относительности. М., Физматгиз. 1961. 172 с.

Аксиоматический метод в математике и физике. Принцип относительности. Скорость света. Основные принципы теории относительности. Одновременные и неодновременные события. Лоренцово сокращение. Замедление времени. Преобразования Лоренца. Геометрия пространства-времени. Закон сложения скоростей. Собственное время. Равноускоренное движение. Масса и импульс.

Инерциальные и неинерциальные системы отсчета. Принцип эквивалентности. Отклонение световых лучей в поле тяготения. Собственное время в поле тяготения. Закон тяготения Эйнштейна. Тяготение и геометрия. Вопросы космологии.

Угаров В. А. Специальная теория относительности. М., «Наука», 1969. 303 с.

Введение. Объединение пространства и времени Эйнштейном и Минковским. Преобразования Лоренца. Следствия преобразования Лоренца. Кинематика и динамика специальной теории относительности. Релятивистская электродинамика. Классическая термодинамика и специальная теория относительности. Свет и специальная теория относительности. Геометрическая интерпретация специальной теории относительности. О «парадоксах» специальной теории относительности.

Румер Ю. Б., Рывкин М. С. Теория относительности. М., Учпедгиз, 1960. 212 с.

Относительность в классической физике. Кинематика теории относительности. Динамика теории относительности. Теория поля.

Бом Д. Специальная теория относительности. М., «Мир», 1967 (перев. с англ.). 285 с.

Доэйнштейновские концепции относительности. Вопрос об относительности законов электродинамики. Опыт Майкельсона — Морли. Попытки спасти гипотезу эфира. Лоренцева теория электрона. Дальнейшее развитие теории Лоренца. Проблема определения одновременности в теории Лоренца. Преобразования Лоренца. Неопределенность, внутренне присущая значениям пространственно-временных измерений в теории Лоренца. Анализ понятий пространства и времени на языке систем отсчета. «Здравый смысл» и понятия пространства и времени. Введение в эйнштейновские представления о пространстве и времени. Эйнштейновский подход к преобразованиям Лоренца. Сложение скоростей. Принцип относительности. Некоторые применения принципа относительности. Импульс и масса в теории относительности. Эквивалентность массы и энергии. Релятивистский закон преобразования энергии и импульса. Заряженные частицы в электромагнитном поле. Экспериментальное подтверждение специальной теории относительности. Еще об эквивалентности массы и энергии. На пороге новой теории элементарных частиц. Опровержение теорий. Диаграммы Минковского и метод коэффициента. Геометрия событий и пространственно-временной континуум. Проблема причинности и наибольшая скорость распространения сигналов в теории относительности. Собственное время. «Парадокс близнецов». Реконструкция прошлого как сущность диаграмм Минковского.

Эддингтон А. Пространство, время и тяготение. Одесса, «Матезис», 1923. 216 с.

Что такое геометрия? Сокращение Фитцджеральда. Относительность. Мир четырех измерений. Силовые поля. Виды пространства. Старый и новый законы тяготения. Взвешивание света. Другие

проверки теории. Импульс и энергия. К бесконечности. Электричество и гравитация. О природе вещей. Математические примечания. Историческая справка.

Борн М. Эйнштейновская теория относительности. М., «Мир», 1964. 452 с.

Геометрия и космология. Фундаментальные законы классической механики. Ньютонова система мира. Фундаментальные законы оптики. Фундаментальные законы электродинамики. Эйнштейновский специальный принцип относительности. Общая теория относительности Эйнштейна.

Фридман А. А. Мир как пространство и время. Изд. 2. М., изд-во «Наука», 1964. 130 с.

Измерение величин. Арифметизация пространства. Метрика пространства. Кривизна пространства. Время. Движение. Мир. Старая и новая механика. Тяготение. Материя и строение Вселенной. Общие выводы принципа относительности.

Кузнецов Б. Г. Принцип относительности в античной, классической и квантовой физике. М., Изд-во АН СССР, 1959. 232 с.

Изотропия мира и понятия относительного и абсолютного движения в античной динамике. Однородность пространства и классический принцип относительности. Однородность пространства-времени и теория относительности Эйнштейна. Принцип относительности в квантовой физике и макроскопическая однородность дискретного пространства-времени.

Вавилов С. И. Экспериментальные основания теории относительности. М.—Л., Госиздат, 1928. 168 с. Библиогр. 70 назв.

Относительность первого порядка. Опыт Майкельсона, его повторение и аналоги. Вихревой оптический эффект Саньяка и опыт Майкельсона с суточным вращением Земли. Эквивалентность массы и энергии. Инерция и тяготение. Тяготение света. Вращение планетных орбит. Смещение спектральных линий и поле тяготения.

Кузнецов Б. Г. Основы теории относительности и квантовой механики в их историческом развитии. М., Изд-во АН СССР, 1957. 327 с.

Электродинамика, электронная теория и электромагнитная картина мира. Постоянство скорости света. Преобразования и инварианты. Четырехмерный мир. Принцип эквивалентности. Тензор кривизны. Тяготение. Мир как целое. Кванты. Элементарные частицы. Релятивистское волновое уравнение, квантовая электродинамика и теория позитронов. На путях обобщения релятивистской квантовой теории.

Френкель Я. И. Теория относительности. Пг., 1923. 300 с.

Электромеханическое мировоззрение. Принцип относительности движения. Специальная теория относительности. Общая теория относительности.

Франкфурт У. И. Специальная и общая теория относительности. Исторические очерки. М., «Наука», 1968. 330 с. Библиогр. 1550 назв.

Электродинамика движущихся сред. Оптические явления в движущихся средах. Электромагнитные процессы в движущихся средах в трактовке Лоренца и Пуанкаре. Эволюция понятий пространства и времени. Экспериментальные основы специальной теории относительности. Релятивистская механика. Релятивистская трактовка оптических явлений в движущихся телах. От классической электродинамики к электродинамике Эйнштейна — Минковского. От Ньютона к Эйнштейну. От специальной к общей теории относительности. Принцип Маха. Эйнштейн о пространстве и времени. Парадокс часов. Перигелий Меркурия. Отклонение лучей света в поле тяжести Солнца. Гравитационное смещение. Относительность и ковариантность. Космологические работы Эйнштейна. Тензор энергии-импульса. Некоторые вопросы экспериментальных основ теории относительности.

Конф А. Основные теории относительности Эйнштейна. Л.—М., ГТТИ, 1933. 175 с.

Принцип относительности Галилея. Принципы теории относительности. Изотропия пространства в физике и относительность временных и пространственных величин. Пространство, временные координаты и преобразования Лоренца. Пространственноподобные и временноподобные мировые векторы. Геометрические и механические следствия из преобразований Лоренца. Обзор старого векторного и тензорного анализа. Основные уравнения электродинамики. Общий тензорный анализ. Электродинамика пустого пространства. Механика специальной теории относительности. Материя и энергия. Принцип эквивалентности. Связь общей теории относительности с геометрией Римана. Основные уравнения общей теории относительности. Теория тяготения Эйнштейна. Поле тяготения звезд.

Сиам Д. Физические принципы общей теории относительности. М., «Мир», 1971. 102 с.

1. Проблема инерции. 2. Источники сил инерции. 3. Закон инерциальной индукции. 4. Принцип эквивалентности. 5. Гравитационное красное смещение. 6. Эйнштейновское уравнение поля. 7. Распространение света в поле тяготения Солнца. 8. Движение планет в поле тяготения Солнца. 9. Кривизна пространства-времени.

Синг Дж. Беседы о теории относительности. М., «Мир», 1973. 168 с.

1. Беседа о понятиях. 2. Беседа о геометрии. 3. Беседа об алгебре. 4. Переменные, операторы, функции. 5. Мост между событиями. 6. Королева и гвардейский капитан. 7. Частицы, мировые линии и стрела времени. 8. «Мэри-Джейн» и «Пенелопа». 9. Время. 10. Элемент длины и кривизны поверхности. 11. Тензоры. 12. Уравнения поля. 13. От общей к специальной теории относительности. 14. Столкновения частиц.

Меллер К. Теория относительности. М., «Атомиздат», 1975. 187 с.

1. Основы специальной теории относительности. Исторический обзор. 2. Релятивистская кинематика. 3. Релятивистская механика. 4. Четырехмерная формулировка теории относительности: тензорное исчисление. Электродинамика в вакууме. 6. Общая теория замкнутых систем. Механика упругих сред. Теория поля. 7. Незамкнутые системы. Электродинамика диэлектриков и парамагнетиков. Термодинамика. 8. Основы общей теории относительности. 9. Неустраняемые гравитационные поля. Тензорное исчисление в римановом пространстве общего типа. 10. Влияние гравитационных полей на физические явления. 11. Основные законы гравитации в общей теории относительности. 12. Экспериментальная проверка общей теории относительности. Космологические проблемы.

Мандельштам Л. И. Полное собрание трудов, т. V. М., Изд-во АН СССР, 1950, с. 90—305.

Лекции по физическим основам теории относительности, читанные в Московском университете в 1933—1934 г. (14 лекций).

Исторический обзор. Теория Френеля. Опыт Физо. Эффект Доплера. Теория Максвелла. Проблема электродинамики движущихся тел. Однородность и изотропность пространства. Преобразования Галилея. Уравнения Ньютона. Принцип относительности классической механики. Теория частичного и полного увлечения эфира. Опыты Саньяка и Майкельсона. Электронная теория Лоренца. Принцип относительности Эйнштейна. Структура физических понятий. Одновременность удаленных событий. Скорости, превышающие скорость света. Лоренцово преобразование. Релятивистский эффект сокращения длин. Часовой парадокс. Сложение скоростей. Одновременные и одноместные события. Четырехмерность. Временноподобные и пространственноподобные интервалы. Группа лоренцовых преобразований. Теория непрерывных групп. Лоренцово преобразование и поворот осей.

Фок В. А. Теория пространства, времени и тяготения. М., ГТТИ, 1961. 563 с. Библиогр. 52 назв.

Теория относительности. Теория относительности в тензорной форме. Общий тензорный анализ. Формулировка теории относительности в произвольных координатах. Основы теории тяготения. Закон тяготения и законы движения. Приближенные решения, законы сохранения и некоторые принципиальные вопросы.

Эддингтон А. О. Теория относительности. М.—Л., ГТТИ, 1934. 598 с. Библиогр. 420 назв.

Основные принципы. Тензорное исчисление. Закон тяготения. Релятивистская механика. Кривизна пространства и времени. Электричество. Геометрия мира.

Бергман П. Г. Введение в теорию относительности. С предисловием А. Эйнштейна. М., ИЛ, 1947. 380 с.

Системы отсчета, системы координат и преобразования координат. Классическая механика. Распространение света. Преобразо-

вания Лоренца. Векторный и тензорный анализ в n -мерном пространстве. Релятивистская механика точечных масс. Релятивистская электродинамика. Механика сплошных сред. Применения специальной теории относительности. Принцип эквивалентности. Тензор кривизны Римана — Кристоффеля. Уравнения поля в общей теории относительности. Точные решения уравнений поля в общей теории относительности. Экспериментальная проверка общей теории относительности. Уравнения движения в общей теории относительности. Градиентно-инвариантная геометрия Вейля. Пятимерная теория Калуза и проективные теории поля. Обобщение теории Калуза.

Ландау Л. Д., Лифшиц Е. М. Теория поля. М., Физматгиз, 1960. 400 с.

Принцип относительности. Релятивистская механика. Заряд в электромагнитном поле. Уравнения электромагнитного поля. Постоянное электромагнитное поле. Электромагнитные волны. Распространение света. Поле движущихся зарядов. Излучение электромагнитных волн. Частица в гравитационном поле. Уравнения гравитационного поля.

Паули В. Теория относительности. М.—Л., ГТТИ, 1947. 300 с.

Основы специальной теории относительности. Математический аппарат. Систематическое построение специальной теории относительности. Общая теория относительности. Теория о природе заряженных элементарных частиц.

Инфельд Л., Плебанский Е. Движение и релятивизм. Движение тел в общей теории относительности. М., ИЛ, 1962. 204 с. Библиогр. 94 назв.

Гравитационное взаимодействие и общая теория относительности. Метод приближения и уравнения движения. Ньютоновское и постньютоновское приближения. Вариационный принцип и уравнения движения третьего рода. Проблемы одной и двух частиц. Движение и излучение.

Мак-Витти Г. К. Общая теория относительности и космология. М., ИЛ, 1961. 284 с. Библиогр. 57 назв.

Введение. Тензорное исчисление и риманова геометрия. Ньютоновская механика и специальная теория относительности. Принцип общей теории относительности. Пространство-время Шварцшильда. Приближения к уравнениям Эйнштейна и ньютоновская газовая динамика. Частные решения уравнения ньютоновской газодинамики. Однородные модели Вселенной. Модели Вселенной и система галактик.

Мизнер Ч., Торн К., Уилер Дж. Гравитация, 3 т. М., «Мир», 1977. 1509 с.

1. Физика пространства-времени. 2. Физика в плоском пространстве-времени. 3. Математическая теория искривленного пространства-времени. 4. Геометрическая теория тяготения Эйнштейна. 5. Релятивистские звезды. 6. Вселенная. 7. Гравитационный кол-

лапс и черные дыры. 8. Гравитационные волны. 9. Экспериментальная проверка общей теории относительности. 10. Границы.

Толмен Р. Относительность, термодинамика и космология. М., «Наука», 1974. 520 с.

1. Введение. 2. Специальная теория относительности. 3. Специальная теория относительности и механика. 4. Специальная теория относительности и электродинамика. 5. Специальная теория относительности и термодинамика. 6. Общая теория относительности. 7. Релятивистская механика. 8. Релятивистская электродинамика. 9. Релятивистская термодинамика. 10. Космология.

Тоннела М. А. Основы электромагнетизма и теории относительности. М., ИЛ, 1962. 474 с. Библиогр. 213 назв.

Электростатика. Магнетостатика. Электромагнетизм. Теория Лоренца. Принцип относительности. Четырехмерный формализм специальной теории относительности. Релятивистская кинематика. Релятивистская динамика. Релятивистская теория электромагнетизма. Экспериментальные теории подтверждения специальной теории относительности. Общая теория относительности. Единые теории электромагнетизма и гравитации. Математические дополнения.

Указатель имен

- Аберт Г. (Abert) 644
Авенариус Р. 43
Аверроэс 446
Адамар Ж. 59, 60
Адлер Ф. 142, 145, 148, 214
Азеф Е. 205, 206
Александр Афродисийский 399, 410
Ампер А. М. 43
Андреев Л. Н. 300
Аполлон Музагет 567
Ариосто Л. 553, 631
Аристотель 7, 86, 90, 292, 367, 388, 396—405, 410—412, 437, 446, 448, 449, 457, 465, 466, 469, 470, 529, 561
Архимед 365, 458
Афанасьева-Эренфест Т. А. 213
- Бабеф Г. 555**
Байрон Д. Г. 641
Бальзак О. 194
Бамбергер Л. 238
Баргман В. 240
Бах И. С. 628
Бахтин М. М. 641
Бейлис М. 205
Белинский В. Г. 560
Беллярмино Р. 185
Бергман П. 240
Бергсон А. 218
Беркли Д. 487, 489, 497
Беркович К. 228, 229
Бернштейн А. 28
Бессо М. 44, 45, 47
Бетховен Л. 26, 49, 627—629
Библиер В. С. 568
Билан Г. 626, 630, 632
Бисмарк О. 491
- Бодде 461
Бодлер Ш. 645
Бойль Р. (Boyle) 91
Больцман Л. 33, 79, 408, 555
Бом 546
Бор Н. (Bohr) 12, 154, 308, 379, 381, 471, 485, 516—520, 523, 526—531, 533, 534, 536—538, 543—545, 550—552, 599—601
Борн Г. 294, 295
Борн М. (Born) 8, 258, 294, 370, 376, 460, 520, 521, 523, 524, 531, 536, 539—541, 546, 581
Бозси Э. 91
Браге Т. 150
Брамс И. 629
Бредбери Р. 597
Брода М. 150, 151
Бройль Л. де 485, 520, 522, 524, 530, 536, 546
Броун Р. 100
Бруно Д. 16, 307, 418, 447, 590, 642
Брюнинг Г. 233
Брюншви́г Л. (Brunschwig) 466
Букки Г. 262
Бюхнер Л. 28
- Вавилов С. И. 180**
Вагнер Р. 49, 491, 628
Валлентен А. (Vallentin) 197, 234, 245, 249, 276
Вебер Г. Ф. 33, 36, 38
Вейланд П. 190
Вейль Г. 207—209, 259, 346, 438
Вейцекер К. Ф. 273
Вергилий 653
Вигнер Э. 269—271

- Виктория, английская королева 565
 Вильгельм II 163, 164, 236, 238, 273
 Вин В. 48, 49
 Винтелер А. 44
 Винтелер Й. 32
 Винтелер П. 44
 Винтерниц М. 155
 Вистлер Д. 192, 193
 Вольтер (Аруз) 23, 235, 386, 419, 425, 467
 Вольфер А. 33
 Гаазе Г. (Haase) 634
 Габиخت К. 37, 38, 42—44, 46—50
 Габиخت П. 42
 Газенерль Ф. 156, 190
 Гайдн Й. 49, 628
 Галилей Г. 12, 90, 92, 93, 113, 119, 151—154, 173, 210, 211, 358, 378, 393, 403, 414—416, 418, 419, 433, 437, 444, 447, 449, 453, 456—458, 553, 554
 Галлер А. фон 556
 Галлер Ф. 38, 39, 48
 Ганди М. 252, 281
 Гарбедиан Г. (Garbedian) 199, 206, 221, 224, 243
 Гаусс К. Ф. 133, 134, 589
 Гарнери И. 227
 Гегель Г. В. Ф. 309, 319, 320, 322, 326, 410, 412, 456, 462, 463, 465, 492, 503, 560, 569, 583, 612—615, 627, 634, 643, 648—650
 Гейзенберг В. 12, 359, 360, 364, 365, 521, 523, 531, 536, 537, 545
 Гейзер К. Ф. 32, 33
 Гейм А. 33
 Гейне Г. 14, 25, 405, 491
 Гельдерлин 647
 Гельмгольц Г. 43, 70, 71
 Гендель Г. Ф. 628
 Геродот 406
 Герц Генрих 33, 369, 385
 Герц Густав 165
 Герцог А. 33
 Гессе Г. 279, 336—338
 Гете И. В. 33, 70, 249, 333, 334, 488, 555, 566, 598, 637, 640, 641, 647
 Гефдинг 600
 Гиббс Д. У. 408
 Гильб Э. 627
 Гильберт Д. 134
 Гинденбург П. 233
 Гирш А. 33
 Гитлер А. 233, 236, 274
 Гоббс Т. 414
 Гоголь Н. В. 566
 Годунов Б. 629
 Гойя Ф. 519
 Гольдбах 634
 Гомер 335, 569
 Горький М. 256, 257
 Гофман А. 643
 Грановский Т. Н. 575
 Гроссман М. 33, 35, 36, 38, 142, 145, 158, 159, 287
 Гурвиц А. 32, 33, 36, 166
 Гюйгенс Х. 511
 Д'Аламбер 235
 Данте 446
 Дарвин Ч. 102, 323, 335, 336, 555
 Дебюсси К. А. 629
 Дедекинд 43
 Декарт Р. 7, 70, 72, 91, 92, 339-341, 374, 377, 393, 396, 403, 413, 414, 417, 419, 430—438, 444, 450, 452—454, 479, 480, 483, 503, 519, 529, 554, 564, 654
 Демокрит 121, 292, 405, 409, 477, 478, 499, 614
 Державин Г. Р. 390
 Диккенс Ч. 43
 Диксон Е. 205
 Дирак П. 349
 Достоевский Ф. М. 8, 464, 553, 557, 558, 564, 566—579, 582—589, 591—594, 596—598, 600—603, 605, 607—609, 614—617, 619, 646
 Дрейфус А. 187
 Дюгем П. (Duhem) 397
 Дюкас Э. 8, 223, 234, 251, 276, 289, 300
 Евклид 29, 65, 74, 75, 208, 556, 585
 Елизавета, королева бельгийская 233, 244, 270
 Жильсон Э. (Gilson) 612, 613
 Жолио-Кюри Ф. 269, 272, 327—329, 334, 603
 Зайчик Р. 33
 Зелиг К. (Seelig) 17, 35, 37, 38,

- 44, 47, 49, 128, 129, 143, 146, 152, 160, 166, 170—172, 201, 203, 205, 208—210, 227, 253, 355, 421, 541, 542
- Зенон 124, 307, 456, 457, 466, 467
Золя Э. 263
- Инфельд** Л. 8, 173, 186, 187, 203, 204, 240, 241, 254—261, 263, 264, 266, 269, 295, 299, 356—358, 421, 542, 543, 637, 645
- Иоанн Дамаскин** 465
- Иоахим** И. 627
- Иордан** П. 520, 521
- Иоффе** А. Ф. 220
- Ипполит** Ж. 617, 621
- Каган** В. Ф. 314, 315
- Кайзер** Р. (Kaysler) 427
- Кальвин** Ж. 142
- Кант** И. 33, 54, 74, 218, 454, 460, 463, 489—491, 498, 501, 502, 569
- Карнап** Р. 290
- Карно** С. 97, 385, 555
- Карр** А. 35
- Катков** М. Н. 596
- Катценштейн** М. 202
- Кауфман** Б. 240
- Кемени** Д. 240
- Кеплер** И. (Kepler) 141, 150—154, 364, 419, 422, 453, 457, 631
- Кирхгоф** Г. 33
- Клайн** М. 380, 629, 630, 651, 654
- Кларк** С. 468
- Клаузиус** Р. 385, 555
- Клейн** О. 600
- Клейн** Ф. 134
- Клиффорд** В. 43
- Коллрос** Л. 34, 36
- Колумб** Х. 446
- Коперник** Н. 16, 74, 110, 148, 185, 189, 316, 446, 449, 472
- Кох, семья** 30, 35
- Козн** Б. (Kohen) 161, 289, 290, 291, 299
- Крайхман** Р. 240
- Краммерс** Г. А. 109
- Красин** Л. Б. 205
- Кузнецов** Б. Г. (Kouznetsov) 138, 339, 371, 385, 405, 412, 466, 539, 565
- Кун** Т. 441, 471
- Кьеркегор** С. (Kierkegard) 559, 560, 569, 570, 600, 601, 612—617
- Кювье** 445
- Кюри** М. см. Склодовская-Кюри М.
- Лагранж** Ж. Л. 420
- Лазарев** П. П. 220
- Лампа** А. 148, 154
- Ландау** Л. Д. 475
- Ланжевен** П. 156, 164, 215, 217, 250, 285
- Лаплас** П. С. 70, 371, 442, 476, 555
- Ласкер** Э. 203
- Лауб** Я. И. 49
- Лауэ** М. фон 159, 165, 203, 355
- Леверрье** 180
- Леви-Чивита** Т. 154, 255, 257
- Левкипп** 405
- Лейбниц** Г. В. 273, 374, 511, 558, 634, 635, 647, 649, 650
- Ленард** Ф. 190, 216, 217, 222, 223, 232 237
- Ленин** В. И. 156, 172, 384, 391, 396, 410, 412, 426, 474, 494
- Лермонтов** М. Ю. 566
- Лерт** Э. (Lert) 641
- Лессинг** Г. Э. 25, 169, 284, 287, 491, 631
- Линней** К. 462
- Лифшиц** Е. М. 475
- Лобачевский** Н. И. 75, 76, 133, 134, 315, 555, 556
- Лонгин** 335
- Лоренц** Г. А. 110, 111, 125—128, 135, 156, 157, 168, 183, 191, 213, 249, 357, 358, 482, 532
- Лузин** Н. Н. 357
- Лукреций** 295, 405, 407, 408, 410, 553, 633
- Луначарский** А. В. 204—207
- Майер** В. 240
- Майер** Г. 35
- Майер** Р. 77, 530
- Майкельсон** А. 116, 117, 125, 127, 141, 181, 190, 212, 297, 309, 314, 357, 358, 379, 532, 647
- Макк** К. 24
- Максвелл** Д. К. 33, 114, 131, 252, 408, 468—470, 477, 482, 486, 498, 506, 507, 529
- Мальбранш** Н. 419
- Манн** Г. 23
- Марич** М. 34—36, 39, 43, 45, 50,

- 142, 149, 158, 161, 165, 169, 190, 223, 225
- Маркс К. 100, 190, 325, 329, 405, 409, 447, 462, 492, 615
- Мах Э. (Mach) 43, 55, 93, 94, 100, 104, 105, 122, 145, 147, 148, 154, 161, 214, 219, 290, 345, 376, 487, 492—496, 500, 501, 505, 506, 508—512, 515
- Мебиус 568
- Мейер Л. 436
- Мейерсон Э. (Meyerson) 218, 219, 503, 504
- Мейтнер Л. 165
- Менделеев Д. И. 180, 268, 516
- Менекий 295
- Мережковский Д. С. 578
- Мерсман Г. (Mersmann) 642
- Милликен Р. 239
- Миллюков П. Н. 205
- Минковский Г. 33, 133-135
- Мичельмор П. (Michelmor) 202, 220, 228, 229, 237, 244, 380, 629, 630
- Мопертюи 235
- Моцарт В. А. (Mozart) 8, 29, 49, 214, 491, 562, 626—630, 632, 636—638, 640—647, 650—652
- Мошковский А. 23, 26, 27, 90, 136, 137, 186, 628
- Муссолини Б. 269
- Мэрфи 330, 332, 589, 592, 593, 613
- Мюзам Г. 346, 347, 369, 370
- Мюссе А. 643, 645
- Наполеон I** 275
- Натан О. (Nathan) 168, 235
- Нейрат К. 290
- Нернст В. 145, 150, 156, 163—165, 235, 238, 550
- Нетер Э. 134, 443
- Никитенко А. В. 634
- Николай Кузанский 447
- Норден Г. (Norden) 168, 235
- Нордман Ш. 217
- Нума Помпилий 162
- Ньютон И. 14, 15, 17, 40, 81, 86—89, 93—95, 97, 99, 103, 104, 106, 124, 135, 170, 173, 180, 181, 184, 188, 216, 290—293, 311, 312, 332, 341, 345, 376, 377, 393, 401, 403, 414, 419, 422, 424, 433, 437—440, 444, 447, 449—455, 458—460, 462, 463, 465, 468—470, 473, 479, 480, 488, 489, 491—494, 505, 506, 511, 512, 519, 524, 529, 530, 543, 544, 554, 565, 598, 625, 634
- Ньюэш Я. 37, 38
- Ольшки Л.** 415
- Оппенгеймер Р. 8
- Осиандер А. 185
- Оствальд В. 100, 104, 105, 169, 468, 626
- Папен Ф.** 233
- Парменид 306, 434
- Паскаль Б. 418
- Паули В. 475
- Паустовский К. Г. 567
- Пенлеве П. 218
- Пернет И. 33, 36
- Перрен Ж. 156
- Пик Г. 154, 155, 158
- Пирсон К. 43
- Пифагор 633
- Планк М. 48, 107, 111, 117, 132, 141, 144, 148, 156, 163—165, 169, 190, 191, 203, 204, 235, 236, 389, 460, 524, 526
- Платон 411, 465, 567
- Платтер Ю. 33
- Плутарх 162
- По Э. 582
- Победоносцев К. П. 576, 577, 596
- Подольский Б. 534, 539
- Понтий Пилат 366
- Поп А. 15, 440, 473, 565
- Пуанкаре А. 43, 71, 78, 79, 122, 126, 128, 135, 156, 263, 357, 493, 495, 496, 498, 563, 636
- Пушкин А. С. 566—568, 576
- Расин Ж.** 43
- Рассел Б. (Russel) 71, 168, 192, 252, 253, 477, 500, 501
- Ратенау В. 216, 217
- Ребштейн Я. 33
- Резерфорд Э. 156, 516
- Рембрандт 599
- Ренан Э. 51
- Риман Б. 43, 75, 133, 134, 208, 315, 322, 458, 555, 556
- Риччи Г. 154
- Робеспьер М. 491
- Розселл 300
- Розен Н. 240, 534, 539

- Розенфельд Л. (Rosenfeld) 547, 600, 601
 Роллан Р. 169, 170
 Рудио Ф. 33, 36
 Рузвельт Ф. 271, 272, 274—277
 Руссо Ж. Ж. 23, 386, 419, 467
 Руст Б. 231
 Рүэс 27, 28
Сакс А. 271, 275
 Саливэн 589, 609, 613, 621
 Сальери А. 640, 646
 Самюэль Г. 221
 Сартр Ж. П. 617, 618, 621
 Сервантес М. 43, 581, 631
 Симпликий 399, 465
 Скловская-Кюри М. 156, 196, 197, 250, 285
 Сократ 559
 Соловин М. (Solovine) 42—47, 49, 50, 69, 129, 220, 246, 251, 285, 299, 348, 376, 423, 424, 489, 499, 530, 535, 537, 592
 Сольве Э. 156
 Софокл 43
 Спиноза Б. 43, 53, 70, 91, 92, 240, 266, 273, 294, 296, 298, 312, 329, 336, 339, 344, 377, 396, 414, 417—420, 423—430, 435, 436, 488, 492, 499—502, 519, 529, 538, 554, 564, 590, 591, 593, 634, 647, 654
 Стеклов В. А. 220
 Стендаль 626, 637
 Стодола Л. 146, 147
 Сцилард Л. 269—272, 275
Тагор Р. 633
 Талмей М. 28
 Тамм И. Е. 8
 Таннер Г. 143, 144
 Тарле Е. В. 464
 Теллер Э. 271
 Теофраст 399
 Тертуллиан 560
 Толстой Л. Н. 21, 300, 566, 591
 Томсон В. 117
 Томсон Д. Д. 184
 Тоннеля М. А. (Tonnelat) 397, 434
 Тютчев Ф. И. 566
Уотсон Э. М. 275
Фарадей М. 252, 468, 477, 480, 483—486
 Фейербах Л. (Feierbach) 425, 426, 492
 Ферми Э. 269, 272
 Фидлер В. 32, 33
 Фидлер Э. 36
 Филипон 465
 Филипп II 560
 Фишер К. 273, 634
 Фламарион К. 136, 137
 Флекснер А. 238, 239
 Франк Д. 129, 542
 Франк Ф. (Frank) 107, 133, 134, 150, 155, 161, 165, 166, 183, 184, 189, 190, 195, 196, 211—215, 219, 222—225, 231—234, 239, 253, 290, 330, 331, 333, 420, 495, 496, 531, 638
 Франс А. 306
 Франц-Иосиф 149
 Фрауэнгласс В. 281
 Фридман А. А. 179, 391
 Фридрих II 199
 Фримэн М. Б. (Freeman) 221, 223
 Фульд Ф. 238
 Фултон Р. 275
Холдейн Р. Б. 215
 Холтон Д. (Holton) 487, 600
Цангер Г. 156, 170
 Цюрхер Э. 145
Чернышевский Н. Г. 634
 Чехов А. П. 566
 Чичерин Г. В. 204, 641—644, 646, 647
Шаван Л. 45
 Шарль И. 252, 299
 Шварц Г. 236
 Шекспир В. 10, 344
 Шеллинг 558
 Шиллер Ф. 25, 30, 169, 334, 491, 492, 640
 Шилпп П. А. (Schilpp) 17
 Шлейхер А. 233
 Шлик М. 290
 Шопенгауэр А. 638, 642
 Шоу Б. 632
 Шредингер Э. 165, 520—522, 524, 536, 537
 Штадлер А. 33
 Штарк И. 232

- Штейнмец К. 162
 Штерн А. 145, 146
 Штраус Р. 628
 Штраус Э. 240, 363
 Штумпф К. 166, 167
 Шуберт Ф. 628, 629
 Шуман Р. 628, 629
 Шуриг А. (Schurig) 642
 Шустер С. (Schuster) 168
- Эвбулид 465, 467
 Эвдем 399
 Эддингтон А. 182—184, 188, 192, 222, 508
 Эйлер Л. 457
 Эйнштейн Ганс Альберт 49, 225, 299
 Эйнштейн Герман 25, 26, 30
 Эйнштейн Ильяза 199, 245
 Эйнштейн Майя 25, 44, 251, 285
 Эйнштейн Марго 199, 200, 205, 234, 245, 251, 299, 300
 Эйнштейн (Кох) Полина 25, 30, 199
 Эйнштейн Рудольф 25, 26, 171
 Эйнштейн Эдуард 147, 173, 225
 Эйнштейн Эльза 24—26, 171, 198, 200, 201, 205, 206, 211, 213, 216, 219, 221—224, 227, 230, 233—235, 244—246, 251, 285, 294, 298
- Эйнштейн Якоб 25, 26, 29, 30
 Эмпедокл 354
 Энгельс Ф. 99, 100, 188, 325, 404, 405, 409, 447, 462, 492
 Эпикур 43, 292, 295, 296, 298, 337, 367, 405—408, 410, 553, 587, 591, 609, 610, 612—614
 Эпименид 465, 467
 Эрат Я. 35, 36, 38
 Эргевцева-Диксон 206
 Эренбург И. Г. 278, 279
 Эренгафт Ф. 214
 Эренфест П. 160, 168, 190, 191, 205, 209, 213, 236, 247—249, 285, 319, 534
 Эрнан Р. 202
 Эхсли В. 33
- Юм Д. 43, 46, 47, 54, 489—492, 501
 Юнг Р. 270, 275
- Якоби Ф. Г. (Jacobi) 425
 Ян О. 644
 Яуманн Г. 148

Борис Григорьевич Кузнецов

Эйнштейн

Жизнь, смерть, бессмертие

*Утверждено к печати
 редколлегией научно-популярных изданий АН СССР*

Редактор *Е. М. Кляус* Художник *Л. Ф. Шканов*. Художественный редактор
Ю. П. Трапавов Технический редактор *Л. В. Каскова* Корректоры
Н. М. Вселюбская, В. Г. Петрова

ИБ № 15545

Сдано в набор 08.01.79. Подписано к печати 24.05.79. Т-02789.
 Формат 84x108¹/₃₂. Бумага № 2. Гарнитура обыкновенная. Печать высокая.
 Усл. печ. л. 35,8. Уч.-изд. л. 38,1. Тираж 100 000 экз., 1-ый завод 50000
 Тип. зак. 1458 Цена 2 р. 40 к.

Издательство «Наука» 117864 ГСП-7, Москва, В-485, Профсоюзная ул., 90
 2-я типография издательства «Наука» 121099, Москва, Г-99,
 Шубинский пер., 10



ГЕРМАН И ПОЛИНА
ЭЙНШТЕЙН,
РОДИТЕЛИ УЧЕНОГО



АЛЬБЕРТ
С СЕСТРОЙ МАЙЕЙ,
1895 Г.



А. ЭЙНШТЕЙН,
ААРАУ, 1896 Г.

«АКАДЕМИЯ ОЛИМПИА»
(К. ГАБИХТ, М. СОЛОВИН,
А. ЭЙНШТЕЙН)





А. ЭЙНШТЕЙН И МИЛЕВА МАРИЧ



А. ЭЙНШТЕЙН, 1905 Г.



А. ЭЙНШТЕЙН, ЦЮРИХ, 1910 Г.



А. ЭЙНШТЕЙН И ЭЛЬЗА



А. ЭЙНШТЕЙН,
БЕРЛИН, 1916 Г.

ПОЧТОВАЯ КАРТОЧКА,
ПОСЛАННАЯ
ЭЙНШТЕЙНОМ МАТЕРИ
27 СЕНТЯБРЯ 1919 Г.



Postkarte

Frau

Pauline Einstein

Sankt-Immer-Passaden

Langens (Schwarz)

Albert Einstein
Postkarte Nr. 5
Frankf.

Ich wünsche Dir von Herzen
gute Tage. Sei wenig gequält
von Deinem Albert

Grüsse an die Schwester, Frau
Dana mit ihrem Sohne, Maji, Pauli
und Fr. Doktor. Nächstes Mal
ausführlicher!

24. IX. 19

Liebe Mutter!

Heute eine freundige Nach-
richt. R. A. Tomitz hat mir
telegraphiert, dass die englischen
Expeditionen die Lichtablenkung
an der Sonne wirklich bewiesen
haben. Maji schreibt mir li-
der, dass Du nicht nur viel
Schmerzen hast, sondern dass
Du Dir auch noch trübe Ge-
danken machst. Wie gern würde
ich Dir wieder Gesellschaft leisten,
dass Du nicht dem hässlichen Ge-
föhle überlassen wärest! Aber
ein Weilchen werde ich doch hier
bleiben müssen und arbeiten.
Streck nach Holland werde ich
für einige Tage fahren, um mich
überhaupt dankbar zu erweisen,
obwohl der Zeitverlust recht
schmerzhaft ist.



А. ЭЙНШТЕЙН СО СКРИПКОЙ.
(РИС. ЛОРЫ ГЕЙНЦ)



А. ЭЙНШТЕЙН, ЭЛЬЗА И МАРГО, 1929 Г.



ВИЛЛА КАПУТ



А. ЭЙНШТЕЙН И ГРУППА, ОХРАНЯВШАЯ ЕГО В АНГЛИИ



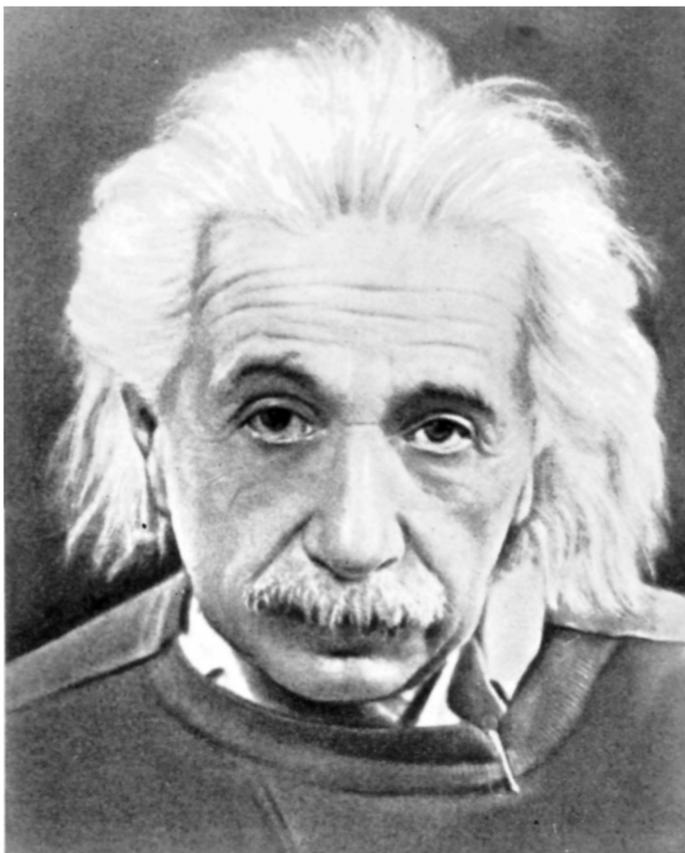
ДОМ ЭЙНШТЕЙНА В ПРИНСТОНЕ (США)



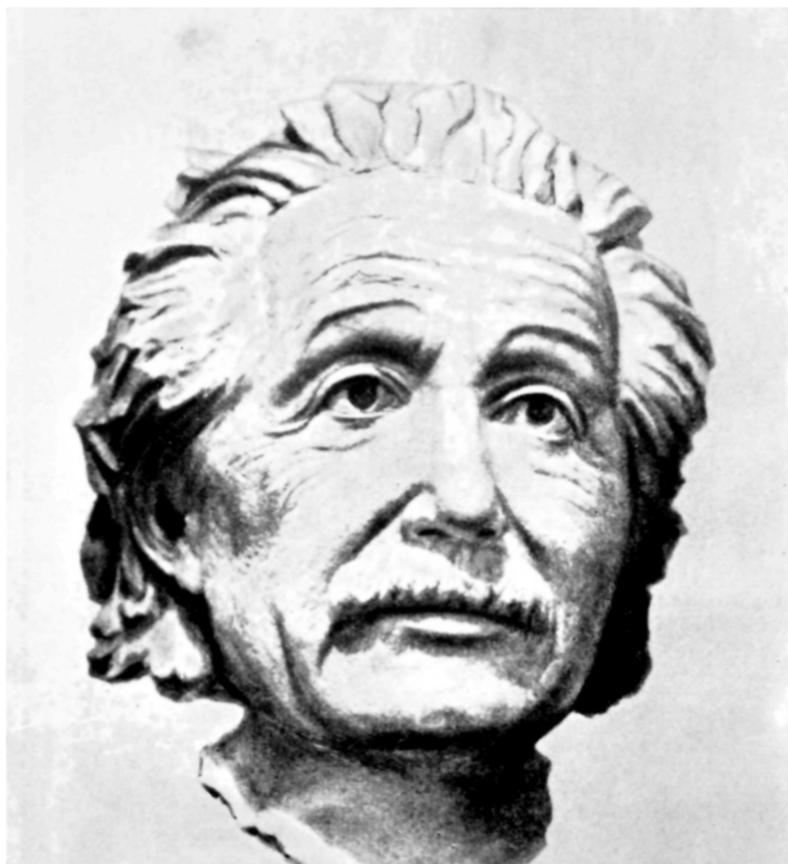
А. МАЙКЕЛЬСОН, А. ЭЙНШТЕЙН И Р. МИЛЛИКЕН, 1926 Г.



ЭЙНШТЕЙН И ЭЛЛЕН ДЮКАС, ПРИНСТОН, 1940 Г.



ОДИН ИЗ ПОСЛЕДНИХ СНИМКОВ А. ЭЙНШТЕЙНА



БЮСТ А. ЭЙНШТЕЙНА
(СКУЛЬПТОР Я. ЭПШТЕЙН)