

## ...ВСЕЛЕННОЙ ВНУТРЕННЯЯ СВЯЗЬ

Рассказывает доктор физико-математических наук,  
профессор **НИКОЛАЙ КОЗЫРЕВ**



Есть в природе тайны, на пороге которых останавливается в недоумении не первое поколение ученых. Вот и я, много лет изучая космические тела, не перестаю удивляться: как сохранились, «выжили» эти сгустки материи в мире, где постоянно увеличивается энтропия, хаос. В самом деле, в соответствии с законами статистической механики система из огромного числа частиц должна переходить из неустойчивого состояния (здесь: сгусток материи) в более вероятное положение, то есть материя давно должна распределиться по вселенной равномерно – времени для этого в мире, существующем вечно, вполне «достаточно».

Правда, в такой системе возможны небольшие изменения – флуктуации, этого нельзя отрицать. Однако вероятность флуктуации, которая вернула бы систему к ее первоначальному состоянию, ничтожна и, по сути, равносильна полному запрету. И если существование звезд и планет (как результат малых флуктуаций)

«законно», то совершенно непонятно, почему существует сама вселенная, состоящая из сгустков материи, силовых полей и сравнительно пустого пространства.

Чтобы исправить положение, можно предположить вмешательство в нашу вселенную другой, сторонней системы. Однако оживляющий толчок «со стороны» едва ли спасет положение: звезды, галактики так удалены друг от друга, что переход их в равновесное состояние должен наступить раньше, чем этому могут помешать внешние силы.

Что же препятствует превращению мира в скучную, однообразную пустыню? К сожалению, наука не дает ответа, и мы тяжело переживаем ее бессилие в основном вопросе космогонии. Отчасти поэтому и теоретическая механика кажется нам скучной и сухой. И дело здесь вовсе не в том, что знания, которые мы черпаем из «теормеха», относительны (особенность, присущая любой науке). Причина в другом – в глубоком несоответствии точных наук и реальной действительности. Святая святых нашего мира – его постоянное обновление, гармония жизни и смерти; точные же науки изучают лишь процессы увядания и смерти.

В биологии всегда можно определить, где причина и где следствие. Причинность вообще фундаментальное свойство мира, благодаря которому, собственно, и возможно познание. Классическая-же механика описывает мир, лишенный причинности, в нем нет отличия будущего от прошедшего, причины от следствий (столкнулись два шара, бессмысленно допытываться, кто кого толкнул). Если биология отвечает на вопрос «почему?», то точные науки – на вопрос «как?». («Запрещается» спрашивать: почему идет дождь, можно пояснить, как он идет.) Получается, что не биология, а точные науки – описательные, и это обедняет их содержание. Однако не нужно забывать – такое описание



позволяет ученым предсказывать многие явления. И обаяние точных наук столь велико, что нередко компенсирует недостатки их фундамента.

Представим на минуту, что принципы точных наук истинны и безупречны. Это значит, что мы никогда не сможем получить ответы на наши бесчисленные «почему», адресованные природе. А если довести мысль до конца, получится, что мир непознаваем и законы природы просто рецепты для его описания.

Разумеется, ученый никогда не сможет с этим согласиться. Нужно уничтожить разрыв между точными науками и естествознанием, положив в основу первых причинность. Но сделать это можно, лишь выявив «вселенной внутреннюю связь» – то единое, что объединяет мир от нейтрино до человека.

**ВРЕМЯ** – фундаментальное и одновременно самое загадочное свойство природы. Представление о времени подавляет наше воображение. Недаром умозрительные попытки понять сущность времени оказались безрезультатными. Время сближает нас с «тайной жизнью» мира, которую едва ли может предвидеть смелый полет человеческой мысли.

Точные науки отрицают существование у времени каких-либо других свойств, кроме простейшего – «длительности», или промежутков, измеряемых часами. Создав теорию относительности, Эйнштейн углубил это понятие: промежутки времени и пространства у него – компоненты четырехмерного интервала Мира Минковского. Но и здесь время играет весьма пассивную роль. Оно лишь дополняет пространственную арену, на которой разыгрываются события мира. В уравнениях теоретической механики будущее не отличается от прошедшего, а значит, не отличаются и причины от следствий. Эта наука изучает мир строго детерминированный, но лишенный причинности – главной приметы реальной действительности.

Возникает естественное желание устранить противоречие между теорией и практикой, ввести в теоретическую механику принцип причинности и направленности времени (такую механику можно назвать «причинной» или «несимметричной»).

Но, может быть, в статистической механике учитывается направленность времени? Действительно, здесь существует некий мостик между естествознанием и теоретической механикой. Приведем пример: какая-либо система частиц может оказаться в неустойчивом состоянии из-за воздействия внешней силы (причины). Если система изолирована, то согласно второму началу термодинамики ее энтропия будет возрастать. Это изменение энтропии «продиктует» направление времени. Но постепенно система «успокоится» и придет к равновесию. Случайные флуктуации энтропии в ту или иную сторону будут встречаться одинаково часто, и время как таковое потеряет всякий смысл.

Итак, в статистической механике направленность времени лишь свойство состояния системы. Мы же говорим о механике, в которую время входит органично как объективная реальность. Статистическое обобщение такой механики может привести к неожиданному выводу – второе начало термодинамики ошибочно.

Действительно, «текущее» время, воздействуя на материальную систему, может помешать ей перейти в равновесное состояние. Другими словами, события происходят не только во времени, как в некоторой среде, но и с помощью времени. Именно время устраняет возможность тепловой смерти вселенной.

Но как перенести в механику принцип причинности из естествознания, если сам принцип еще совершенно не сформулирован? Известно только, что причинность тесно связана со свойствами времени, в частности с различием будущего и прошедшего. Ну что ж, начнем хотя бы с такого постулата:

### **1. ВРЕМЯ ОБЛАДАЕТ СВОЙСТВОМ, СОЗДАЮЩИМ РАЗЛИЧИЕ ПРИЧИН И СЛЕДСТВИЙ, ПРОШЕДШЕГО И БУДУЩЕГО. ЭТО СВОЙСТВО МОЖЕТ БЫТЬ НАЗВАНО НАПРАВЛЕННОСТЬЮ, ИЛИ ХОДОМ.**

Причинность лишь указывает, что время направлено, но она отнюдь не свойство этой направленности, а только его результат. Причина всегда находится вне тела, в кото-

ром проявляется следствие, и следствие наступает после причины. Согласившись с этим, можно ввести еще две аксиомы:

**2. ПРИЧИНЫ И СЛЕДСТВИЯ ВСЕГДА РАЗДЕЛЯЮТСЯ ПРОСТРАНСТВОМ. МЕЖДУ НИМИ СУЩЕСТВУЕТ СКОЛЬ УГОДНО МАЛОЕ, НО НЕ РАВНОЕ НУЛЮ ПРОСТРАНСТВЕННОЕ РАЗЛИЧИЕ  $\delta x$ .**

**3. ПРИЧИНЫ И СЛЕДСТВИЯ РАЗДЕЛЯЮТСЯ ВРЕМЕНЕМ. МЕЖДУ ИХ ПРОЯВЛЕНИЯМИ СУЩЕСТВУЕТ СКОЛЬ УГОДНО МАЛОЕ, НО НЕ РАВНОЕ НУЛЮ ВРЕМЕННОЕ РАЗЛИЧИЕ  $\delta t$  ОПРЕДЕЛЕННОГО ЗНАКА.**

Аксиома (2) – основа 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 возникает внешняя сила без участия другого тела. Отсюда в силу непроницаемости материи  $\delta x \neq 0$ . А из-за полной обратимости времени  $\delta t = 0$  (аксиома (3) в механике Ньютона отсутствует).

В квантовой механике наоборот. Принцип непроницаемости материи утрачивает свое значение, поэтому можно считать, что  $\delta x = 0$ . Однако здесь есть необратимость во времени, которой нет в механике Ньютона. Воздействие на систему макроскопического тела (прибора) вводит различие между будущим и прошедшим. Можно предсказать поведение системы после такого воздействия, но совершенно нельзя предвычислить ее поведение до «вмешательства» прибора. Поэтому  $\delta t \neq 0$ , хотя и может быть сколь угодно малым.

Если ввести обозначение  $C_2 = \frac{\delta x}{\delta t}$ , в классической механике при  $\delta x \neq 0$  и  $\delta t = 0$ ,  $C_2 = \infty$ . В квантовой механике  $\delta x = 0$  и  $\delta t \neq 0$ , потому  $C_2 = 0$ . Итак, оба раздела механики входят в нашу аксиоматику как две крайние схемы. А это значит, что нам удалось нащупать связь между двумя столь непохожими областями науки.

С одной стороны, мир атома, в котором нет течения времени, а причинно-следственные связи не имеют никакой прочности (фактически их нет). Это мир неопределенности, индетерминизма, где существуют только статистические закономерности. С другой стороны, мир макротел, причинные связи здесь бесконечно прочны, взаимодействие мгновенно, и время кажется неотвратимым роком. К счастью, обе эти крайности всего лишь схемы, нужные нам для познания мира: реальные микро- и макромиры отличаются от тех, что описываются в уравнениях механики.

Остановимся на смысле символов  $\delta x$  и  $\delta t$ . В длинной цепи причинно-следственных превращений мы рассматриваем только то элементарное звено, где причина порождает следствие. Согласно обычным физическим воззрениям, такое звено – пространственно-временная точка, не подлежащая дальнейшему анализу.  $\delta x$  и  $\delta t$  – как бы размеры «пустой» точки, где нет материальных тел, а есть только пространство и время. Так как они бесконечно малые одного порядка, то  $C_2$  – конечная величина, представляющая собой скорость перехода причины в следствие.

Величина  $C_2$  связана только со свойствами времени и пространства, а не со свойствами тел. Поэтому  $C_2$  должна быть универсальной постоянной, характеризующей течение времени в нашем мире. И еще одно обстоятельство. Превращение причины в следствие требует преодоления «пустой точки». «Прыжок через бездну» происходит только за счет хода времени. Отсюда прямо вытекает участие времени в процессах материальных систем.

Если у знака  $\delta t$  есть определенный смысл (будущее минус прошедшее), то знак  $\delta x$  совершенно произволен, поскольку пространство однородно и в нем нельзя выделить какого-либо преимущественного направления. Но раз так, сразу же напрашивается вопрос: какой знак у  $C_2$ ? Ведь логически рассуждая, мы можем умозрительно представить мир с противоположным ходом времени. Возникает трудность, которая на первый взгляд кажется непреодолимой и разрушающей все построение. Однако именно благодаря этой



трудности мы приходим к единственно возможному выводу:  $C_2$  – не скаляр (согласно обычной механике), а псевдоскаляр (скаляр, меняющий знак при зеркальном отображении координатной системы). Поясним это простым рассуждением. Ход времени должен быть определен по отношению к некоему «эталоноу». Таким «эталоном», не зависящим от свойств тел, может быть только пространство. В пространстве, как мы уже видели, нет различий в направлениях, но есть абсолютное различие между правым и левым (хотя сами эти понятия условны). Поэтому ход времени, связанный с различием в свойствах «эталоноа», может определяться величиной, имеющей смысл линейной скорости поворота (которая меняет направление при отображении в зеркале). Разумеется, эта формальная аналогия совершенно не объясняет сущности «четвертого измерения». Зато она открывает замечательную перспективу – экспериментально исследовать время. Действительно, можно ожидать, что у вращающегося тела – например, гироскопа – ход времени изменится и станет равным  $C_2 \pm U$  (где  $U$  – линейная скорость волчка). Это изменение проявится в виде дополнительных сил, дей-

ствующих вдоль оси вращения и неизвестных в теоретической механике. Большие «волчки» – планеты – под действием этих сил принимают форму кардиоиды. Об этом рассказано в статье «[Река времени](#)» («Техника – молодежи» № 8 за 1959 год). Однако вернемся к тем недалеким годам, когда «причинная» механика только зарождалась.

Помню хмурый ленинградский день, осень, которая показалась мне по-весеннему зеленой. Теперь я знал, что в этом обреченном, как думалось нам раньше, мире идут непредусмотренные механикой процессы и они препятствуют его смерти. Живут не только растения и животные, в широком смысле можно говорить о жизни космических объектов и других физических тел. Но если мир однороден (а в этом наука не сомневается), то в каждой случайной капле можно обнаружить все его свойства. Значит... жизненные процессы должны наблюдаться даже в самых простых механических опытах! Но почему же люди этого до сих пор не замечали?

С большим волнением я приступил к опытам со взвешиванием гироскопа. При вращении против часовой стрелки он становился несколько легче, при вращении в обратную сторону утяжелялся (отклонение от веса гироскопа в покое 90 г. всего  $\pm 4$  мг, но все же!). Простой эксперимент подтверждал, что, когда направление вращения волчка и ход времени совпадают, возникают дополнительные силы. Измерив их, можно не только вычислить величину  $C_2$  (около 700 км/с), но и определить ее знак. Оказалось, что ход времени нашего мира положителен в левой системе координат. Отсюда возникает возможность объективного определения левого и правого: **левой системой координат называется та система, в которой ход времени положителен, а правой – в которой он отрицателен.** Значит, именно ход времени – тот самый материальный мост, о необходимости которого (для согласования понятий левого и правого) говорил еще Гаусс!

Опыты с гироскопом дали еще один принципиально новый результат. Оказалось, что дополнительные силы действия и противодействия могут располагаться 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 передать системе.**

Однако не нужно забывать: мы ставили эксперимент над самым загадочным свойством природы – временем, а гироскопы, весы, подвески – всего лишь орудия (причем

весьма грубые), с помощью которых мы исследовали удивительный мир. Мы ожидали встретить неведомое, и оно проявилось совершенно необычно.

Что может быть хуже для экспериментатора, чем признание горького факта – опыт невоспроизводим. Но у нас иногда все получалось легко, иногда – никакого ожидаемого эффекта. Усилили причинное воздействие – эффект наблюдается вновь. Так, может быть, у времени, кроме постоянного хода, существует и еще одно переменное свойство – его интенсивность, плотность? Быть может, у нашей субъективной оценки «пустого», тянущегося времени есть физические предпосылки в самой природе?

Одни вопросы потянули за собой другие. Почему наши опыты летом удаются хуже, чем зимой, а на севере, возле Мурманска, они всегда удачней, чем в Крыму? Вероятно, плотность времени меняется в широких пределах из-за процессов, происходящих в природе, и наши опыты – своеобразный прибор, регистрирующий эти перемены. Если это так, то нельзя ли воздействовать одной материальной системой на другую через время? Правда, подобную связь можно было предвидеть, поскольку причинно-следственные изменения происходят не только во времени, но и с помощью времени. Другими словами, в каждом процессе природы тратится или образуется время...

Возьмем простой механический процесс и попытаемся изменить плотность времени. Например, будем поднимать двигателем груз – получается система с двумя полюсами: источником энергии и ее стоком, то есть причинно-следственный диполь.

Один из полюсов прибора приблизим к длинному маятнику, у которого вибрирует точка подвеса. Вибрацию надо настроить так, чтобы эффект отклонения к югу был неполный (еще Гук поставил эксперимент, доказывающий, что тело при падении отклоняется не только к востоку, но и к югу). Оказалось, если к телу маятника или к точке подвеса приблизить тот полюс диполя, где происходит поглощение энергии (в нашем примере – груз), то «южное» отклонение возрастает. С приближением же другого полюса (двигателя) эффект, наоборот, неизменно слабел.

Влияние причинного полюса не зависело от направления относительно маятника, и сила воздействия убывала обратно пропорционально первой степени расстояния (а не его квадрату, как было бы в случае силового поля). Интересно, что даже толстая стена лаборатории не экранировала маятник от таких воздействий (есть данные, что роль такого экрана могут выполнить органические вещества с одними «правыми» молекулами, например, сахар).

Итак, вблизи системы с причинно-следственным отношением плотность времени действительно меняется. Около двигателя происходит разрежение времени, а около груза – его уплотнение. Образно говоря, время втягивается причиной и, наоборот, уплотняется в том месте, где расположено следствие. Поэтому маятник как бы получает помощь от «приемника» и испытывает помехи со стороны двигателя.

Вероятно, именно поэтому опыты сравнительно легко удаются зимой и в северных широтах и плохо (или даже вообще не удаются) – летом и на юге. На юге находится атмосферный двигатель, приводящий в движение весь механизм погоды, и летом он работает очень интенсивно. В наших же краях и севернее проявляются следствия этой деятельности.

Свойства времени чрезвычайно трудно объяснить, прибегая к излюбленному популяризаторами методу аналогии; его воздействие принципиально отличается от воздействий силовых полей. Причинный полюс 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. Такая передача энергии обладает важ-



нейшим свойством: она не может распространяться с конечной скоростью (ибо с распространением связан перенос импульса) и должна происходить мгновенно.

Время во вселенной не распространяется, а всюду возникает сразу. На ось времени весь наш мир проектируется одной точкой. Поэтому измененные свойства какой-либо секунды проявятся сразу, убывая обратно пропорционально первой степени расстояния. Такая мгновенная передача информации через время не противоречит специальной теории относительности, и в частности относительности понятия одновременности, – воздействие через время осуществляется в той системе координат, с которой связан источник этих воздействий. Время не может стать «двигателем» космической ракеты (у него нет «отдачи»), но, овладев его свойствами, люди могут сделать реальной мечту фантастов о передаче информации с неограниченной скоростью. Океан времени, на преодоление которого свету требуются тысячелетия, можно миновать.

Два года назад я делал доклад на коллоквиуме Международного астрономического союза в Брюсселе. Тема – физические особенности двойных звезд. Два объекта в этих звездах удивительно похожи друг на друга (по яркости, спектральному типу, радиусу и т.д.). Возникает впечатление: главная звезда воздействует на «спутник» и постепенно изменяет его облик. Однако расстояние между «близнецами» столь велико, что возможность такого воздействия обычным образом, то есть через силовые поля, исключается. Думаю, отгадка таится во времени.

Система Земля–Луна, по сути, двойная планета. И существует немало данных, что наш спутник физически кое в чем уподобляется Земле. Сама по себе Луна едва ли сохранила внутреннюю энергию, проявившуюся, например, в извержении газов в кратере Альфонс. Не происходит ли здесь воздействия Земли на Луну через время?

Это лишь два примера, но я уверен, что в природе их множество. Нужно научиться выявлять работу времени, экспериментально изучать его свойства.

Растения и животные, вероятно, уже используют асимметричность нашего мира, течение времени в одну сторону для получения дополнительной энергии (см. «Техника – молодежи» № 8 за 1959 год). Теперь этому должен научиться и человек. Все наши машины работают по принципу выравнивания энергетических уровней системы. Если «причинная» механика позволит обнаружить жизнь вне организмов, научит нас управлять ею, тогда машины будут обновлять, а не исчерпывать активные возможности мира, его ресурсы. Только так может установиться подлинная гармония человека с природой, человечества со вселенной.

#### СЛОВАРЬ ТЕРМИНОВ

**Скаляр** (от латин. *scalaris* – ступенчатый) – величина, каждое значение которой может быть выражено одним (действительным) числом. Примером скаляра могут служить длина, площадь, время, масса, плотность, температура, работа и др. Термин «скаляр» употребляется (иногда просто как синоним числа) в векторном исчислении, где скаляр противопоставляется вектору – величине, задание которой определяется не только числом, но и направлением (например, перемещение, скорость, ускорение, сила, момент силы, угловая скорость и т.д.).

**Псевдоскаляр** – величина, не изменяющаяся при переносе и повороте координатных осей, но изменяющая свой знак при инверсии осей (то есть при замене направления каждой оси на противоположное).

**Детерминизм** (от латин. *determinare* – определять) – учение о природе и обществе, устанавливающее необходимую связь всех событий, утверждающее, что каждое последующее событие определено событиями предыдущими. Детерминизму противостоит **индетерминизм**, утверждающий, что в мире существуют беспричинная случайность, беспричинная свобода воли и целесообразность.

Записал А. Харьковский

Техника-молодежи, №12, 1968 г.,  
с. 16-18.