НЕИЗВЕДАННЫЙ МИР

С первых дней жизни начинается познание человеком окружающего его Мира. В маленьком Мире ребенка все целесообразно. Ребенок знает, что, спросив: «Для чего?» — он получит ответ на этот вопрос. Но вот расширяется Мир, растворяется окно, и под шум капель весеннего ливня раздается вопрос: «Почему идет дождь?».

— Помнишь, я спросил, для чего ты разорвал картинку, а ты сказал — это я не нарочно, я просто потянул за уголок, и она разорвалась? Так и дождь, он идет не нарочно, он идет потому, что в небе собрались темные тучи.

Так постепенно все больше и больше новый вопрос «почему?» начинает вытеснять обычный в детстве вопрос «для чего?». Опыт нашей жизни показывает, что вопрос этот законный, что на него следует искать ответ. Таково глубочайшее свойство Мира, называемое причинностью. Благодаря этому свойству возможно научное познание.

Вероятно, трудно отказаться ребенку от милого для его сердца целесообразного восприятия Мира и перейти к суровой причинности естествознания. Но здесь помогает система школьных занятий, которая, по выражению гётевского Мефистофеля, дух человека дрессирует и зашнуровывает в испанский сапог логического мышления. Знакомство со строгой логикой математических доказательств дает возможность пользоваться замечательным инструментом математического анализа. Этим инструментом можно из опытов естествознания извлекать далекие выводы и оценивать их достоверность. Постоянно встающий перед естествоиспытателем вопрос «почему?» ведет его все дальше в поисках глубоких принципов, охватывающих возможно более широкий круг явлений. В конечном счете эти принципы должны выражать основные свойства материи, пространства и времени. Логика и математика превратили учение об этих общих свойствах Мира в точную науку — теоретическую механику, являющуюся гордостью человеческой мысли. По своему содержанию эта наука должна быть высшим обобщением наших знаний о Мире и быть сутью естествознания.

Так почему же, несмотря на ее значение и успехи, она эмоционально воспринимается нами как наука сухая, а может быть, даже и скучная? Едва ли обманывает нас это ощущение. Скорее всего, оно указывает на неполноценность принципов точных наук. Дело заключается не в тех несовершенствах

Козырев Н. А. Неизведанный мир//Октябрь. 1964. № 7. С. 183—192.

знаний, которые могут постепенно устраняться ходом научных исследований, а в глубокой неадекватности Мира точных наук и действительного Мира, в котором живем мы. Разрыв этот настолько глубокий, что в точных науках нет даже перспективы передать великую гармонию жизни и смерти, являющуюся сущностью нашего Мира. Нарушив эту гармонию, точные науки исследуют только процессы увядания и смерти...

Действительно, статистическая механика показывает, что всякая система из большого числа частиц должна переходить из маловероятного первоначального состояния в состояние наиболее вероятное, являющееся поэтому равновесным. Около равновесного состояния возможны малые колебания — флюктуации, вероятности которых могут быть сосчитаны. Вероятность такой большой флюктуации, которая могла бы вернуть систему в первоначальное состояние, оказывается столь малой, что она равносильна полному запрету этого обратного процесса. С этой точки зрения переход Мира в равновесное состояние, а значит, и его смерть оказываются неизбежными и необратимыми. Восстановить маловероятные условия может только вмешательство другой системы. Но в реальной Вселенной космические тела так изолированы друг от друга, что переход каждой системы в равновесное состояние должен произойти раньше, чем со стороны сможет прийти новый, оживляющий толчок. Мир должен стать однообразным, как пустыня. Даже этот один вывод, столь резко противоречащий наблюдаемой картине Мира, может служить доказательством неполноценности принципов точных наук, логическим методом приведения к абсурду. Значит, всюду в сверкающем разнообразием Мире идут непредусмотренные механикой процессы, препятствующие его смерти. Эти процессы должны быть подобны биологическим процессам, поддерживающим жизнь организмов. Поэтому их можно назвать процессами жизни и в этом широком смысле говорить о жизни космических тел или других физических систем. Мир однороден, и в каждой случайной капле можно найти все его свойства. Поэтому жизненные процессы должны наблюдаться и в простейших механических опытах наших лабораторий.

Может показаться, что весь опыт огромной современной техники доказывает безупречность принципов классической механики и невозможность их принципиального изменения. Надо, однако, иметь в виду, что инженер рассчитывает машину приближенно, обычно с логарифмической линейкой, то есть с точностью до трех-четырех знаков. Новые же поправки, если их не создавать специально, могут быть существенно меньше. Кроме того, если инженер и видит нечто необычное в поведении его механизма, он не станет обдумывать заново принципы механики, а постарается опытным путем добиться нужной ему работы машины. Машина работает согласно принципу статисти-

ческой механики о направленности процессов в сторону деградации, то есть выравнивания энергетических уровней системы. Если же механика действительно позволит нам обнаружить процессы жизни вне организмов и научит нас управлять ими, тогда работающие машины будут обновлять, а не исчерпывать активные возможности Мира. Так может установиться подлинная гармония человека с природой. Это не несбыточная мечта; как ни удивительно, но она имеет под собой реальную основу.

На заре девятнадцатого века, в период небывалого триумфа точных наук, знаменитый математик и астроном Лаплас писал, что разумное существо, знающее все силы природы и полную картину состояний в некоторый момент времени, могло бы знать все о Мире: «Ничего не осталось бы для него неизвестным, и оно могло бы обозреть одним взглядом как будущее, так и прошедшее». В такое общее утверждение, очевидно, включается и поведение всех живых существ. Но нельзя согласиться с существованием такого полного детерминизма. Ведь тогда можно точно предсказывать поступки человека, а это будет означать отсутствие свободы выбора, что совершенно противоречит существующему у нас чувству моральной ответственности.

Иссушающий Мир жесткий детерминизм действительно вытекает из уравнений механики и является сущностью ее законов. Уравнения позволяют одинаково точно предвычислять явления как в будущем, так и в прошедшем. Поскольку причины предшествуют следствиям, такая возможность будет только при полной равноценности причин и следствий. «Causa aequat effectum» — принцип, сформулированный еще в старинных сочинениях по механике. Принцип же этот совершенно противоречит причинности естествознания и всему существу этих наук. Натуралист всегда отличит причину от следствия по ряду признаков. Например, если при воспроизведении явления А всегда появляется явление В, то значит А — причина, а В — следствие. Наоборот, воспроизводя В, мы не обязательно встретимся с явлением А, ибо следствие В может быть вызвано не только явлением А, но и другими причинами. При равноценности причин и следствий нельзя ставить вопрос «почему?». Поэтому точные науки могут отвечать только на самый примитивный вопрос в познании Мира — на вопрос «как?» — и давать описание происходящих явлений в пространстве и времени.

На первый взгляд кажется парадоксом, что точные науки при всем их могуществе являются просто описательными науками. Дело тут в том, что точные науки дают описание явлений не только в пространстве, но и во времени (а это нелегко!), и описание осуществляется ими с высокой степенью точности. Если поверить в безусловную истинность принципов точных наук, то познание Мира оказывается невозможным. Мир можно только описывать, и законы природы становятся просто рецептами экономного описания явлений или наших ощущений, поскольку через них познаются явления. Итак, мы приходим прямо к философии позитивизма и эмпириокритицизма Э. Маха. Мах был прекрасным физиком и ученым отличного логического мышления. К своей философии он пришел анализом принципов точных наук. Поэтому полное несоответствие философии Маха всему, что мы знаем о Мире, великолепно показывает несостоятельность этих принципов по методу приведения к абсурду. Мах не сделал этого вывода, а считал, что он построил новую философскую доктрину. Полная несостоятельность этой доктрины была блестяще доказана В. И. Лениным.

Разрыв между точными науками и естествознанием должен исчезнуть, если в основы точных наук будет положен принцип причинности, отличающий причины от следствий. Во времени причина всегда предшествует следствию. Еще Лейбниц пришел к выводу, что различие причин от следствий равносильно различию будущего и прошедшего. Это означает объективное существование направленности времени или его течения. Это свойство времени должно быть введено в механику. С ним мы постоянно встречаемся в нашей жизни и в естествознании. Но оно является совершенно новым не только для механики, но и для всей современной физики. Интересно, что об этом писал еще академик В. И. Вернадский в книге о проблемах биогеохимии (1939 год): «...время натуралиста не есть геометрическое время Минковского и не время механики и теоретической физики, химии, Галилея или Ньютона».

Действительно, механика пользовалась только «геометрическим» свойством времени, его длительностью, то есть интервалами между событиями. Эти интервалы времени измеряются часами и имеют такие же пассивные свойства, как интервалы между точками пространства, которые измеряются метром. Только это свойство точные науки и считают объективно существующим, полагая другие свойства времени субъективными, то есть следствиями нашей психологии. При реальном же отличии причин от следствий ход времени должен быть физической величиной, имеющей определенное математическое выражение, и должен входить в уравнения механики. Физический смысл и математическое выражение хода времени могут быть получены из пространственно-временных свойств причинности.

Причины всегда приходят со стороны. Они являются обстоятельствами внешними по отношению к тем телам, где возникают их следствия. Поэтому между причинами и следствиями всегда существует сколь угодно малое, но не равное нулю пространственное различие. Помимо этого пространственного свойства причинных связей есть и временно́е: причины предшествуют следствиям, поэтому между ними всегда существует сколь угодно малое, но не равное нулю различие во времени определенного знака. Отношение пространственных различий к этим

временным может быть конечной величиной. Она определяет скорость превращения причин в следствия. При заданном пространственном различии эта величина будет тем больше, чем меньше временное различие между причиной и следствием, то есть тогда, когда быстрее течет время. Поэтому скорость превращения причин в следствия, которую мы обозначим через C_2, может служить мерой хода времени.

В механике силы являются причинами, вызывающими появление других сил или изменяющими количество движения тел. Если согласно Даламберу изменение количества движения в единицу времени рассматривать как силу инерции, то силы будут не только причинами, но и возможными следствиями. Силы инерции могут появиться только под действием внешней силы, то есть под действием со стороны другого тела. С точки зрения классической механики Ньютона при передаче действия одного тела на другое всегда будет последнее звено, где в силу непроницаемости материи остается сколь угодно малое, пусть точечное, но не равное нулю пространственное различие. Таким образом, одно из основных свойств причинности — необходимость пространственного различия причин и следствий — входит в систему классической механики. При этом, однако, причины не отличались от следствий. Следовательно, в этой системе временно́е различие предполагается равным нулю. Значит, механика Ньютона отвечает Миру с бесконечно большим ходом времени ($C_2=\infty$). Величина хода времени может служить также и мерой прочности причинных связей. При бесконечном значении хода времени изменить его нельзя никак; все причинные связи становятся абсолютно прочными, и получается полная детерминированность Мира.

В теоретической физике взаимодействие частиц описывается с помощью силового поля, ставшего благодаря теории относительности физической реальностью, то есть материей. Силовые поля могут складываться. При такой возможности наложения принцип непроницаемости материи перестал играть роль основного принципа. В результате перестал быть существенным и принцип пространственной несовместимости причин со следствиями. Вместе с тем в квантовой теории современной физики — и это впервые в точных науках — появилась неравноценность в возможностях предсказаний прошедшего и будущего. Оказывается возможным предсказать поведение системы после воздействия на нее макроскопическим телом — прибором и невозможным предвычислить поведение систем до этого воздействия. Это означает, что при воздействии на систему временно́е различие между будущим и прошедшим принципиально не может быть равным нулю. Значит, в той дроби, которая определяет величину хода времени C_2, знаменатель не равен нулю. Числитель же согласно теории поля должен считаться равным нулю. Следовательно, концепция современной атомной механики

отвечает Миру, в котором $C_2=0$. Мир атомной механики — это Мир, где нет течения времени и причинно-следственные связи не имеют никакой прочности, а значит, просто отсутствуют. Понятие силы становится излишним и может быть заменено понятием энергии, не заключающим в себе причинного смысла. Мир, в котором нет течения времени, является Миром неопределенностей — индетерминизма, где могут быть только статистические закономерности. Теория может дать рецепты вычисления наблюдаемых физических величин, но проникновение в сущность явлений оказывается принципиально невозможным. В ограниченной области физических явлений такая теория смогла привести к научным открытиям первостепенного значения, огромного практического эффекта. Но это совершенно не доказывает полного соответствия Мира квантовой механики реальному Миру. Мир индетерминизма еще горше Мира полной детерминированности точных наук классического периода. Распространение принципов квантовой механики на весь Мир привело бы к обесцениванию научного познания и нигилизму. Руководство же в жизни принципом, что все не имеет смысла, должно вызвать циничное отношение ко всем высоким побуждениям и стремлениям души человека. «Ты веришь в играющего в кости бога, а я — в полную закономерность в Мире объективно сущего...»,— писал в 1947 году Эйнштейн Максу Борну, одному из основателей квантовой механики, открывшему статистическую интерпретацию решения ее уравнений. В те годы в этих своих взглядах Эйнштейн был почти одинок. Но времена изменились, и теперь физики, задумывающиеся над основами своей науки, не удовлетворяются одной внешней стороной логического построения, а стремятся найти новые принципы, отвечающие реальному Миру и, значит, материалистической философии.

Истинная механика, то есть механика действительного Мира, должна быть основана на принципах причинности естествознания. В частности, она должна удовлетворять условиям пространственного и временного различия причин и следствий и быть, следовательно, механикой конечного хода времени. Такая механика должна включать в себя как две крайних схемы механику классическую ($C_2=\infty$) и механику атома ($C_2=0$).

Мир с конечным ходом времени не является просто промежуточным между Миром классической механики и Миром механики атома. Конечный ход времени становится физической реальностью, наделяющей Мир новыми качествами. Превращение причин в следствия требует преодоления «пустой» точки пространства. Без дальнодействия перенос через эту бездну действия одной точки на другую может осуществляться только с помощью течения времени. В элементарном акте этого переноса уже нет материальных тел, есть только пространство и время. Поэтому скорость превращений причин в следствия, то

есть величина C_2, едва ли зависит от свойств тел. Скорее всего, она является постоянной величиной, единой для всего Мира. Мы видим, что процессы в Мире происходят не только во времени, но и с помощью времени. Ход времени является активным свойством, благодаря которому время может оказывать механические воздействия на материальные системы. Естественно думать, что ход времени является неотъемлемым его свойством, подобным тому как скорость $C_1 = 300\,000$ км/с является обязательным свойством света. Тогда непрестанное течение времени, воздействуя на материальные системы, будет препятствовать наступлению равновесных состояний. Следовательно, в свойствах времени и следует искать источник, поддерживающий жизненные явления Мира.

Понятие течения времени должно быть связано с направленностью. Иными словами, величина C_2 должна иметь определенный знак. Логически следует иметь возможность представить Мир, в котором течение времени имеет другую направленность, то есть Мир с другим знаком C_2. Теперь допустим, что из точки следствия мы рассматриваем причину. Тогда при любом направлении ход времени должен быть направлен в нашу сторону. В чем же может сказаться перемена направленности времени? Геометрия оставляет единственную возможность ответа: течение времени — это не просто скорость, а линейная скорость поворота, который может происходить по часовой стрелке или против. Понятия по и против часовой стрелки равносильны понятиям правое и левое. Так, имея перед собой плоскость волчка, мы можем сказать, что вращение происходит по часовой стрелке, когда самая удаленная от наших ног точка волчка идет вправо, а против часовой стрелки, когда она идет влево. Возвращаясь к прежней позиции, когда из следствия мы рассматривали причину, допустим, что течение времени представляет собой поворот направо. Это обстоятельство условно отметим знаком плюс у C_2. Теперь отразим себя в зеркале. Для лица, заменяющего нас в зеркале, отмеченный нами поворот вправо будет поворотом влево. Поэтому наше зеркальное отображение должно ставить у C_2 знак минус. Но это означает, что для него время течет в противоположную сторону. Итак, Мир с противоположным течением времени равносилен нашему Миру, отраженному в зеркале.

В зеркально отраженном Мире полностью сохраняется причинность. Поэтому в Мире с противоположным течением времени события должны развиваться столь же закономерно, как и в нашем Мире. При другом направлении времени человек будет ходить, как обычно, лицом вперед, и для него поменяются местами только правое с левым. Ошибочно думать, что, пустив кинофильм нашего Мира в обратную сторону, мы получим картину Мира противоположной направленности времени. В законах природы нельзя формально менять знак у промежутков

времени. Это приводит к нарушению причинности, то есть к нелепости, к Миру, который не может существовать. Если течение времени влияет на материальные системы, то при изменении его направленности должны измениться и эти влияния. Поэтому Мир, отраженный в зеркале, по механическим свойствам должен отличаться от нашего Мира. Классическая же механика утверждает тождественность этих Миров. До недавнего времени эту тождественность полагала и атомная механика, называя ее принципом сохранения четности. Однако исследования Ли и Янга ядерных процессов при слабых взаимодействиях показали ошибочность этого принципа. Но задолго до этого открытия элементарные наблюдения над особенностями биологической жизни наглядно показывали отличие Мира от его зеркального отражения. Достаточно обратить внимание на лица, которые в отраженной лаборатории производят опыты. Они работают левой рукой, сердце у них расположено справа, и уже по этому признаку можно отличить действительную лабораторию от лаборатории, отраженной в зеркале. Морфология животных и растений дает многочисленные примеры асимметрии, отличающей правое от левого. Например, у моллюсков раковины почти всегда закручены в правую сторону. Микробы образуют колонии определенной спиральной структуры. Подобная асимметрия, не зависящая от того, в каком полушарии Земли существует организм, наблюдается и у растений. Например, в их проводящих сосудах всегда предпочтительна левая спираль. Асимметрия организмов проявляется не только в их морфологии. В середине прошлого века Луи Пастер открыл химическую асимметрию протоплазмы и рядом замечательных исследований показал, что асимметрия является основным свойством жизни. Сложные, химически одинаковые молекулы могут быть построены по правому или левому винту. Смеси, которые встречаются в неорганической природе, содержат одинаковое количество правых и левых форм. В протоплазме же наблюдается резкое неравенство правых и левых молекул. Воздействие на организм правых и левых молекул различно. Так, например, левовращающая глюкоза почти не усваивается организмом. Упорная, передающаяся по наследству асимметрия организмов не может быть случайной. Очевидно, она является следствием законов природы, в которых асимметрия появляется из-за направленности времени. Асимметрия организмов может быть не только пассивным следствием этих законов, но и специальным устройством для усиления жизненных процессов с помощью хода времени.

Величина C_2 меняет знак при отражении в зеркале. Такие величины называются в математике псевдоскалярами в отличие от обычных величин — скаляров, какими являются масса, объем, температура и т. д. Псевдоскаляр C_2 можно считать ориентированным по оси причина—следствие. В силу услов-

ности знака C_2 при любом направлении времени этот ориентированный псевдоскаляр можно считать направленным на нас, когда мы из причины рассматриваем следствие. Но он попрежнему будет направлен к нам, если мы теперь из следствия будем смотреть на причину. Действительно, при этом переходе временное и пространственное различия причин и следствия меняют знаки, но меняются местами и правое с левым. Значит, ход времени, имея одну и ту же величину, направлен в причине и в следствии в разные стороны. В случае двух тел причины оказываются неразличимыми от следствий. Но так это и есть в действительности: например, при соударении двух шаров нельзя различить, какой из них является причиной их деформации. В природе всегда существуют только взаимодействия, и выражением этого является третий закон Ньютона. Поразительно, что этот закон оказывается простым следствием свойств причинности и хода времени. Действие и противодействие образуют одно явление, и между ними не может быть разрыва во времени. Поэтому невозможно движение системы в целом за счет внутренних сил, то есть невозможны двигатели типа пресловутой «машины Дина». Отсюда еще можно заключить об одном из фундаментальных свойств времени. Допустим, что некоторым приемом нам удалось изменить ход времени в заданной материальной системе. При этом нам, может быть, и удастся изменить напряжения в системе, а следовательно, ее энергию. Но принципиально невозможно изменить общее количество движения системы, то есть получить импульс, равносильный внешнему воздействию. Значит, время может быть носителем энергии, но не импульса. Время является материальной реальностью, не имеющей импульса. Образно выражаясь, от времени нельзя оттолкнуться, и оно не может быть крыльями космического полета.

Для получения причинно-следственных различий пары тел оказывается недостаточно. Необходимо действие на нее третьего тела. Тогда получается внешняя сила, то есть причина, действующая на одно из тел нашей пары. Под действием этой причины могут возникнуть следствия: сила действия на другое тело и одновременно противодействие на тело, с которым связана причина. Для соблюдения обычного счета времени его ход надо ориентировать по направлению внешней силы.

Представим предмет на столе. На этот предмет действует сила тяжести, то есть сила взаимного притяжения Земли и предмета. Эта сила тяжести, связанная с предметом, является причиной двух следствий, возникающих одновременно: силы давления, приложенной к столу, и реакции со стороны стола, приложенной к предмету. Допустим теперь, что наш предмет — это волчок, вращающийся в какую-то сторону, например по часовой стрелке, если смотреть со стороны стола. Тяжелый обод этого волчка оказывает давление на стол через легкую

ось и легкие связи его с осью. Линейную скорость поворота точек волчка можно рассматривать аналогично ходу времени C_2 как псевдоскаляр u, ориентированный по оси вращения. Так можно описать вращение, связывая себя с точками стола. Связывая же себя с точками обода волчка, мы будем наблюдать вращение конца оси на столе происходящим в ту же сторону по часовой стрелке при условии прежнего положения правого и левого. Следовательно, псевдоскаляр u для точек обода получается ориентированным в сторону, противоположную ориентации вращения с позиции точек стола. С точками стола и волчка оказываются связанными две величины — C_2 и u, аналогичные по своим свойствам. Правила математики позволяют их складывать. Сходство величин u и C_2 становится особенно полным, когда их направления совпадают. Если действительно в природе происходит такое сложение и ход времени C_2, с которым связаны обычные силы, для вращающейся системы заменяется величиной $C_2 + u$, то между столом и волчком возникнут дополнительные силы, действующие на стол и волчок, составляющие долю u/C_2 от веса волчка и направленные по его оси. Появление этих дополнительных напряжений равносильно увеличению энергии.

Образно говоря, время втекает в систему через причину к следствию. Если вращение увеличивает втекание времени, тогда система может из времени получить дополнительную энергию. Дальше вести теоретические рассуждения нельзя; необходимо опытом убедиться в правильности этих уже и без того очень далеких выводов.

Помню лет двенадцать назад морозный день, улицы города в легком зимнем тумане, покупку технических весов в магазине наглядных пособий, а в магазине игрушек — чудесного гироскопа. Гироскоп оказался действительно чудесным — небольшим и компактным. Пущенный ниткой, он давал около 300 оборотов в секунду. При весе 150 г получалась скорость обода $u=40$ м/с. Завернутый в бумажный пакет для устранения воздушных влияний, он был подвешен с вертикальной осью к коромыслу весов. При вращении его против часовой стрелки, если смотреть сверху, весы показали уменьшение веса на 5—10 мг. При вращении же по часовой стрелке никаких изменений веса не происходило. В принципе этот опыт был поставлен неверно, и хорошо сделанный гироскоп ничего бы не показал на весах. Ведь искомые силы действуют на ротор и его оправу по третьему закону Ньютона. Они должны компенсировать друг друга в системе ротор—оправа, и поэтому показания весов должны не меняться. Только из-за сильного боя ротора в подшипниках весы показали эффект. Вызванные этим боем вибрации отделили силу, облегчающую ротор, от силы, приложенной к оправе, перенеся ее действие на стойку весов. Получилась пара сил, повернувшая коромысло весов. Пусть процесс

этот разделения сил был совершенно неясным. Но ведь наблюдался бесспорный эффект появления сил, действующих по оси гироскопа и зависящих от направления вращения, то есть тех сил, которые предсказывала идея хода времени и законов причинности. Перед глазами открывалась сказочная панорама физического воздействия времени на прибор. Появилась возможность путем механического опыта получать сведения о свойствах причинных связей и времени, подобно тому как ранее в физических лабораториях изучались свойства электрических и магнитных явлений. Многие тома философских размышлений о свойствах причинности могут быть сняты с полки. Ведь даже самое сильное воображение не может сравниться с экспериментальным исследованием реального Мира.

Даже первый простейший опыт дал возможность определить знак и величину C_2. Облегчение гироскопа означает, что дополнительные силы действуют в том же направлении, как и обычные силы между гироскопом и опорой. В этом случае C_2 и u имеют одно направление и складываются между собой. Облегчение наблюдалось при вращении гироскопа против часовой стрелки, если смотреть сверху, а значит, по часовой стрелке, если смотреть со стороны опоры. Получается, что ход времени представляет собой поворот по часовой стрелке, если смотреть из одной взаимодействующей точки на другую. Неизменность же показаний весов при вращении волчка по часовой стрелке (смотря сверху) говорит о том, что u приобретает свойства C_2 только при совпадении их направлений: то есть тогда, когда имеется сила, действующая в направлении u. Теперь можно дать математическое определение знака C_2: ход времени нашего Мира является псевдоскаляром, положительным в левой системе координат. Величина C_2 определяется отношением основных сил к дополнительным, умноженным на линейную скорость поворота гироскопа u. Получается значение порядка тысячи километров в секунду. Дальнейшие опыты позволили уточнить это значение. Можно считать $C_2 = +700$ км/с (в левой системе координат) с ошибкой ± 50 км/с. Другой, уже принципиальный результат опыта заключается в возможности разделить точки приложения дополнительных сил, то есть образовать пару. Значит, время может не только сообщать системе дополнительную энергию, но и дополнительный момент вращения.

Этим опытом был начат первый цикл лабораторных исследований. Изучалось поведение уже настоящих гироскопов авиационных приборов. При разном положении оси гироскопов изучалось отклонение весов и отклонение длинных маятников (от 3 до 11 м), телом которых служили гироскопы. Во всех случаях для получения эффектов были необходимы вибрации, осуществляемые или мотором с эксцентриком, или с помощью электромагнитного реле. Оказалось, что дополнительные силы

хода времени всегда действуют по оси гироскопа, но направление их зависит от того, с чем связан источник вибраций — с точкой опоры или с ротором. Так, например, на весах при вибрации опоры коромысла вращающийся против часовой стрелки гироскоп (смотря сверху) не становился легче, как было в первом опыте, а, наоборот, увеличивал вес. При малых вибрациях нет никаких эффектов. Они появляются, начиная с некоторого ускорения вибраций, составляющего значительную долю от ускорения тяжести, и остаются неизменными при дальнейшем увеличении колебаний. Их величина пропорциональна вращающейся массе гироскопов. В системе с вибрациями резко выражен источник (причина) и приемник их (следствие). В этих точках натяжения вибрации должны соответствовать не ходу времени C_2, а измененному из-за вращения гироскопа ходу времени $C_2 + u$. Результаты опытов надо понимать так, что не может быть частичного преобразования сил. Либо все действующие силы (давление гироскопа и натяжения вибраций) соответствуют обычному ходу времени C_2, либо, начиная с некоторого значения натяжений вибраций, они все преобразуются к новому ходу времени $C_2 + u$. Отсюда следует, что ход времени имеет определенное значение в данной точке пространства. Направление же хода времени задают обстоятельства вибраций: оно должно совпадать с направлением действия силы, вызывающей вибрацию. Таким образом, оказывается возможным узнать простым измерением, где находится причина вибраций и где ее результат. Это обстоятельство показывает, что причины реально отличаются от следствия и что произведенные опыты нельзя объяснить иначе, как действием хода времени на материальные системы.

Без вибраций взвешивание гироскопов не показывает эффекта действия сил хода времени. Так и должно быть, потому что в системе «гироскоп—опора» силы являются внутренними. Однако они могут проявить себя в дополнительных деформациях. У лабораторных волчков центробежные силы намного превышают силу тяжести. Поэтому искомые дополнительные деформации едва ли можно обнаружить на фоне деформаций от центробежных сил. Но у космических тел из-за больших радиусов центробежные силы значительно меньше сил тяжести. Поэтому дополнительные деформации быстро вращающихся планет должны заметным образом изменять их фигуру. Под действием сил хода времени одно полушарие планеты должно стать более вытянутым, чем другое. Определенный из опытов знак C_2 или просто результат первого опыта позволяет предсказать, что более вытянутым должно быть южное полушарие планеты, вращающейся в прямом направлении, то есть против часовой стрелки, если смотреть со стороны Северного полюса. В планете происходят взаимодействия масс, имеющих разные линейные скорости вращений. Например, действие экваториаль-

ных масс на медленно вращающиеся массы около оси планеты в южном полушарии происходит, как у тяжелого волчка на столе при вращении его против часовой стрелки, если смотреть сверху. В результате должны появиться дополнительные силы, раздвигающие экватор и Южный полюс. Все эти силы внутренние, поэтому центр тяжести планеты остается на месте. Они направлены по оси вращения планеты к северу в умеренных широтах, а вблизи полюсов — к югу. Следовательно, в обоих полушариях должна существовать параллель, где силы хода времени отсутствуют.

Измерения фотографических изображений Юпитера и Сатурна, имеющих среди планет наибольшую скорость вращения, показали, что в их фигурах действительно существует асимметрия по отношению к экватору и южное полушарие более вытянуто. Величина этой асимметрии находится в хорошем согласии со значением сил хода времени, найденным в лабораторных опытах с гироскопом. Относительно Земли не существует достаточно точных прямых геометрических измерений. Однако измерение силы тяжести на поверхности Земли и данные о движении искусственных спутников показывают, что сила тяжести в северном полушарии несколько больше, чем в южном. Для однородной планеты так и должно быть при вытянутом южном полушарии, ибо его точки находятся дальше от центра тяжести планеты. Однако в геодезической литературе специалисты делают обратный вывод. Суть этого расхождения заключается в том, что без учета сил хода времени увеличение тяжести в северном полушарии можно объяснить только присутствием там более плотных пород. Но тогда потенциальная энергия будет больше и поверхность ее нормального значения отодвинется дальше. Поверхность же одинаковой энергии является поверхностью спокойной воды и, значит, определяет фигуру Земли. Итак, с этой точки зрения получается вытянутость фигуры Земли в северном полушарии. Однако интерпретация эта явно искусственна и могла быть выдвинута только при отсутствии другого объяснения.

Силы хода времени на поверхности Земли можно обнаружить тем же методом вибраций, который применялся при исследовании поведения гироскопов. Эти силы вызваны взаимодействием масс Земли, вращающихся с разными линейными скоростями. Поэтому ход времени на поверхности Земли отличается от обычного значения C_2, к C_2 добавляется некоторая усредненная скорость $\bar{u}$, направленная по оси Земли и зависящая от широты. Благодаря этому причинно-следственные связи на поверхности Земли должны иметь интересные особенности. Подвешивая любой груз на длинной капроновой нити, гасящей колебания, и вибрируя точку подвеса, можно убедиться, что этот маятник отклоняется к югу на определенную величину, зависящую от широты. Так, в Ленинграде трехметровый маятник, начиная с некоторой силы вибраций, отклоняется к югу на 0,06 мм. Если на рычажных весах один груз расположить на эластичном подвесе, то при вибрации стойки весов можно наблюдать утяжеление этого груза, пропорциональное его массе. Если же источником вибрации является сам груз, а стойка весов укреплена эластично, то, как и в опытах с гироскопами, эффект меняет знак: происходит облегчение этого груза на прежнюю величину. Очевидно, маятником измеряется горизонтальная составляющая сил хода времени, вызванных вращением Земли, а на весах вертикальная. Отношение этих сил показывает, что их результирующая действительно направлена по оси вращения Земли. Отсюда получается возможность находить положение земной оси, а следовательно, и широту места наблюдений. Измерения, выполненные на разных широтах, показали, что силы хода времени отсутствуют на северной параллели 73°05′.

Опыты с вибрациями помимо возможного практического значения очень интересны с принципиальной стороны. Ведь через эластичный подвес вибрации не передаются грузу. Вместе с тем на маятнике происходит изменение положения груза. Значит, изменение натяжения подвеса вызывает изменение его веса, то есть силы взаимного притяжения Земли и груза. С точки зрения обычных представлений о явлениях в неорганической природе происходит настоящее чудо: причина изменилась для того, чтобы дать заданное следствие. В этих опытах происходит обращение причинных связей, и следствием оказывается возможно влиять на причину. Значит, исследуя изменения веса груза, правильным будет ставить вопрос не «почему», а вопрос «для чего» — для того, чтобы изменилось натяжение подвеса. В области точных наук, в анализе простого механического опыта оказался законным тот наивный вопрос, которым начинается детское познание Мира. Законность этого вопроса совсем не означает целеустремленности мира. Она вытекает из возможности влиять на направленность течения времени. В описанных опытах это влияние было осуществлено вращением, но не исключена возможность, что со временем удастся найти и другие способы воздействия на время.

Представим теперь, что на тело действует не только сила тяжести, но и другие силовые поля. Спрашивается: какая же из этих причин изменится для того, чтобы дать необходимое следствие? Возможно, что при помощи опытов удастся найти только вероятность изменения той или иной причины, но это не означает индетерминизма! Напротив, даже знание только этих вероятностей позволит гораздо глубже проникнуть в свойства различных силовых полей, подобно тому как наблюдения над поведением людей, преследующих одну цель, дают не просто статистический материал, а позволяют узнать их индивидуальные особенности. Вопрос «для чего», казавшийся таким наив-

ным, на самом деле может вести к познанию очень глубоких свойств Мира.

Второй цикл опытов по изучению причинных связей был начат в результате наблюдений над очень странными обстоятельствами, сопровождавшими опыты первого цикла. В описанных выше опытах с вибрациями интересно то значение вибраций, при котором появляются силы хода времени. Очевидно, этот вопрос относится к проблеме прочности причинных связей. Оказалось, что при строгом соблюдении одних и тех же условий опыта значения вибраций, необходимых для получения эффекта, менялись в очень широких пределах из-за каких-то сторонних обстоятельств, лежащих, по-видимому, вне лаборатории. Часто наблюдались внезапные и совершенно нерегулярные изменения. Бывали дни, когда некоторые опыты просто не удавались. Но через некоторое время в тех же условиях снова получались прежние эффекты. Очевидно, эти опыты являются своеобразным прибором, воспринимающим изменения, происходящие в свойствах времени. По-видимому, кроме хода C_2 у времени существует еще и переменное свойство. Это свойство может быть названо плотностью или интенсивностью времени. Оно напоминает интенсивность света, характеризующую свет, помимо постоянной скорости его распространения. Изменение плотности времени может происходить из-за физических процессов, происходящих в Мире. Уже одна возможность регистрации этих изменений показывает, что действие систем на другие системы может передаваться через время, без силовых полей.

По-видимому, существует много обстоятельств, изменяющих плотность времени. Несмотря на длительные наблюдения, удалось найти только одну закономерность. Поздней осенью и в первую половину зимы все опыты получаются легко. Летом же эти опыты затруднены настолько, что некоторые их варианты не выходят совсем. Вероятно, на плотность времени влияют процессы, происходящие в земной атмосфере. Все это показывает, что должен быть найден способ, которым можно будет уже по своей инициативе влиять на воспроизведение опытов. Скорее всего, для этого надо в лаборатории воспроизвести физический процесс с резко выраженным различием причины от следствия. Поскольку изучается явление такой общности, как время, очевидно, достаточно взять самый элементарный механический процесс. Можно любым двигателем периодически поднимать груз или таким же путем натягивать закрепленную тугую резину. Получается система с двумя полюсами: источником работы и приемником, то есть причинно-следственный диполь. Жесткой передачей полюсы этого диполя можно раздвинуть на достаточно большое расстояние. В качестве прибора можно взять тот длинный маятник, на котором при вибрации точки подвеса получалось отклонение к югу из-за сил

хода времени, вызванных вращением Земли. Вибрации надо настроить таким образом, чтобы возникал не полный эффект отклонения к югу, а только лишь тенденция появления этого эффекта. Оказалось, что эта тенденция заметно возрастает и даже переходит в полный эффект, если к телу маятника или к точке подвеса приближать приемник возбуждающей системы. С приближением же другого полюса (двигателя) появление на приборе эффекта неизменно затруднялось. При близком расположении двигателя и приемника должна быть компенсация их влияния, и действительно, тогда никаких дополнительных эффектов на приборе не получалось. Влияние полюса на прибор оказалось не зависящим от направления, то есть от положения места полюса относительно маятника. Эффект влияния зависит только от расстояния и меняется не обратно пропорционально его квадрату, как у силовых полей, а обратно пропорционально первой степени расстояния. Любые экраны совершенно не препятствуют влиянию.

К тем же выводам привели наблюдения и на других приборах, например на весах с эластично подвешенным грузом и с вибрациями их опоры.

Полученные результаты показывают, что вблизи системы с причинно-следственным отношением (двигатель и приемник) плотность времени действительно изменяется. Около двигателя происходит разрежение времени, а около приемника — его уплотнение. Получается впечатление, что время втягивается причиной и, наоборот, уплотняется в том месте, где расположено следствие. Поэтому на приборе, показания которого зависят от действия времени, получается помощь от приемника и помеха со стороны двигателя.

Закон изменения интенсивности времени с расстоянием, обратно пропорциональным его первой степени, можно было предвидеть исходя из того обстоятельства, что время выражается поворотом, а следовательно, с ним надо связывать плоскости, проходящие через полюс с любой ориентацией в пространстве. В случае силовых линий, выходящих из полюса, их плотность убывает обратно пропорционально квадрату расстояния, плотность же плоскостей, как легко видеть, будет убывать именно по закону первой степени расстояния.

Теперь можно понять, почему действие хода времени на приборе легко проявляется зимой и плохо летом. В наших широтах зимой вблизи нас находятся следствия динамики атмосферы низких широт. Это обстоятельство помогает появлению эффектов хода времени. Летом же нагрев солнечными лучами создает атмосферный двигатель, мешающий этим эффектам. Медленное убывание воздействия времени с расстоянием приводит к большой запутанности в общей картине всевозможных воздействий. Например, влияние очень сильных процессов на

Солнце может иметь такое же значение, как и процессов. происходящих на нашей Земле.

Течение времени препятствует наступлению равновесных состояний, а потому является источником жизненных процессов нашего мира. Следовательно, течение времени должно играть особенно большую роль в жизни организмов. Поэтому не только возможна, но и должна существовать биологическая связь через время. За всю историю человечества накоплено много данных, говорящих в пользу существования явлений телепатии, то есть передачи мысли на расстояние. Эти данные часто отвергаются только из-за невозможности найти им объяснение. Возникает вопрос: не есть ли найденная в механических опытах возможность с помощью времени воздействовать одной системой на другую ключ к пониманию многих загадочных явлений человеческой психики?

Время не имеет импульса, и течение времени несет только энергию. Поэтому надо думать, что воздействие времени не распространяется, а появляется всюду мгновенно, убывая обратно пропорционально расстоянию. Созданное в лаборатории изменение плотности времени должно в принципе в тот же момент восприниматься самыми удаленными галактиками, до которых свет идет миллиарды лет. Материя не экранирует время, его можно экранировать только физическим процессом. Время неразрывно связано со всеми процессами, и материальная сущность времени устанавливает взаимосвязь Вселенной. Образно говоря, время является грандиозным потоком, охватывающим все материальные системы Вселенной, и все процессы, происходящие в этих системах, вносят свою долю в этот общий поток.

Активное участие времени в процессах природы создает даже в простейших механических опытах новые интересные явления. В общей же картине разнообразных физических процессов должен заключаться целый мир новых явлений, мир, неизведанный и совершенно затерянный на путях развития наших наук. Изучая свойства времени, мы сможем проникнуть в глубины природы и узнать, говоря словами Фауста, «вселенной внутреннюю связь» — «was die Welt im Innersten zusammenhält».

ПУТЬ В КОСМОС

Константин Эдуардович Циолковский писал: «Земля — это колыбель человечества, но нельзя же вечно жить в колыбели». Школьный учитель в провинциальной Калуге не просто мечтал о космических полетах будущего. Конкретным расчетом принципов реактивного движения и энергетических ресурсов химии он доказал техническую возможность таких полетов. И вот теперь настало время, когда человек сделал первые шаги за пределами нашей планеты...

1959 год был годом особенно крупных успехов космонавтики. Три советские автоматические станции впервые вышли на межпланетные орбиты. 7 октября станция «Луна-3», огибая Луну, сфотографировала ее сторону, которую никогда нельзя увидеть с Земли. Эти фотографии удовлетворяли не только научную любознательность, но и простое человеческое любопытство. Ведь каждому интересно было узнать, как выглядит Луна, если посмотреть на нее сзади! Оказалось, что там нет темных пятен — морей, которые можно различить даже невооруженным глазом и которые образуют так хорошо знакомый нам лик Луны. Видно только одно небольшое пятно, скорее даже не море, а большой цирк. Его назвали «морем Москвы». А в остальном там гористая поверхность, испещренная огромным количеством кратеров. Среди них выделяется большой кратер с совершенно гладким и очень темным дном. Из него, как скалистый остров, круто поднимается светлая центральная горка. Этот кратер сразу же, по первым фотографиям, был назван именем Циолковского. Следующие фотографии большой четкости, полученные американскими искусственными спутниками Луны типа «Орбитер», показали, что это едва ли не самый интересный кратер Луны. На его наружных склонах видны потоки застывшей лавы. Быстро остывая за пределами кратера, эти потоки образовали характерный передник. Бесспорно, кратер «Циолковский» был еще недавно действовавшим вулканом, кальдера которого очень похожа на кальдеру большого вулкана острова Ява. Как хорошо получилось, что такой замечательный кратер увековечивает память Циолковского!

Много и других примеров вулканической деятельности можно найти на фотографиях обратной стороны Луны. Вулканическая активность — это не только прошлое, но и настоящее Луны. Фотография спектра светящихся газов, выходивших из центрального пика кратера Альфонс, полученная на пятидесятидюймовом рефлекторе Крымской астрофизической обсерватории, показала вулканический процесс, происходивший на Луне

Козырев Н. А. Путь в космос//Нева. 1969. № 12. С. 167—169.

3 ноября 1958 года. Эта спектрограмма опровергла сложившийся в науке догмат мертвой Луны. Она подтвердила, что космическая жизнь Луны не закончена, а продолжается и в настоящее время. Луна, как и Земля, имеет свою собственную внутреннюю энергию. Поэтому не только по размерам, но и по физическим признакам она является равноправной планетой, оказавшейся связанной с Землей. Полет на Луну становится очень важным шагом в исследовании Космоса.

21 июля 1969 года произошло событие огромного значения в истории человечества. Космонавты американского космического корабля «Аполлон-11» Армстронг и Олдрин ступили на поверхность Луны, установили там научные приборы, взяли пробы грунта и благополучно вернулись на Землю. Этим открылась новая страница научных исследований. Начинается непосредственное изучение другой планеты, а через сравнение с нею и более глубокое познание свойств нашей Земли. На этом пути предстоит очень большая работа: понадобится еще много полетов к Луне и устройство там постоянно работающих лабораторий. Постепенное накопление технических средств на Луне позволит осуществлять с ее поверхности старт космических кораблей. Из-за малой тяжести на поверхности Луны они смогут гораздо легче, чем с Земли, уходить к другим далеким планетам. Все эти перспективы совершенно реальны, а человек никогда не откажется от того, чтобы идти все дальше, если к тому существует возможность. Ни трудности, ни великие опасности не смогут остановить его на этом пути. Совершенно бесполезны и соображения о том, что человек нравственно еще не подготовлен для этой задачи.

Знаменитый математик и фолософ Бертран Рассел считает, что прежде чем отправиться в Космос, человек должен научиться разумно жить на Земле, чтобы не распространить на Вселенную сферу своей глупости, суеты и неуважения друг к другу. Все перечисленное действительно есть на Земле, но, оставаясь здесь, люди едва ли станут лучше. Из истории расселения людей по земному шару видно, что борьба людей между собой может быть выиграна коварством, жестокостью, обманом и другими низменными свойствами человека. Рассел прав, считая, что созерцание Природы облагораживает человека. Но когда человек входит в Природу, не только мыслью, а буквально всем своим существом, тогда воздействие Природы на него становится неизмеримо большим. Выход в Космос неизбежно столкнет человека со стихийными силами Природы. В борьбе с ними победить сможет только тот, кто обладает качествами широкой натуры, мужеством и правдивостью. [Уже в суровых условиях Арктики человек испытывает высокое и радостное чувство от окружающего его первозданного мира. Там убрана суетность мелких забот, в луже которых так легко утонуть, и там, как говорит Джек Лондон в рассказе

«Белое Безмолвие», наступает момент, когда человек остается наедине с Богом... С еще большей силой должен чувствовать все это тот, кто уходит в космос. А у тех, кто остается на земле, навсегда сохранится след от общих для всех, пережитых за него и тревожных, и радостных минут.] * Когда американские космонавты сделали первые шаги на Луне, все ощущали радость огромной победы, объединяющей человечество. Ведь науку, которая позволила так точно рассчитать полет, и технику, которая смогла все это осуществить, шаг за шагом создавали люди разных национальностей на протяжении многих поколений.

Все осуществление программы «Аполлон», завершенное выходом космонавтов на поверхность Луны, стоило огромной суммы — 24 млрд. долл. Полет к другим далеким планетам Солнечной системы потребует еще больших затрат. У многих возникает вопрос: смогут ли научные и практические результаты космических исследований оправдать такие непомерные затраты и усилия? Подобные же сомнения были много лет назад и после первого путешествия Колумба, открывшего Новый Свет. Когда следующие экспедиции такого рода не принесли ожидаемых богатств, при дворе правителей Испании стали раздаваться голоса против столь дорогостоящих экспедиций.

Уже такие обстоятельства, как отсутствие атмосферы и малая сила тяжести на поверхности Луны, позволяют построить там астрономическую обсерваторию, которая будет работать в идеальных для наблюдений условиях, поставить по-новому ряд технологических процессов и, как полагает Айзек Азимов, провести важные биологические исследования, которые помогут бороться с болезнями.

Но едва ли стоит подробно обсуждать эти и другие возможности. Когда открываются новые и широкие пути исследований Природы, тогда самым главным результатом бывает не тот, который можно предвидеть, а то неожиданное, что обязательно встретится на новых путях. Это неожиданное и будет тем подлинным сокровищем Космоса, которое обогатит человечество и даст ему новые силы и новые возможности. Эти сокровища ждут исследователей. Они должны быть уже где-то и там, куда может достигнуть современный космический полет.

При полете к Луне взлетевшее с Земли сооружение имело высоту Исаакиевского собора в Ленинграде. На Землю же вернулась небольшая кабина, с трудом вмещавшая трех космонавтов. Столь малый коэффициент полезной нагрузки является очень большим и принципиальным недостатком ракетного, реактивного движения в применении к космическим полетам. Этот малый коэффициент противоречит эстетическому чув-

---

* Текст в квадратных скобках соответствует авторскому оригиналу, измененному при публикации статьи.

ству, требующему получения большого результата малым усилием.

Чувство красоты — это интуитивное ощущение правильного — вызывает желание найти совершенно другой принцип преодоления сил тяготения плавным и легким полетом. Вместе с тем из основных законов теоретической механики, сформулированных Ньютоном, следует, что преодоление сил тяготения в пустом пространстве возможно только реактивным способом, то есть силой отдачи выбрасываемой массы. Сам Ньютон совершенно отчетливо понимал, что это единственный способ, который открывают найденные им свойства тяготения и третий закон механики равенства действия и противодействия. В «Системе Мира», изданной через год после его смерти, содержится даже теория запуска искусственного спутника Земли, основанная на принципе отдачи — принципе реактивного движения.

Может быть, высокоразвитая жизнь есть не только на Земле, но и на других космических телах. Может быть, там есть и высокоразвитые цивилизации, с которыми удастся установить радиосвязь. Это будет уже проникновением в Космос, правда, косвенным, но зато легким и, возможно, очень эффективным путем. Однако полеты автоматических станций к Венере и Марсу принесли сведения, почти исключающие возможность существования достаточно развитой жизни в пределах Солнечной системы. Попытки же установить связь с обитателями других звездных миров едва ли имеют смысл из-за ограничений, которые опять ставит теоретическая физика: скорость передачи сигнала не может превышать скорости света. Но что же это за связь, когда для получения ответа потребуются десятки лет, да и то лишь в самом лучшем случае!

Основные законы теоретической механики и физики бесспорны, и мы не можем в них сомневаться. Движение космических кораблей было рассчитано и осуществлено по этим законам. Полеты к Луне аппаратов системы «Аполлон» совершались по расписанию и с точностью, которой может позавидовать любой земной транспорт. Однако, несмотря на истинность и глубину открытых законов, нельзя утверждать, что они исчерпывают все многообразие возможностей, существующих в Мире. Дело в том, что научный метод познания Мира в какой-то мере всегда схематичен. Поэтому могут существовать явления, необъяснимые с точки зрения принятой схемы.

Главный недостаток схемы теоретической механики и физики заключается в чрезвычайно упрощенном представлении о времени. Для точных наук время имеет только геометрическое свойство. Оно дополняет пространственную арену, на которой разыгрываются события Мира. Вместе с тем у времени могут существовать и физические свойства — такие, например, как направленность его течения и плотность. Если эти свойства реальны, то они должны проявляться в воздействиях времени на ход событий в материальных системах. Время не только пассивно отмечает моменты событий, но и активно участвует в их развитии. Значит, возможно воздействие одного процесса на ход другого через время, с помощью его физических свойств. Эти возможности очень интересно дополняют хорошо знакомую картину воздействия одного тела на другое через пространство с помощью силовых полей. Но время не движется в пространстве, а появляется сразу во всей Вселенной. Поэтому время свободно от ограничения скорости сигнала, и через время можно будет осуществить мгновенную связь с самыми далекими объектами Космоса.

Тяготение — очень таинственное и до сих пор не разгаданное свойство материи. Концепция теоретической физики связывает тяготение с геометрическими свойствами пространства и времени. Вероятно, связь тяготения с временем очень глубокая, и изменение физических свойств времени может привести к изменению сил тяготения между телами. Значит, и мечту о плавном космическом полете, освобожденном от сил тяготения, не следует считать совершенно абсурдной!

Сейчас в самых различных областях науки накапливается много наблюдений и фактов, выходящих за рамки обычных сложившихся представлений. Физические свойства времени могут оказаться ключом к пониманию многих из этих явлений. Все больше ученых начинает задумываться над такого рода вопросами. Это не передний край современной науки, где работает много людей и где много технических средств. Но это будет наукой новых и удивительных возможностей, наукой двадцать первого века. Она подготавливается размышлениями ученых в тихих кабинетах и опытами скромных лабораторий.

Наука должна освободиться от тяжести технической перегрузки и найти новые простые возможности в созерцании неисчерпаемых глубин Природы. Тогда откроется широкий и свободный выход человека в Космос, а летающие сейчас космические корабли будут вспоминаться как неуклюжие каравеллы Колумба в сравнении с полетом реактивного лайнера. Но как сейчас мы помним и восхищаемся мужеством мореплавателей времен великих географических открытий, так и тогда вечно будет жить память о тех, кто дерзнул подготовить и совершить первые полеты в Космос.

О ВОЗМОЖНОСТИ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОГО ИССЛЕДОВАНИЯ СВОЙСТВ ВРЕМЕНИ

Часть I

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ СООБРАЖЕНИЯ

Время является важнейшим и самым загадочным свойством Природы. Представление о времени подавляет наше воображение. Недаром умозрительные попытки философов античности, схоластов средневековья и современных ученых, владеющих знанием наук и опытом их истории, понять сущность времени оказались безрезультатными. Вероятно, это происходит потому, что время сближает нас с глубочайшими и совершенно неизвестными свойствами Мира, которые едва ли может предвидеть самый смелый полет человеческой мысли. Мимо этих свойств Мира проходит триумфальное шествие современной науки и технического прогресса. Действительно, точные науки отрицают существование у времени каких-либо других свойств, кроме простейшего свойства «длительности» промежутков времени, измерение которых осуществляется часами. Это свойство времени подобно пространственному интервалу. Теория относительности Эйнштейна углубила эту аналогию, считая промежутки времени и пространства компонентами четырехмерного интервала Мира Минковского. Только псевдоэвклидовый характер геометрии Мира Минковского отличает промежутки времени от промежутков пространства. В такой концепции время скалярно и совершенно пассивно. Оно лишь дополняет пространственную арену, на которой разыгрываются события Мира. Благодаря скалярности времени в уравнениях теоретической механики будущее не отличается от прошедшего, а следовательно, не отличаются и причины от следствий. В результате классическая механика приходит к Миру, строго детерминированному, но лишенному причинности. Вместе с тем причинность является важнейшим свойством реального Мира.

Представление о причинности является основой естествознания. Естествоиспытатель убежден, что вопрос «почему?» — законный, что на него может быть найден ответ. Содержание

Kozyrev N. A. On the possibility of experimental investigation of the properties of time//Time in Science and Philosophy. Prague, 1971. P. 111—132. Печатается по русскому авторскому тексту из архива В. В. Насонова.

же точных наук значительно более бедное. В точных науках законным является только вопрос «как?» — каким образом происходит данная цепь явлений. Поэтому точные науки являются науками описательными. Описание делается в четырехмерном мире, что означает возможность предсказания явлений. В этой возможности предсказания и заключается могущество точных наук. Обаяние этого могущества так велико, что часто заставляет забывать принципиальную неполноценность их базиса. Вероятно, поэтому философская концепция Маха, выведенная строго логически из основ точных наук, привлекла к себе большое внимание, несмотря на ее несоответствие нашим знаниям о Мире и повседневному опыту.

Возникает естественное желание ввести в точные науки принципы естествознания. Иными словами, сделать попытку ввести в теоретическую механику принцип причинности и направления времени. Такая механика может быть названа «причинной» или «несимметричной» механикой. В такой механике должен быть осуществим опыт, показывающий, где находится причина и где следствие. Может показаться, что в статистической механике есть направленность времени и что она удовлетворяет нашим желаниям. Действительно, статистическая механика перебрасывает некоторый мост между естествознанием и теоретической механикой. В статистическом ансамбле несимметричность во времени может возникнуть из-за маловероятных начальных условий, вызванных вмешательством сторонней системы, действие которой является причиной. Если в дальнейшем система будет изолированной, то в соответствии со вторым началом термодинамики ее энтропия будет возрастать и направленность времени может быть связана с этим направлением изменения энтропии. В результате система придет к наиболее вероятному состоянию, она окажется в равновесии, но тогда флюктуации энтропии разных знаков будут встречаться одинаково часто.

Поэтому и в статистической механике изолированной системы при наивероятнейшем состоянии не будет направленности времени. Совершенно естественно, что в статистической механике, основанной на обычной механике точки, направленность времени не появляется как свойство самого времени, а возникает лишь как свойство состояния системы. Если направленность времени и другие его возможные свойства являются объективными, они должны входить в систему элементарной механики единичных процессов. Статистическое же обобщение такой механики может привести к выводу о недостижимости равновесных состояний. В самом деле, направленность времени означает непрестанно существующий у времени ход, который, воздействуя на материальную систему, может помешать ей перейти в равновесное состояние. При таком рассмотрении события должны происходить не только во времени, как

на некоторой арене, но и с помощью времени. Время становится активным участником Мироздания, устраняющим возможность тепловой смерти. Тогда можно будет понять гармонию жизни и смерти, которую мы ощущаем как сущность нашего Мира. Уже из-за одних этих перспектив следует внимательно обдумать вопрос о том, каким образом в механику элементарных процессов можно ввести понятие о направленности времени или о его ходе.

Будем представлять себе механику в простейшем виде как классическую механику точки или системы материальных точек. Желая перенести в механику принцип причинности естествознания, мы сразу сталкиваемся с той трудностью, что идея причинности совершенно не сформулирована в естествознании. В постоянных поисках причины натуралист руководствуется скорее своей интуицией, чем определенными рецептами. Можно утверждать только, что причинность самым тесным образом связана со свойствами времени, в частности с различием будущего и прошедшего. Поэтому будем руководствоваться следующими постулатами:

I. Время обладает особым свойством, создающим различие причин от следствий, которое может быть названо направленностью или ходом. Этим свойством определяется отличие прошедшего от будущего.

На необходимость этого постулата указывают трудности, связанные с развитием идеи Лейбница об определении направленности времени через причинные связи. Глубокие исследования H. Reichenbach [1] и G. Whitrow [2] показывают, что нельзя строго, без тавтологии провести эту идею. Причинность говорит нам о существовании направленности у времени и о некоторых свойствах этой направленности, вместе с тем она не является сущностью этого явления, а только его результатом.

Постараемся теперь, пользуясь простейшим свойством причинности, дать количественное выражение постулату I. Исходя из тех обстоятельств, что: 1) причина всегда находится вне того тела, в котором осуществляется следствие, и 2) следствие наступает после причины, можно сформулировать еще две следующие аксиомы:

II. Причины и следствия всегда разделяются пространством. Поэтому между ними существует сколь угодно малое, но не равное нулю, пространственное различие δx.

III. Причины и следствия различаются временем. Поэтому между их проявлением существует сколь угодно малое, но не равное нулю, временное различие δt определенного знака.

Аксиома II является основой классической механики Ньютона. Она содержится в третьем законе, согласно которому под действием внутренних сил не может произойти изменение количества движения. Иными словами, в теле не может возникнуть

внешняя сила без участия другого тела. Отсюда в силу непроницаемости материи $\delta x \neq 0$. В силу же полной обратимости времени аксиома III отсутствует в механике Ньютона: $\delta t = 0$.

В атомной механике имеет место как раз обратное. Принцип непроницаемости материи в ней утратил свое значение, и в силу возможности суперпозиции полей принимается, очевидно, $\delta x = 0$. Но в атомной механике есть необратимость во времени, которой не было в механике Ньютона. Воздействие на систему макроскопического тела — прибора вводит различие между будущим и прошедшим, ибо будущее оказывается предсказуемым, а прошлое нет. Поэтому во временной окрестности эксперимента $\delta t \neq 0$, хотя и может быть сколь угодно малым. Таким образом, классическая механика и атомная механика входят в нашу аксиоматику как две крайние схемы. Это обстоятельство становится особенно наглядным, если ввести отношение

$$\frac{\delta x}{\delta t} = C_2. \tag{1}$$

В реальном Мире C_2 является скорее всего конечной величиной. В классической же механике $\delta x \neq 0$, $\delta t = 0$ и, следовательно, $C_2 = \infty$. В атомной механике $\delta x = 0$, $\delta t \neq 0$, и поэтому $C_2 = 0$.

Остановимся теперь на смысле введенных нами символов δx и δt. В длинной цепи причинно-следственных превращений мы рассматриваем только то элементарное звено, где причина порождает следствие. Согласно обычным физическим воззрениям это звено является пространственно-временной точкой, не подлежащей дальнейшему анализу. В силу же наших аксиом причинности это элементарное причинно-следственное звено должно иметь структуру, обусловленную невозможностью пространственно-временного наложения причин и следствий. Условие неналожения при предельном сближении мы и определяем символами δx и δt. Следовательно, эти символы означают предел бесконечно малых величин при условии, что они никогда не обращаются в нуль. Эти символы определяют точечные расстояния или размеры «пустой» точки, находящейся между материальными точками, с которыми связаны причины и следствия. При вычислении же интервалов всей причинно-следственной цепи их с любой степенью точности следует считать равными нулю. Если же они являются бесконечно малыми одного порядка, то их отношение C_2 может быть конечной величиной и выражать количественно физическое свойство причинно-следственной связи. Этим физическим свойством является **ход времени,** качественно формулированный постулатом I.

Действительно, по определению (1) величина C_2 имеет размерность скорости и дает величину скорости перехода причины

в следствие. Этот переход осуществляется через «пустую» точку, где нет материальных тел и есть только пространство и время.

Следовательно, величина C_2 может быть связана только со свойствами времени и пространства, а не со свойствами тел. Поэтому C_2 должна быть универсальной постоянной и может характеризовать ход времени нашего Мира. Превращение причины в следствие требует преодоления «пустой» точки пространства. Эта точка является бездной, переход через которую может осуществляться только с помощью хода времени. Отсюда прямо следует активное участие времени в процессах материальных систем.

В формуле (1) знак δt имеет определенный смысл. Его можно фиксировать обычным условием: будущее минус прошедшее является положительной величиной. Знак же величины δx совершенно произволен, поскольку пространство изотропно и в нем нет преимущественного направления. Вместе с тем знак C_2 должен быть определенным, ибо логически мы должны иметь возможность вообразить Мир с противоположным ходом времени, т. е. другого знака. Возникает трудность, которая на первый взгляд кажется непреодолимой и разрушающей все сделанное до сих пор построение. Однако именно благодаря этой трудности становится возможным однозначное заключение: C_2 является не скалярной величиной, а псевдоскаляром, т. е. скаляром, меняющим знак при зеркальном отображении или инверсии координатной системы. Действительно, в этом случае из формулы (1) следует, что δt является предельным значением псевдоскаляра, колинеарного с предельным вектором δx. Псевдоскалярный характер δt означает, что в плоскости (YZ), перпендикулярной к оси X, происходит некоторый поворот, знак которого можно определить знаком δt. Значит, с помощью δt можно ориентировать плоскость, перпендикулярную к оси X, т. е. задать расположение осей Y и Z. Изменим теперь в формуле (1) знак δx, сохраняя знак δt и, значит, сохраняя ориентацию плоскости (Y, Z). Тогда постоянная C_2 изменит знак, что и должно быть, поскольку наша операция равносильна зеркальному отображению. Если же изменить знак не только у δx, но и у δt, то постоянная C_2 по формуле (1) не изменит знака. Так и должно быть, ибо в данном случае мы произвели только поворот координатной системы. Наконец, меняя знак только у δt, мы опять получаем зеркальное отображение координатной системы, при котором должен меняться знак псевдоскаляра. Это доказательство можно пояснить следующим простым рассуждением. Ход времени должен быть определен к некоторому инварианту. Таким инвариантом, независящим от свойств тел, может быть только пространство. Абсолютное значение хода времени получается тогда, когда абсолютное различие будущего и прошедшего будет связано

с абсолютным же различием в свойствах пространства. В пространстве нет различий в направлениях, но есть абсолютное различие между правым и левым, хотя сами эти понятия совершенно условны. Поэтому ход времени должен определяться величиной, имеющей смысл линейной скорости поворота. Отсюда следует, что C_2 не может равняться скорости света C_1, являющейся обычным скаляром.

Из псевдоскалярного свойства хода времени сразу вытекает основная теорема причинной механики:

Мир с противоположным ходом времени равносилен нашему Миру, отраженному в зеркале.

В зеркально отраженном Мире полностью сохраняется причинность. Поэтому в Мире с противоположным ходом времени события должны развиваться столь же закономерно, как и в нашем Мире. Ошибочно думать, что, пустив кинофильм нашего Мира в обратную сторону, мы получим картину Мира противоположной направленности времени. Нельзя формально менять знак у промежутков времени. Это приводит к нарушению причинности, т. е. к нелепости, к Миру, который не может существовать. При изменении направленности времени должны изменяться и влияния, которые ход времени оказывает на материальные системы. Поэтому Мир, отраженный в зеркале, по своим физическим свойствам должен отличаться от нашего Мира. Классическая же механика утверждает тождественность этих Миров. До недавнего времени эту тождественность полагала и атомная механика, называя ее законом сохранения четности. Однако исследования Ли и Янга ядерных процессов при слабых взаимодействиях привели к экспериментам, показавшим ошибочность этого закона. Этот результат совершенно естествен при реальном существовании направленности времени, которое подтверждается описанными дальше прямыми опытами. Вместе с тем обратное заключение сделать нельзя. Многочисленные исследования наблюдавшихся явлений несохранения четности показали возможность иных интерпретаций.

Надо думать, что дальнейшие эксперименты в области ядерной физики настолько сузят круг возможных интерпретаций, что существование направленности времени в элементарных процессах станет совершенно очевидным.

Отличие Мира от зеркального отображения особенно наглядно показывает биология. Морфология животных и растений дает многочисленные примеры асимметрии, отличающей правое от левого и независящей от того, в каком полушарии Земли существует организм. Асимметрия организмов проявляется не только в их морфологии. Открытая Луи Пастером химическая асимметрия протоплазмы показывает, что асимметрия является основным свойством жизни. Упорная, передающаяся по наследству асимметрия организмов не может быть случай-

ной. Эта асимметрия может быть не только пассивным следствием законов Природы, отражающих направленность времени. Скорее всего, при определенной асимметрии, соответствующей данному ходу времени, организм приобретает дополнительную жизнеспособность, т. е. может его использовать для усиления жизненных процессов.

Тогда на основании нашей основной теоремы можно заключить, что в Мире с противоположным ходом времени сердце у позвоночных было бы расположено справа, раковины моллюсков были бы в основном закручены влево, а в протоплазме наблюдалось бы противоположное количественное неравенство правых и левых молекул. Возможно, что специально поставленные биологические опыты смогут прямо доказать, что жизнь действительно использует ход времени в качестве дополнительного источника энергии.

Отметим теперь еще одно важное обстоятельство, связанное с определением хода времени формулой (1). Каждая причинно-следственная связь имеет некоторое пространственное направление, орт которого обозначим через i. Поэтому в конкретной причинной связи ходом времени будет ориентированный псевдоскаляр iC_2. Докажем, что в точке причина и в точке следствие эти величины должны быть противоположного направления. Действительно, следствие находится в будущем по отношению к причине, а причина в прошлом по отношению к следствию. Значит, в точках причина и следствие δt должны иметь противоположные знаки, а значит, должна быть и противоположная ориентация плоскости, перпендикулярной к i. Тогда при фиксированном i меняется тип координатной системы и выражение iC_2 изменяет знак. Если же при переходе от причины к следствию менять знак i, то знак C_2 останется неизменным, а следовательно, iC_2 изменит знак и в этом случае. Значит, ход времени характеризуется величинами $\pm iC_2$ и является фактическим процессом, моделью которого может быть относительное вращение некоторого идеального волчка. Под идеальным волчком можно понимать тело, вся масса которого расположена на некотором одном расстоянии от оси. На другое тело этот волчок может действовать через материальную ось вращения и материальные связи с этой осью, массами которых можно пренебрегать. Поэтому механическое свойство идеального волчка будет равносильно свойствам материальной точки, имеющей массу волчка и его вращение. Допустим, что точка, с которой взаимодействует волчок, находится по направлению его оси. Обозначим через j орт этого направления и будем считать его обычным вектором. Можно условиться независимо от типа координатной системы откладывать его в другой точке, например в ту сторону, откуда вращение волчка кажется из этой точки происходящим по часовой стрелке. Наблюдаемое вращение волчка можно описать ориентированным псевдоскаляром ju, где u — линейная скорость вращения. При таком описании и выбранном нами направлении величина u должна быть псевдоскаляром, положительным в левой системе координат. С позиции точек обода волчка линейная скорость точки, на которую действует ось волчка, будет равна $-u$. Вращение же ее будет происходить в прежнюю сторону, и, следовательно, j сохранит свой знак. Таким образом, с волчком мы должны сопоставить ориентированный псевдоскаляр $-ju$. Значит, ход времени, определяемый величинами $\pm iC_2$, действительно имеет сходство с относительным движением, которое определяется величинами $\pm ju$ того же рода. Разумеется, эта формальная аналогия совершенно не объясняет сущность хода времени. Но она открывает замечательную перспективу возможности экспериментального исследования свойств времени. Действительно, если в причинную связь будет входить вращающееся тело, то можно ожидать сложения величин $\pm iC_2$ и $\pm ju$, поскольку эта операция математически совершенно допустима.

Иными словами, можно ожидать, что в системе с вращением ход времени изменяется и вместо $\pm iC_2$ становится равным $\pm(iC_2+ju)$. Постараемся теперь выяснить, какие изменения от этого могут произойти в механической системе. Для этого необходимо уточнить понятие причина и следствие в механике.

Силы являются причинами, изменяющими взаимное расположение тел и их количества движения. Изменение расположения тел может привести к появлению новых сил, а согласно принципу Даламбера изменение количества движения в единицу времени, взятое с обратным знаком, можно рассматривать как силу инерции. Поэтому в механике силы являются причинами и всеми возможными следствиями. Однако при движении тела (1) под действием силы F сила инерции $-dp_1/dt$ не является следствием. Обе эти силы возникают в одной точке. Согласно аксиоме II следует, что из-за этого не может быть причинно-следственного отношения и они являются тождественными понятиями. Поэтому, как это делал в своей механике Кирхгоф, сила инерции может служить определением силы F. Сила F, приложенная к точке (1), может вызвать следствие только в другой точке (2). Эту силу следствия назовем как действие Φ_0 первой точки на вторую:

$$\Phi_0 = F - \frac{dp_1}{dt} = \frac{dp_2}{dt}. \qquad (2)$$

Для первой же точки она является потерянной силой Даламбера:

$$\frac{dp_1}{dt} = F - \frac{dp_2}{dt}.$$

В соответствии с этими выражениями можно считать, что за время dt точка (1) теряет импульс dp_2, который передается точке (2). В случае, когда между точками (1) и (2) есть причинная связь, $\delta t \neq 0$, и между ними будет существовать соответствующее различие $\delta p_2 \neq 0$. Когда причина находится в точке (1), переход dp_2 от точки (1) к точке (2) соответствует возрастанию времени. Поэтому

$$\frac{\delta p_2}{\delta t} = \frac{dp_2}{dt} = \Phi_0. \tag{3}$$

Обозначим i орт действия Φ_0. Тогда согласно формуле (3)

$$\Phi_0 = i\,|\Phi_0| = i\,\frac{|\delta p_2|}{\delta t} = i\left|\frac{\delta p_2}{\delta x}\right|\frac{|\delta x|}{\delta t}.$$

По формуле (1) величину $|\delta x|/\delta t$ можно заменить на C_2, если условиться пользоваться той системой координат, в которой C_2 положительно. При этом условии

$$\Phi_0 = iC_2\left|\frac{\delta p_2}{\delta x}\right|. \tag{4}$$

Множитель при iC_2 является величиной, независящей от хода времени, т. е. силовым инвариантом. Действительно, при любом ходе времени не только пространственные промежутки, но и промежутки времени должны измеряться неизменными масштабами. Поэтому скорости, а следовательно, и их импульсы не должны зависеть от хода времени. Как это доказано выше, при существовании хода времени iC_2 в точке (2) обязательно должен быть в точке (1) ход времени $-iC_2$. Значит, при действии на точку (2) обязательно должно быть и противодействие, или сила реакции R_0, в точке (1):

$$R_0 = -iC_2\left|\frac{\delta p_2}{\delta x}\right|. \tag{5}$$

Таким образом, третий закон Ньютона оказывается прямым следствием свойств причинности и хода времени. Действие и противодействие являются сторонами одного и того же явления, и между ними не может быть разрыва во времени. Таким образом, закон сохранения импульса является одним из самых фундаментальных законов Природы.

Допустим теперь, что ход времени изменился и вместо $\pm iC_2$ стал равным $\pm(iC_2 + ju)$. Тогда по формулам (4) и (5) должно произойти следующее преобразование сил:

$$\Phi = (iC_2 + ju)\left|\frac{\delta p_2}{\delta x}\right|; \quad R = -(iC_2 + ju)\left|\frac{\delta p_2}{\delta x}\right|.$$

Получаются дополнительные силы:

$$\Delta\Phi = \Phi - \Phi_0 = +j\,\frac{u}{C_2}\,|\Phi_0|,$$

$$\Delta R = R - R_0 = -j\,\frac{u}{C_2}\,|\Phi_0|. \tag{6}$$

Итак, в причинной связи с вращающимся волчком можно ожидать появления дополнительных сил (6), действующих вдоль оси вращения волчка. Соответствующие опыты, описанные подробно в следующей части, показывают, что действительно при вращении возникают силы, действующие по оси и зависящие от направления вращения. Измеренные величины дополнительных сил позволяют по формуле (6) определить значение хода времени C_2 не только по величине, но и по знаку, т. е. указать тип координатной системы, в которой C_2 положительно. Оказалось, что ход времени нашего Мира положителен в левой системе координат, отсюда получается возможность объективного определения правого и левого: левой системой координат называется та система, в которой ход времени положителен, а правой — в которой он отрицателен. Таким образом, ход времени, связывающий все тела в Мире, даже при полной их изоляции, играет роль того материального моста, о необходимости которого для согласования понятий правого и левого говорил еще Гаусс [3].

Появление дополнительных сил можно постараться наглядно представить себе следующим образом. Время втекает в систему через причину к следствию. Вращение изменяет возможность этого втекания, и в результате ход времени может создать дополнительные напряжения в системе. Дополнительные напряжения изменяют потенциальную и полную энергию системы. Эти изменения производит ход времени. Отсюда следует, что время имеет энергию. Поскольку дополнительные силы равны и направлены противоположно, импульс системы не меняется. Значит, время не имеет импульса, хотя и обладает энергией.

В механике Ньютона $C_2 = \infty$. Дополнительные силы по формуле (6) исчезают, как и должно быть в этой механике. Это естественно, ибо бесконечный ход времени нельзя ничем изменить. Поэтому время кажется Роком, наделенным несокрушимым могуществом. Реальное же время имеет конечный ход, на него можно влиять, и, значит, в принципе время может быть обратимым. Как на самом деле осуществлять эти явления, должны когда-нибудь показать опыты, изучающие свойства времени.

В атомной механике $C_2 = 0$. Формулы (6), полученные некоторым уточнением принципов механики Ньютона, являются приближенными и не дают предельного перехода при $C_2 = 0$.

Они указывают только, что в этом случае дополнительные эффекты, не предусмотренные механикой Ньютона, будут играть главенствующую роль. Причинность становится совершенно запутанной, и явления природы остается объяснить статистически.

Механика Ньютона отвечает Миру с бесконечно прочными причинными связями, а атомная механика представляет другой предельный случай Мира с бесконечно слабыми причинными связями. Формулы (6) показывают, что механику, отвечающую принципам причинности естествознания, следует развивать со стороны механики Ньютона, а не со стороны атомной механики. При этом могут появиться черты, характерные для атомной механики. Например, можно ожидать появления в макроскопической механике квантовых эффектов.

Изложенные здесь теоретические соображения нужны в основном только для того, чтобы знать, как поставить опыты по изучению свойств времени. Время представляет собой целый мир загадочных явлений, и их нельзя проследить логическими рассуждениями. Свойства времени должны постоянно выясняться физическими опытами.

Для постановки экспериментов важно заранее знать величину ожидаемых эффектов, которые зависят от величины C_2. Числовое значение C_2 можно попытаться оценить, исходя из соображений размерности.

Единственная универсальная постоянная, которая может иметь смысл псевдоскаляра, это постоянная Планка h. Действительно, эта постоянная имеет размерность момента количества движения и определяет спин элементарных частиц. Теперь, пользуясь постоянной Планка и любой скалярной универсальной постоянной, надо получить величину, имеющую размерность скорости. Легко убедиться, что выражение

$$C_2 = \alpha e^2/h = \alpha \cdot 350 \text{ км/с} \qquad (7)$$

является единственной комбинацией этого рода. Здесь e — заряд элементарной частицы и α — некоторый безразмерный множитель. Тогда по формуле (6) при $u=100$ км/с дополнительные силы будут порядка 10^{-4} или 10^{-5} (при значительном α) от приложенных сил. При таком C_2 силы хода времени легко обнаружить в простейших опытах, не требующих высокой степени точности измерений.

Часть II

ОПЫТЫ ПО ИЗУЧЕНИЮ СВОЙСТВ ВРЕМЕНИ И ОСНОВНЫЕ ВЫВОДЫ

Элементарная проверка развитых выше теоретических соображений была начата нами еще зимой 1951—1952 г. С тех пор эти опыты непрерывно продолжались при активном участии

в течение ряда лет доцента В. Г. Лабейша. В настоящее время они уже давно проводятся нами в лаборатории Пулковской обсерватории вместе с инженером В. В. Насоновым. Работа В. В. Насонова придала опытам высокую степень надежности. За время этих исследований был накоплен многочисленный и разнообразный материал, позволяющий сделать ряд выводов о свойствах времени. Не весь материал удалось интерпретировать, и не весь материал обладает одинаковой степенью достоверности. Здесь мы будем излагать только те данные, которые подвергались многократной проверке и которые с нашей точки зрения являются совершенно достоверными. Постараемся также сделать выводы из этих данных.

Теоретические соображения показывают, что опыты по изучению причинных связей и хода времени надо проводить с вращающимися телами — гироскопами. Первые опыты сделаны для проверки того, что закон сохранения импульса выполняется всегда и независимо от состояния вращения тел. Эти опыты проводились на рычажных весах. При замедлении гироскопа, вращающегося по инерции, его момент вращения должен передаваться весам, что вызывает неизбежное скручивание подвесов. Во избежание связанных с этим трудностей взвешивания вращение должно поддерживаться постоянным. Поэтому были использованы гироскопы авиационной автоматики, скорость которых поддерживалась переменным трехфазным током с частотой порядка 500 Гц. С этой же частотой происходило вращение ротора гироскопов. Оказалось возможным, не снижая существенно точности взвешивания, подводить ток к подвешенному на весах гироскопу с помощью трех очень тонких проводников, лишенных изоляции. При взвешивании гироскоп находился в закрытой герметически коробке, что совершенно исключало влияние воздушных токов. Точность взвешивания была порядка 0,1—0,2 мг. При вертикальном расположении оси и разных скоростях вращения показания весов оставались неизменными. Например, исходя из данных для одного из гироскопов (средний диаметр ротора $D=4{,}2$ см, вес ротора $Q=250$ г), можно заключить, что при линейной скорости вращения $u=70$ м/с сила, действующая на весы, остается неизменной с точностью большей, чем до шестого знака. В эти опыты было внесено еще следующее, интересное теоретически, осложнение. Коробка с гироскопом подвешивалась к железной пластинке, которую притягивали магниты, скрепленные с некоторым массивным телом. Вся система подвешивалась на весах через посредство эластичной резины. Ток к электромагнитам подводился с помощью двух очень тонких проводников. Система прерывания тока была установлена отдельно от весов. При разрыве цепи коробка с гироскопом падала до ограничителя, скрепленного с электромагнитами. Амплитуда этих падений и последующих подъемов могла достигать 2 мм. Взвешивание произво-

дилось при разных направлениях и скоростях вращения гироскопа, при разных амплитудах и при частотах колебаний от единиц до сотен герц. Для вращающегося гироскопа, как и для неподвижного, показания весов оставались неизменными.

Можно считать, что описанные опыты достаточно хорошо обосновывают теоретическое заключение о сохранении импульса в причинной механике.

Предыдущие опыты, несмотря на теоретический интерес, не давали никаких новых эффектов, могущих подтвердить роль причинности в механике. Однако при их выполнении было замечено, что при передаче вибраций от гироскопа на стойку весов могут появляться изменения показаний весов, зависящих от скорости и направления вращения гироскопа. Когда начинается вибрация самих весов, коробка с гироскопом перестает быть строго замкнутой системой. Весы же могут выйти из равновесия, если дополнительное действие гироскопа, возникшее от вращения, окажется перенесенным с оправы гироскопа на стойку весов. Из этих наблюдений возникла серия опытов с вибрациями гироскопов.

В первом варианте вибрации осуществлялись за счет энергии ротора и боя в его подшипниках при некотором в них люфте. Разумеется, вибрации мешают точному взвешиванию. Поэтому пришлось отказаться от прецизионных весов типа аналитических и перейти на технические весы, у которых ребра призмы соприкасаются с площадками, имеющими форму крышек. Все же при этом удалось сохранить точность порядка 1 мг в дифференциальных измерениях. Опорные площадки в виде крышек удобны еще и тем, что с ними можно производить взвешивание гироскопов, вращающихся по инерции. Подвешенный на жестком подвесе гироскоп мог передавать через коромысло свои вибрации стойке весов. При некотором характере вибраций, который подбирался совершенно на ощупь, наблюдалось значительное уменьшение действия гироскопа на весы при вращении его против часовой стрелки, если смотреть сверху. При вращении по часовой стрелке в тех же условиях показания весов практически оставались неизменными. Измерения, выполненные с гироскопами разного веса и радиуса ротора при различных угловых скоростях показали, что уменьшение веса в соответствии с формулой (6) действительно пропорционально весу и линейной скорости вращения. Например, при вращении гироскопа ($D=4{,}6$ см, $Q=90$ г, $u=25$ м/с) получилось облегчение $\Delta Q=-8$ мг. При вращении по часовой стрелке всегда оказывалось $\Delta Q=0$. При горизонтальном же расположении оси в любом азимуте наблюдалось среднее значение $\Delta Q=-4$ мг. Отсюда можно сделать заключение, что любое вибрирующее тело в условиях этих опытов должно показывать уменьшение веса. Дальнейшие исследования показали, что этот

эффект вызван вращением Земли, о чем подробно будет сказано ниже. Сейчас нам важно только, что при вибрациях создается новый нуль отсчета, относительно которого при вращении против часовой стрелки получается облегчение, а при вращении по часовой стрелке — совершенно одинаковое утяжеление ($\Delta Q=\pm 4$ мг). Таким образом, формулы (6) получают полное экспериментальное подтверждение. Из приведенных данных следует, что $C_2=550$ км/с. Согласно нашему условию вектор j направлен в ту сторону, откуда вращение кажется происходящим по часовой стрелке. Значит, при вращении гироскопа против часовой стрелки он направлен вниз. При таком вращении гироскоп облегчается, а значит, дополнительное действие его на стойку весов направлено вниз, т. е. по орту j. Это будет в том случае, если u и C_2 имеют одинаковые знаки. При нашем условии относительно направления орта j псевдоскаляр u положителен в левой системе координат. Следовательно, и ход времени нашего Мира положителен в левой системе. Поэтому в дальнейшем мы будем пользоваться всегда левой системой координат. Совокупность всех произведенных затем опытов позволила уточнить значение C_2:

$$C_2=+700\pm 50 \text{ км/с в левой системе координат.} \qquad (8)$$

Это значение делает весьма вероятным связь хода времени с другими универсальными постоянными по формуле (7) при $\alpha=2$. Тогда безразмерная постоянная тонкой структуры Зоммерфельда становится просто отношением двух скоростей C_2/C_1, каждая из которых осуществляется в природе.

Опыты на весах с вибрациями гироскопа дают еще и новый принципиальный результат. Оказывается, что дополнительные силы действия и противодействия располагаются в разных точках системы — на стойке весов и на гироскопе. Получается пара сил, поворачивающих коромысло весов. Следовательно, время обладает не только энергией, но и моментом вращения, который оно может передавать системе.

Принципиальную проверку результатов, полученных с весами, дает маятник, в котором телом является вибрирующий гироскоп с горизонтальной осью, подвешенный на длинной тонкой нити. Как и в опытах с весами, при вращении гироскопа в спокойном режиме ничего не происходило, и эта нить не отклонялась от отвеса. При некотором же характере вибраций гироскопа нить отклонялась от отвеса всегда на одну и ту же величину (при заданном u) и именно в ту сторону, откуда вращение гироскопа происходило против часовой стрелки. При длине нити $l=2$ м и $u=25$ м/с отклонение составляло 0,07 мм, что дает для отношения горизонтальной силы к весу значение $3{,}5\cdot 10^{-5}$, достаточно близкое к результатам взвешивания.

Существенным недостатком описанных опытов является невозможность простой регулировки режима вибраций. Поэтому желательно перейти к опытам, в которых вибрации создает не ротор, а неподвижные части системы.

На весах опора коромысла была охвачена специальной скобой, которая гибким тросом соединялась с длинной металлической пластинкой. Один конец этой пластинки лежал на шариковом подшипнике, эксцентрично насаженном на ось электромотора, и был связан с подшипником резиновым охватом. Другой конец пластинки был закреплен горизонтальной осью. Меняя скорость электромотора и положение связующего троса на пластинке, можно получить гармонические колебания опоры коромысла весов любой частоты и амплитуды. Направляющие для подъема опоры коромысла при арретировании весов исключали возможность горизонтального раскачивания. Для подвеса гироскопа было необходимо найти оптимальные условия, при которых вибрации передавались на ротор и вместе с тем этот конец коромысла оставался бы квазисвободным сравнительно с другим концом, к которому жестко подвешен уравновешивающий груз. При таких условиях коромысло может спокойно вибрировать, совершая повороты около своего конца, закрепленного грузом на жестком подвесе. Колебания этого рода удалось получить, подвешивая гироскоп на струне диаметром 0,15 мм и длиной порядка 1—1,5 м. С этой установкой наблюдалось изменение веса гироскопа при вращении его вокруг вертикальной оси.

Замечательно, что в сравнении с предыдущими опытами эффект оказывался противоположного знака. При вращении гироскопа против часовой стрелки наблюдалось не облегчение, а значительное утяжеление. Значит, в этом случае на гироскоп действует дополнительная сила, направленная в сторону, откуда вращение кажется происходящим по часовой стрелке. Этот результат означает, что причинность и ход времени вводят в систему вибрации и что источник вибрации фиксирует положение причины. В этих опытах источником вибрации является невращающаяся часть системы, а в первоначальном варианте опытов источником является ротор. Переставляя местами причину и следствие, мы изменяем по отношению к ним и направленность вращения, т. е. направление орта j. Отсюда по формуле (6) происходит изменение знака дополнительных сил. В обычной механике все силы совершенно не зависят от того, что является источником вибраций, а что следствием. В причинной же механике, наблюдая направление дополнительных сил, можно сразу сказать, где находится причина вибраций. Значит, действительно возможен механический опыт, отличающий причину от следствия.

Опыты с маятником дали тот же результат. Гироскоп, подвешенный на тонкой струне, при вибрации точки подвеса

отклонялся в сторону, откуда вращение происходило по часовой стрелке. Вибрации подвеса осуществлялись с помощью электромагнитного реле. К расположенной горизонтально железной пластинке реле был припаян гибкий металлический стержень, на котором крепилась струна маятника. Благодаря стержню колебания становились более гармоническими. Положение реле регулировалось таким образом, чтобы не было горизонтальных смещений точки подвеса.

Для контроля регулировки включался постоянный ток, при котором электромагниты притягивали пластинку и поднимали точку подвеса. Положение нити наблюдалось лабораторной трубой, имевшей шкалу с ценой деления 0,14 мм для наблюдаемого объекта. Оценивая на глаз доли этого широкого деления, можно было при многократных измерениях иметь результат с точностью до 0,01 мм. При длине маятника $l=3{,}3$ м и скорости вращения $u=40$ м/с отклонение гироскопа получалось равным 0,12 мм. Чтобы получить значение дополнительной силы ΔQ по отношению к весу ротора ($Q=250$ г), надо ввести поправку на вес оправы гироскопа $a=150$ г, т. е. умножить $\Delta l/l$ на $(Q+a)/Q$. Отсюда получается как раз то значение C_2, которое приведено выше в (8). В этих опытах оказалось, что для получения эффекта отклонения нити конец оси гироскопа, откуда вращение кажется по часовой стрелке, должен быть несколько поднят. Следовательно, должна в этом направлении существовать некоторая проекция силы, поднимающей гироскоп при вибрациях. Действительно, эффект отклонения получается еще легче, когда осуществляется параметрический резонанс нити с колебаниями, плоскость которых проходила через ось гироскопа. По-видимому, существование сил, действующих по направлению ju, усиливает сходство ju с ходом времени и облегчает преобразование $\pm iC_2$ на $\pm(iC_2+ju)$. Необходимо отметить, что ось гироскопа надо располагать в плоскости первого вертикала. При перпендикулярном расположении оси, т. е. в плоскости меридиана, возникает некоторое дополнительное смещение. Это смещение, очевидно, создают силы, вызванные вращением Земли, о которых мы упоминали, описывая первые опыты с вибрацией на весах. Обратимся теперь к объяснению природы сил.

Обозначим через u линейную скорость вращения точки, находящейся на поверхности Земли. Эта точка находится в гравитационном взаимодействии со всеми другими точками земного шара. Их действие равносильно действию всей массы Земли при некоторой средней скорости $\bar{u}$, значение которой находится между нулем и u на экваторе. Поэтому при наличии причинной связи могут возникнуть дополнительные силы, направленные по оси Земли подобно силам, действующим на гироскоп при вращении его со скоростью $(u-\bar{u})$ относительно опоры. Если причинные явления космической жизни Земли связаны с наруж-

ными слоями, то эти силы должны действовать на поверхности в сторону, откуда вращение кажется происходящим против часовой стрелки, т. е. к северу. Итак, в этом случае на поверхности Земли должны действовать силы хода времени:

$$\Delta Q = \frac{-j\,(u-\bar{u})}{C_2}\,|Q|, \qquad (9)$$

где j — орт вращения Земли, направленный к югу, и Q — действие силы веса на опору. На внутренние части Земли действуют силы противоположного направления, и по закону сохранения импульса центр тяжести Земли не смещается. В полярных областях $u < \bar{u}$, и поэтому там в обоих полушариях ΔQ будет направлено к югу. Следовательно, в каждом полушарии найдется характерная параллель, где $\Delta Q = 0$. Под действием таких сил Земля примет форму кардиоиды, вытянутой к югу. Одним из параметров, характеризующих кардиоиду, является коэффициент асимметрии η:

$$\eta = \frac{b_S - b_N}{2a}, \qquad (10)$$

где a — большая полуось, а b_S и b_N — расстояния от полюсов до экваториальной плоскости.

У Юпитера и Сатурна экваториальная скорость u составляет около 10 км/с. Поэтому у этих планет с быстрым вращением коэффициент η может быть очень значительным и достигать в соответствии с выражениями (8) и (9) нескольких единиц третьего знака. Тщательные измерения фотографических изображений Юпитера, выполненные автором и Д. О. Мохначем [4], показали, что у Юпитера южное полушарие более вытянуто и $\eta = +3 \cdot 10^{-3} \pm 0{,}6 \cdot 10^{-3}$. Аналогичный результат, лишь с меньшей точностью, был получен и для Сатурна: $\eta = 7 \cdot 10^{-3} \pm 3 \cdot 10^{-3}$.

Изменения силы тяжести на поверхности Земли и движения искусственных спутников показывают, что существует некоторое различие ускорений тяжести в северном и южном полушариях: $\Delta g = g_N - g_S > 0$, $\Delta g/g = 3 \cdot 10^{-5}$. Для однородной планеты так и должно быть при вытянутом южном полушарии, ибо точки этого полушария находятся дальше от центра тяжести. Коэффициент η должен быть порядка $\Delta g/g$. Необходимо подчеркнуть, что этот наш вывод находится в прямом противоречии с принятой интерпретацией приведенных выше данных об ускорении тяжести. Суть этого расхождения заключается в том, что без учета сил хода времени увеличение тяжести в северном полушарии можно объяснить только присутствием там более плотных пород. В этом случае уровенная поверхность того же значения должна отступить дальше. Отождествляя уровенную поверхность с поверхностью Земли, остается заключить, что северное полушарие более вытянуто.

Однако знак η, полученный непосредственно для Юпитера и Сатурна, говорит против этой интерпретации, содержащей в себе еще и противоречивое предположение о неравновесном распределении пород внутри Земли.

Полученный знак асимметрии фигур планет приводит к парадоксальному выводу о том, что причина физических явлений внутри небесных тел находится в периферических слоях. Однако такой результат возможен, если, например, энергетика планеты определяется ее сжатием. В своих работах по внутреннему строению звезд [5] автор пришел к выводу, что энергетика звезд очень сходна с энергетикой охлаждающихся и сжимающихся тел. Недостаток знаний сути причинных связей не позволяет углубить этот вопрос. Вместе с тем мы должны настаивать на выводах, которые получены из асимметрии планет при сравнении их с гироскопами.

Направление отвеса на поверхности Земли определяется совокупным действием сил тяжести, центробежных сил и сил хода времени, действующих к северу в наших широтах. При свободном падении отсутствует действие на опору ($Q = 0$) и поэтому $\Delta Q = 0$. В результате свободно падающее тело должно отклоняться от отвеса к югу на величину Δl_S:

$$\Delta l_S = -\frac{\Delta Q_N}{Q} l, \qquad (11)$$

где l — высота падения тела, а ΔQ_N — горизонтальная слагающая сил хода времени умеренных широт. Лет сто, двести тому назад эта проблема отклонения падающих тел к югу привлекала к себе очень большое внимание. Уже первые опыты, произведенные Гуком в январе 1680 г. по инициативе Ньютона для проверки отклонения падающих тел к востоку, привели Гука к убеждению, что падающее тело отклоняется не только к востоку, но и к югу. Эти опыты неоднократно повторялись и приводили к тому же результату. Лучшие определения были сделаны инженером Рейхом в шахтах Фрейбурга [6]. При $l = 158$ м получилось $\Delta l_S = 4{,}4$ мм к югу и к востоку $\Delta l_{ost} = 28{,}4$ мм — отклонение, которое хорошо согласуется с теорией. По формуле (11) из этих определений следует

$$\frac{\Delta Q_N}{Q} = 2{,}8 \cdot 10^{-5} \quad \text{при} \quad \varphi = 48°, \qquad (12)$$

что хорошо согласуется с нашими ориентировочными представлениями об асимметрии фигуры Земли. Опыты по отклонению падающих тел от отвеса очень сложны и трудоемки. Интерес к этим опытам совершенно исчез после того, как Хаген в Ватикане [7] с помощью машины Автуда получил отклонение к востоку в блестящем согласии с теорией и не получил никакого отклонения к югу. На машине Автуда из-за натяжения нити отклонение к востоку уменьшается только вдвое. Отклоне-

ние же к югу при ускорении, равном $(1/25)g$ (как это было у Хагена), по формулам (9), (11) должно уменьшаться в 25 раз. Поэтому опыты Хагена ни в какой мере не опровергают эффект отклонения к югу.

Возвратимся теперь к явлениям, возникающим при вибрации тяжелого тела на поверхности Земли. Причинно-следственная связь внутри Земли создает на поверхности вместо обычного хода времени $\pm iC_2$ ход времени $\pm[iC_2 - j(u - \bar{u})]$. Поэтому на поверхности Земли на тело, с которым связана причина, должна действовать дополнительная сила ΔQ, направленная по оси Земли к северу и определяемая формулой (9). В месте же, где находится следствие, должна действовать сила противоположного знака, т. е. к югу. Значит, при вибрациях тяжелого тела оно должно облегчаться. В обратном случае, когда источник вибрации связан с опорой, тело должно утяжеляться. На маятнике при вибрации точки подвеса должно наблюдаться отклонение к югу. Эти явления открыли замечательную возможность: не только измерять распределение сил хода времени по поверхности Земли, но и изучать причинные связи и свойства времени самым простым образом, на обычных телах, без трудных опытов с гироскопами.

Опыты по изучению дополнительных сил, вызванных вращением Земли, имеют еще то преимущество, что вибрации точки опоры могут не достигать самого тела. Затухание вибраций даже необходимо, чтобы лучше выразить различие в положениях причины и следствия. Поэтому на весах достаточно тело подвешивать на короткой резине, обеспечивающей спокойный режим работы весов при вибрациях. На маятнике следует применять тонкую капроновую нить. В остальном опыты проводились так же, как и с гироскопами.

На весах при вибрации опоры коромысла действительно происходит утяжеление груза, подвешенного на резинке. Многократными опытами было доказано, что увеличение веса, т. е. вертикальная компонента дополнительной силы ΔQ_z, пропорциональна весу тела Q. Для Пулково $\Delta Q_z/Q = 2{,}8 \cdot 10^{-5}$. Горизонтальная составляющая ΔQ_s определялась по отклонению маятников разной длины (от 2 до 11 м) при вибрации точки подвеса. При таких вибрациях маятники в соответствии с утяжелением груза на весах отклонялись к югу. Например, при $l = 3{,}2$ м получилось $\Delta l_s = 0{,}052$ мм. Отсюда $\Delta Q_s/Q = \Delta l_s/l = 1{,}6 \cdot 10^{-5}$, что вполне соответствует значению Рейха (11), найденному для более низкой широты. Если сила ΔQ направлена по оси Земли, то должно выполняться условие $\Delta Q_z/\Delta Q_s = \operatorname{tg}\varphi$, где φ — широта места наблюдений. Из приведенных данных следует, что $tg\,\varphi = 1{,}75$ в полном соответствии с широтой Пулково.

Подобные опыты были осуществлены на более высокой широте в городе Кировске, и тоже получилось хорошее согласие

с широтой. На весах и на маятниках амплитуды вибраций точки опоры были порядка десятых долей миллиметра, а частоты изменялись до порядка десятков герц.

Измерения, выполненные на разных широтах северного полушария, показали, что действительно существует параллель, где отсутствуют силы хода времени: $\Delta Q = 0$ при $\varphi = 73°05'$. Экстраполируя данные этих измерений, можно получить для полюса следующую оценку: $\Delta Q/Q = 6{,}5 \cdot 10^{-5}$. Взяв значение C_2, найденное из опытов с гироскопами (8), находим отсюда для полюса $\bar{u} \cong 45$ м/с. На экваторе скорость вращения Земли в десять раз больше. Поэтому указанное значение $\bar{u}$ может казаться меньше ожидаемого. Однако надо иметь в виду, что мы сейчас не располагаем знанием глубокой связи тяготения с временем, которое необходимо для строгого расчета $\bar{u}$. Учитывая же огромную дистанцию в кинематике вращений лабораторного гироскопа и земного шара, можно считать полученные для обоих случаев результаты находящимися в очень хорошем согласии.

На весах была выполнена проверка предсказанного изменения знака, когда источником вибрации становился сам груз. Для этого под опорную площадку коромысла вводилась резиновая прокладка, а вместо груза на резине жестко подвешивался электромотор с эксцентриком, поднимающим и опускающим груз. При таких вибрациях вся кинематика коромысла весов оставалась прежней. Вместе с тем получалось не утяжеление, а облегчение системы, подвешенной к колеблющемуся концу коромысла. Этот результат совершенно исключает возможность классического объяснения наблюдавшихся эффектов и замечательно показывает роль причинности.

В опытах с вибрациями на весах изменение веса тела ΔQ_z происходит скачком, начиная с некоторой энергии вибрации. При дальнейшем увеличении частоты вибраций изменение веса остается сначала неизменным, а затем увеличивается скачком на ту же величину. Таким образом, оказалось, что помимо основной выделяющейся ступени ΔQ_z при хорошей гармоничности колебаний можно наблюдать ряд квантованных значений: $(1/2)\Delta Q$, ΔQ, $2\Delta Q$, $3\Delta Q$, ..., соответствующих непрерывному изменению частоты вибраций. Из наблюдений следует, что энергии вибраций начала каждой ступени образуют, по-видимому, такой же ряд. Иными словами, для получения кратных ступеней частоты вибраций должны увеличиваться в $\sqrt{2}$, $\sqrt{3}$ и т. д. раз. Получается впечатление, что весы с возбужденной ступенью ведут себя, как весы без колебаний, добавка же энергии вибраций приводит к появлению той же ступени ΔQ_z. Однако настоящего объяснения этому явлению еще не удалось найти. Остается совершенно непонятным появление половинного квантового числа. Эти квантовые эффекты наблюдались и в опытах с маятниками. Впоследствии оказалось, что кванто-

ванность эффектов получается почти во всех опытах. Следует отметить, что на всех весах наблюдается еще один интересный эффект, и тоже не нашедший отчетливого объяснения. Энергия вибрации, необходимая для возбуждения ступени, зависит от азимута весов. Энергия минимальна, когда груз на резине находится к югу от стойки весов, и максимальна, когда он находится к северу.

Опыты с вибрациями имеют тот недостаток, что вибрации всегда в какой-то степени нарушают правильность работы измерительной системы. Вместе с тем в наших опытах вибрации нужны только для того, чтобы фиксировать положение причины и следствия. Поэтому крайне желательно найти другой способ этой фиксации. Можно, например, пропускать постоянный электрический ток через длинную металлическую нить, к которой подвешено тело маятника. Ток можно вводить через точку подвеса и пропускать через очень тонкую нить у тела маятника, не мешающую его колебаниям. Силы Лоренца — взаимодействие тока и магнитного поля Земли — действуют в плоскости первого вертикала и не могут вызвать интересующего нас меридионального смещения. Эти опыты увенчались успехом. Так, на маятнике длиной 2,8 м при минусе напряжения в точке подвеса, начиная с 15 В, и силе тока 0,03 А скачком появлялось отклонение к югу на величину 0,024 мм, сохранившуюся при дальнейшем увеличении напряжения до 30 В. Этому отклонению соответствует относительное смещение $\Delta l/l = 0{,}85 \cdot 10^{-5}$, что составляет почти половину ступени, наблюдавшейся при вибрации. При плюсе напряжения в точке подвеса получилось аналогичное отклонение к северу. Таким образом, ничего не зная о природе электрического тока, уже только из одних этих опытов можно было заключить, что причиной тока является перемещение отрицательных зарядов.

Оказалось, что на маятнике положение причины и следствия можно фиксировать еще проще, нагревая или охлаждая точку подвеса. Для этого маятник должен быть подвешен на металлической нити, хорошо проводящей тепло. Точка подвеса нагревалась электрической спиралью. При накаливании до свечения этой спирали маятник отклонялся на половину ступени, как и при опытах с электрическим током. При охлаждении точки подвеса сухим льдом получалось отклонение к северу. Отклонение к югу можно получить и охлаждением тела маятника, помещая его для этого, например, в сосуд, на дне которого находится сухой лед. В этих опытах только при очень благоприятных обстоятельствх удавалось получить полный эффект отклонения. Очевидно, вибрации имеют некоторое принципиальное преимущество. Скорее всего, при вибрациях существенна не только диссипация механической энергии. Вероятно, силы вибраций, направленные по *ju*, способствуют появлению всех других дополнительных сил.

Успех термических опытов позволил для изучения горизонтальных сил перейти от длинных маятников к значительно более простому и более точному прибору — крутильным весам. Применялись крутильные весы оптимальной чувствительности, при которой ожидаемое отклонение составляло 5—20°. Было использовано коромысло аптекарских весов, к верхней дужке которых был припаян зажим, которым закреплялась тонкая вольфрамовая нить подвеса диаметром 35 мк и длиной порядка 10 см. Другой конец нити крепился таким же зажимом на неподвижной стойке. Во избежание накопления электрических зарядов и их электростатического действия весы через стойку надежно заземлялись. На один конец коромысла подвешивался металлический стержень вместе с небольшим стеклянным пузырьком, в который он входил. На другом конце подвешивался уравновешивающий груз порядка 20 г. Шкала, разделенная на градусы, позволяла определить угол поворота коромысла. Пузырек заполнялся снегом или водой и льдом. При этом возникал поток тепла по коромыслу к стержню, и весы, предварительно установленные в первом вертикале, поворачивались этим концом к югу. Горизонтальная сила ΔQ_S рассчитывалась по углу отклонения α с помощью формулы

$$\alpha = \frac{T^2 - T_0^2}{4\pi^2} \frac{g}{2l} \left(\frac{\Delta Q_S}{Q} \right), \qquad (13)$$

где T — период колебания крутильных весов, T_0 — период колебания одного коромысла, без грузов, g — ускорение силы тяжести и $2l$ — длина коромысла, т. е. расстояние между подвешенными грузами. В этой формуле угол α выражен в радианах. Например, на весах с $l = 9{,}0$ см, $T = 132$ с, $T_0 = 75$ с наблюдалось отклонение к югу на угол 17,5°. Отсюда по формуле (13) следует $\Delta Q_S/Q = 1{,}8 \cdot 10^{-5}$, что хорошо соответствует полученному ранее значению горизонтальных сил. Половинное и кратные значения наблюдались и в опытах с крутильными весами. Другим вариантом опыта было нагревание стержня маленькой спиртовкой, подвешенной вместо пузырька. Такая же спиртовка помещалась на другом конце коромысла с уравновешивающим грузом, но так, чтобы она не могла нагревать коромысло. При горении обеих спиртовок происходило одинаковое выгорание спирта, и в вертикальной плоскости весы не выходили из равновесия. В этих опытах неизменно получался обратный эффект — поворот к северу конца коромысла со стержнем.

Необходимо отметить один важный вывод, который вытекает из совокупности наблюдавшихся явлений. При воздействии на опору это воздействие может не достигнуть тяжелого тела и вместе с тем в теле возникают силы, приложенные в каждой его точке, т. е. силы массовые, а следовательно, тождественные изменению веса. Значит, воздействуя на опору, где находятся

силы натяжения, являющиеся следствием веса, можно получить изменение веса, т. е. изменение причины. Поэтому произведенные опыты показывают принципиальную возможность обращения причинных связей.

Второй цикл опытов по изучению свойств времени был начат в результате наблюдений над очень странными обстоятельствами, мешающими воспроизведению опытов. Уже в первых опытах с гироскопами пришлось столкнуться с тем, что иногда опыты удаются очень легко, а иногда, при точном соблюдении тех же условий, они оказываются безрезультатными. Эти трудности отмечались и в старинных опытах по отклонению падающих тел к югу. Только в тех опытах, где в широких пределах возможно усиление причинного воздействия, как, например, при вибрациях опоры весов или маятника, можно почти всегда добиться результата. По-видимому, кроме постоянного хода C_2 у времени существует еще и переменное свойство, которое можно назвать плотностью или интенсивностью времени. При малой плотности время с трудом воздействует на материальные системы, и требуется сильное подчеркивание причинно-следственного отношения, чтобы появились силы, вызванные ходом времени. Возможно, что наше психологическое ощущение пустого или содержательного времени имеет не только субъективную природу, но, подобно ощущению времени, имеет и объективную физическую основу.

Существует, по-видимому, много обстоятельств, влияющих на плотность времени в окружающем нас пространстве. Поздней осенью и в первую половину зимы все опыты легко удаются. Летом же эти опыты затруднительны настолько, что многие из них не выходят совсем. Вероятно, в соответствии с этими обстоятельствами, опыты в высоких широтах получаются значительно легче, чем на юге. Однако, кроме этих регулярных изменений, часто наблюдались внезапные изменения условий, необходимых для успеха опытов, которые происходили в течение одного дня или даже нескольких часов. Очевидно, плотность времени меняется в широких пределах из-за процессов, происходящих в природе, и наши опыты являются своеобразным прибором, регистрирующим эти перемены. Если это так, то оказывается возможным воздействие одной материальной системы на другую через время. Такую связь можно предвидеть, поскольку причинно-следственные явления происходят не только во времени, но и с помощью времени. Поэтому в каждом процессе Природы может затрачиваться или образовываться время. Это заключение оказалось возможным подтвердить прямым экспериментом.

Поскольку изучается явление такой общности, как время, очевидно, достаточно взять самый простой механический процесс, чтобы попытаться у времени изменить его плотность. Например, можно любым двигателем поднимать и опускать

груз или менять натяжение тугой резины. Получается система с двумя полюсами: источником энергии и ее стоком, т. е. причинно-следственный диполь. С помощью жесткой передачи полюсы этого диполя можно раздвинуть на достаточно большое расстояние. Будем один из этих полюсов приближать к длинному маятнику при вибрациях его точки подвеса. Вибрации надо настроить таким образом, чтобы возникал не полный эффект отклонения к югу, а лишь тенденция появления этого эффекта. Оказалось, что эта тенденция заметно возрастает и переходит даже в полный эффект, если к телу маятника или к точке подвеса приближать тот полюс диполя, где происходит поглощение энергии. С приближением же другого полюса (двигателя) появление на маятнике эффекта южного отклонения неизменно затрудняется. При близком расположении друг от друга полюсов диполя практически исчезало их влияние на маятник. Очевидно, в этом случае происходит значительная компенсация их влияния. Оказалось, что влияние причинного полюса не зависит от направления, по которому он расположен относительно маятника. Влияние его зависит только от расстояния. Многократные и тщательные измерения показали, что это влияние убывает не обратно пропорционально квадрату расстояния, как у силовых полей, а обратно первой степени расстояния. При подъеме и опускании груза 10 кг, подвешенного через блок, его влияние ощущалось на расстоянии в 2—3 м от маятника. Даже толстая стена лаборатории не экранировала этого влияния. Надо заметить, что эти опыты, подобно предыдущим, также не всегда удаются. Полученные результаты показывают, что вблизи системы с причинно-следственным отношением плотность времени действительно изменяется. Около двигателя происходит разряжение времени, а около приемника — его уплотнение. Получается впечатление, что время втягивается причиной и, наоборот, уплотняется в том месте, где расположено следствие. Поэтому на маятнике получается помощь от приемника и помеха со стороны двигателя. Может быть, этим обстоятельством объясняется и легкое осуществление опытов зимой и в северных широтах, а плохое летом на юге. Дело в том, что в наших широтах зимой находятся следствия динамики атмосферы южных широт. Это обстоятельство может помогать появлению эффектов хода времени. Летом же, и вообще на юге, нагрев солнечными лучами создает атмосферный двигатель, мешающий эффектам.

Воздействие времени принципиально отличается от воздействия силовых полей. Влияние причинного полюса на прибор (маятник) сразу создает две равные и противоположные силы, приложенные к телу маятника и к точке подвеса. Происходит передача энергии без импульса, а следовательно, и без отдачи на полюс. Это обстоятельство объясняет уменьшение влияний обратно пропорционально первой степени расстояний, по-

скольку по этому закону происходит убывание энергий. Впрочем, этот закон можно было предвидеть, исходя еще и из того обстоятельства, что время выражается поворотом, а следовательно, с ним надо связывать плоскости, проходящие через полюс с любой ориентацией в пространстве. В случае силовых линий, выходящих из полюса, их плотность убывает обратно пропорционально квадрату расстояний, плотность же плоскостей будет убывать именно по закону первой степени расстояния. Передача энергии без импульса должна обладать еще следующим очень важным свойством. Такая передача должна быть мгновенной — она не может распространяться, ибо с распространением связан перенос импульса. Это обстоятельство следует из самых общих представлений о времени. Время во Вселенной не распространяется, а всюду появляется сразу. На ось времени вся Вселенная проектируется одной точкой. Поэтому изменение свойства некоторой секунды всюду появляется сразу, убывая по закону обратной пропорциональности первой степени расстояния. Нам представляется, что такая возможность мгновенной передачи информации через время не должна противоречить специальной теории относительности и, в частности, относительности понятия одновременности. Дело в том, что одновременность воздействий через время осуществляется в той преимущественной системе координат, с которой связан источник этих воздействий.

Возможность связи через время, вероятно, поможет объяснить не только особенности биологической связи, но и ряд загадочных явлений психики человека. Быть может, инстинктивные знания получаются именно этим путем. Весьма вероятно, что этим же путем осуществляются и явления телепатии, т. е. передача мысли на расстояние. Все эти связи не экранируются и, следовательно, обладают свойством, характерным для передачи влияний через время.

Дальнейшие наблюдения показали, что в причинно-следственном диполе не происходит полной компенсации действия его полюсов. Поэтому в физических процессах может происходить поглощение или отдача некоторых свойств времени. Оказалось, что действие процессов можно наблюдать очень простыми опытами на несимметричных весах.

В первом варианте опытов несимметричность крутильных весов осуществляется различием подвесов грузов одинаковой массы на концах совершенно симметричного коромысла; один груз подвешивается на жестком коротком подвесе, а другой груз на длинной капроновой нити. Более совершенным оказался другой вариант крутильных весов с резкой неравноплечестью коромысла. Точка нити подвеса была взята рядом с большим грузом, масса которого раз в десять превышала массу малого груза, укрепленного на длинном плече коромысла. Это длинное плечо представляет собой длинную гибкую

стрелку с грузом на конце порядка одного грамма. Коромысло подвешивалось на капроновой нити диаметром около 30 мк и длиной порядка 5—10 см. Вся эта система помещалась под стеклянным колпаком, откуда можно откачать воздух. Окружавшая колпак металлическая сетка создавала защиту от возможных электростатитических воздействий.

Несимметричные весы при отсутствии внешних воздействий показали тенденции поворота длинным плечом, т. е. легким грузом, на юг. Любой же необратимый процесс, осуществляемый вблизи весов, вызывает поворот стрелки в направлении либо на процесс, либо в противоположную от него сторону в зависимости от характера процесса. Например, остывание ранее нагретого тела вызывало поворот стрелки на это тело, а холодное, постепенно согревающееся тело отклоняло стрелку в противоположную от него сторону. Оказалось, что на весы действуют самые разнообразные необратимые процессы: растворение солей, горение, сжатие или растяжение тел, простое перемешивание жидких или сыпучих тел и даже работа головы человека. Суть наблюдаемых воздействий на крутильные весы, по-видимому, заключается в том, что в том месте, где происходит необратимый процесс, изменяется плотность времени и из-за этого создается пространственное течение времени, поворачивающее крутильные весы. Появление сил, поворачивающих крутильные весы, изменяет потенциальную энергию весов. Поэтому в принципе должно произойти изменение во всяком, связанном с весами, процессе. Таким образом, сделанные наблюдения означают, что возможно бесконтактное воздействие через время одного процесса на другой. Значит, на протекание физико-химических процессов могут через время воздействовать различные внешние явления. Возможно, в известных опытах G. Piccardi [8], сопоставляющих с солнечной активностью скорости осаждения в воде некоторых взвесей (соединения висмута), проявляются не только обычные электромагнитные воздействия, но и воздействия через время. На коллоквиуме Международного Астрономического Союза по эволюции двойных звезд, состоявшемся в Брюсселе осенью 1966 г., автор сделал сообщение о физических особенностях компонент двойных звезд [9]. В двойных системах спутник является необычной звездой. В результате долгого существования по ряду физических свойств (яркость, спектральный тип, радиус) спутник становится похожим на главную звезду. На таких больших расстояниях исключается возможность воздействия главной звезды на спутник обычным образом, т. е. через силовые поля. Скорее всего, двойные звезды являются астрономическим примером воздействия процессов в одном теле на процессы в другом через время.

Среди многих произведенных опытов следует отметить наблюдения, показавшие существование еще другой интересной осо-

бенности в свойствах времени. Оказалось, что в опытах с вибрациями точки опоры весов или маятника возникшие дополнительные силы хода времени не исчезают с прекращением вибраций, а остаются в системе значительное время. Считая, что они убывают по экспоненциальному закону e^{-t/t_0}, были сделаны оценки времени релаксации. Оказалось, что t_0 не зависит от массы тела, но зависит от его плотности ρ. Получились следующие ориентировочные данные: для свинца $\rho=11$ г/см^3, $t_0=14$ с; для алюминия $\rho=2{,}7$ г/см^3, $t_0=28$ с; для дерева $\rho=0{,}5$ г/см^3, $t_0=70$ с. Таким образом, возможно, что t_0 обратно пропорционально квадратному корню из плотности тела. Любопытно, что сохранение в системе дополнительных сил после прекращения вибраций можно наблюдать на весах самым простейшим образом. Представим себе уравновешенные весы, к которым один из грузов подвешен на резинке. Снимем одной рукой этот груз, а давлением другой руки на коромысло заменим действие снятого с него груза. Будем снятый груз трясти некоторое время (около минуты) за резину, а затем повесим его назад на весы. Весы покажут постепенное облегчение этого груза в соответствии с приведенным выше значением t_0. Разумеется, в этом опыте необходимо принять меры к тому, чтобы рука не нагревала коромысло весов. Вместо руки конец коромысла, с которого снят груз, можно удерживать и металлическим зажимом. Этот удивительно простой опыт иногда удается очень легко, но бывают дни, когда, подобно другим опытам, он выходит с трудом и даже совсем не выходит.

На основании приведенных выше теоретических соображений и всех экспериментальных данных можно сделать следующие общие выводы:

1. Выведенные из трех основных аксиом причинности следствия о свойствах хода времени подтверждаются опытами. Поэтому можно считать, что эти аксиомы обоснованы опытом. В частности, подтверждена аксиома II о пространственном неналожении причин и следствий. Поэтому передающие воздействия силовые поля следует рассматривать как систему дискретных, неналагающихся друг на друга точек. Этот вывод связан с общим философским принципом возможности познания Мира.

Для возможности хотя бы предельного познания совокупность всех материальных объектов должна быть исчислимым множеством, т. е. представлять собой дискретность, накладывающуюся на континуум пространства.

Что касается конкретных результатов, полученных при опытном обосновании аксиом причинности, то из них важнейшими являются заключения о конечности хода времени, возможности частичного обращения причинных связей и возможности получения работы за счет хода времени.

2. Опыты доказывают существование воздействий через время одной материальной системы на другую. Это воздействие не передает импульса, значит, не распространяется, а появляется мгновенно в другой материальной системе. Таким образом, в принципе оказывается возможной мгновенная связь и мгновенная передача информации. Время осуществляет связь между всеми явлениями Природы и в них активно участвует.

3. Время обладает разнообразными свойствами, которые можно изучить опытами. Время несет в себе целый мир еще неизведанных явлений. Физические опыты, изучающие эти явления, должны постепенно привести к познанию того, что собой представляет Время. Знание же должно показать нам, как проникнуть в мир времени и научить нас воздействовать на него.

Указатель литературы

1. Reichenbach H. The direction of time.— Berkeley; Los Angeles, 1956. 280+XII p. Рус. пер.: Рейхенбах Г. Направление времени. М., 1962. 396 с.
2. Whitrow G. J. The Natural Philosophy of Time. L.; Edinburgh, 1961. 324+XI p. Рус. пер.: Уитроу Дж. Естественная философия времени. М., 1964. 432 с.
3. Gauss C. F. Theoria residuorum biquadraticorum, commentatio secunda// Göttingishe Gelehrte Anzeigen. 1831. Bd 1. Stúdie 64. S. 635.
4.* Козырев Н. А. Возможная асимметрия в фигурах планет//Докл. АН СССР. 1950. Т. 70. № 3. С. 389—392.
5.* Козырев Н. А. 1) Источники звездной энергии и теория внутреннего строения звезд//Изв. Крымск. астрофиз. обсерв. 1948. Т. 2. С. 3—43; 2) Теория внутреннего строения звезд и источники звездной энергии// Изв. Крымск. астрофиз. обсерв. 1951. Т. 6. С. 54—83.
6. Reich F. Fallversuche über die Umdrehung der Erde. Freiberg, 1832. 48 S.
7. Hagen J. G. La Rotation de la Terre, ses Preuves mécaniques anciennes et nouvelles//Specola Astronomica Vaticana [Roma]. 1912. Vol. 1. Append. 2. P. 1—53.
8. Piccardi G. 1) Les tests chimiques//Symposium international sur les Relations entre phénomènes solaires et terrestres en chimie-physique et en biologue, Uccle-Bruxelles, 8—10 octobre 1958. Bruxelles, 1960. P. 21—49; 2) Une hypothèse solaire//Ibid. P. 121—130.
9. Kozyrev N. A. Physical peculiarities of the components of double stars// Colloque "On the evolution of double stars", Uccle (Belgique), 29 août—2 septembre 1966: Comptes rendus/Union Astronomique Internationale (IAU). 1967. P. 197—202, 212, 252 (Communications/Observatoire Royal de Belgique; Sér. B. N 17).