

М. Л. Арушанов, С. М. Коротаев

СИЛА ВРЕМЕНИ¹

ВРЕМЯ И ТЕОРИЯ

Очевидной причиной интереса к проблеме времени была и остается неумолимая его необратимость, и это при том, что сходство временной и пространственных координат было замечено задолго до создания теории относительности. Теория относительности придала этому сходству блистательную законченность, небольшое различие осталось, чтобы дать место принципу причинности. Трудность, по-видимому, связана с тем, что рассматривать время как обычно, отделяя предмет исследования от наблюдателя (самого исследователя) чрезвычайно трудно. Сложившаяся парадигма выводит проблему времени за пределы большинства задач, считая необратимость свойством конкретных систем, но не времени — благо все фундаментальные физические уравнения инвариантны по отношению к изменению знака времени. Единственное по-настоящему необратимое событие произошло в предельно отдаленную эпоху — Большой Взрыв. С той поры идет релаксация к равновесному состязанию на всех уровнях, это и задает наблюдаемую стрелу времени во всех системах, а время само по себе совершенно симметрично. При этом никто не отрицает известной Т-неинвариантности слабых взаимодействий.

Н. А. Козырев был одним из тех, кто считал, что фундаментальная асимметрия присуща самому времени. Именно в этом суть первой и главной из трех исходных аксиом причинной механики [3]. Но он же был единственным, кто пошел по этому пути (пусть слабо формализуя его) до конца. Дело в том, что в силу известной связи симметрии и законов сохранения признание асимметрии времени неизбежно повлечет за собой нарушения законов сохранения

¹ © М. Л. Арушанов, С. М. Коротаев, 2008.

энергии. В традиционной парадигме такое нарушение допускается только в момент рождения Вселенной, и с той поры энергия всегда и везде абсолютно точно сохраняется.

Но закон сохранения энергии — это обычный эмпирический закон, установленный с конечной точностью. Обратим внимание на интересный момент: точность экспериментальной проверки была чрезвычайно высока для практически обратимых процессов (с исчезающе малой диссипацией). Хотя в наше время уже, по-видимому, никто не ставит специальных экспериментов по проверке закона сохранения энергии, явные нарушения, конечно, были бы замечены. Но если обратиться к широкому кругу экспериментов, в которых такая, пусть не специально организованная, проверка происходит, увидим, что чем выше диссипативность системы, тем грубее контролируется сохранение энергии. Там, где диссипация составляет суть процесса, например, во многих биологических процессах, сохранение энергии технически гарантируется с точностью лишь порядка 10%. Н. А. Козырев не заострял внимания на этой проблеме (по-видимому, потому, что она была для него очевидной), но, отталкиваясь от асимметрии времени, он пришел к выводу о наличии новой формы энергии — энергии самого времени. Именно она должна замыкать закон сохранения. И тут важно отметить другую особенность причинной механики Н. А. Козырева — то, что она является именно новой теорией, несмотря на мало формализованный, интуитивный характер. Новая теория отличается от новой интерпретации тем, что предсказывает новые экспериментальные факты. В физике регулярное появление новых интерпретаций стало уже привычным и сложилось адекватное к ним отношение. Интерпретация принимается, если она существенно упрощает построение теории.

Что касается философии, то в одном из своих выступлений, на котором довелось присутствовать и одному из авторов этой статьи (1971 — С. К.), Николай Александрович так ответил на вопрос, как его понимание согласуется с философским пониманием времени: «В философском словаре на букву “Ф” есть “философский парадокс”: если какой-то философский вопрос становится предметом исследования конкретной науки, то он перестает быть философским вопросом».

ВРЕМЯ И ЭКСПЕРИМЕНТ

Первое (и, кстати, полностью формальное) предсказание причинной механики — наличие осевых сил (сил причинности) в гироскопе, возбужденном причинным взаимодействием. Экспериментальное доказательство существования таких сил заняло у Николая Александровича примерно 15 лет кропотливой работы, хотя первые позитивные результаты были получены сразу. Казалось бы, при чем тут время и какие-то механические силы? Но именно так, через конкретные следствия и проверяется содержательность сколь угодно глобальных теорий. Иногда для проверки требуется мощнейший коллаيدر, иногда крайне деликатная квантово-оптическая установка, а иногда и, казалось бы, простой механический опыт (но в принципиально новой постановке).

Предысторией теории времени, путеводной нитью для Козырева были его астрофизические исследования, показавшие, что термоядерные реакции не могут быть, по крайней мере, единственным, универсальным и независимым источником звездной энергии. Статистика звездных состояний твердо указывает на связь скорости генерации энергии в звездных недрах с теплоотдачей с поверхности [3]. Для термоядерных реакций таких связей не существует, они могли быть, если бы звезды свободно остывали, но и это совершенно точно не так! Отсюда возникла идея о таком необычном источнике энергии, как само время.

Легко показать, что для поддержания звездной энергетики плотность энергии времени может быть небольшой, совсем незаметной в лабораторных масштабах. Н. А. Козырев остроумно сравнил подобную ситуацию с ситуацией, в которой оказался бы физик, живущий в закрытом космическом корабле. Этот физик никогда не догадался бы о таком фундаментальном явлении, как гравитация, — слишком уж она ничтожна в лабораторном масштабе. Продолжая рассуждения, отметим, что если бы этот физик имел возможность открыть иллюминатор и заняться астрономией, он имел бы шанс догадаться о существовании во Вселенной этого нового для него взаимодействия, а потом сообразил бы, как поставить тонкий опыт у себя в лаборатории и найти эту новую для него силу. Чтобы найти — надо искать! Именно так Козырев, на-

веденный на идею астрономическими наблюдениями, нормальным дедуктивным путем сформулировал теорию, стал искать и нашел новую силу, можно сказать, силу времени, в весьма тонком лабораторном эксперименте.

За опытами с гироскопами (включая гироскопический эффект Земли) последовали опыты по изучению взаимовлияния различных диссипативных процессов с учетом физических свойств времени (его энергии). В ходе многочисленных и успешных экспериментов (обоснованных интуитивно в отличие от почти полностью формального обоснования опытов с гироскопами), родилась новая астрофизическая идея о поиске проявлений подобных взаимодействий в небесных телах. Блистательное и признанное открытие лунного вулканизма было совершено не случайным везением: он знал, что и где искать! Были на этом пути и другие открытия, среди которых одно, к сожалению, не было опубликовано, — предсказание, что самым вулканически активным телом Солнечной системы должен быть спутник Юпитера Ио. Так оно, как теперь общеизвестно, и оказалось.

Новый тип корреляции процессов рассматривался Н. А. Козыревым как совершенно особый тип связи, не обусловленный переносящими импульс носителями. Сейчас так и хочется сказать — нелокальные корреляции!

Весь советский физический истеблишмент полностью прозевал открытие квантовой нелокальности. Это повлекло за собой далекие последствия: когда деваться уже было некуда (начало-середина 90-х годов), стали появляться статьи отечественных теоретиков, сисящихся примириться с фактами, «не прибегая к понятию так называемой нелокальности». В итоге в этой области в России публикует свои результаты не более десяти человек, и отечественный вклад в этот мейнстрим квантовой механики микроскопичен. Зато в 50–80-е годы весьма многие из этого истеблишмента не только не хотели обсуждать результаты Козырева по существу, но не брезговали погромными публикациями в газете «Правда».

Но Н. А. Козырев продолжал двигаться вперед. Связь процессов без переноса импульса может, не нарушая относительности, быть мгновенной. А если эта связь обусловлена физическими свойствами времени, то поскольку Вселенная проецируется на ось

времени в точку, она должна быть мгновенной. Такова сжатая и почти дословная логика теории Козырева, приведшая его к новой серии экспериментов, которые могли бы подтвердить этот вывод. Идея была такова: с помощью детектора, помещенного в фокус телескопа-рефлектора и фиксирующего временное взаимодействие (поток времени подчиняется законам оптического отражения), зарегистрировать его реакцию на звезды и установить точное место действия этой реакции. Если корреляция необратимых процессов в звезде и детекторе мгновенна, то реакция будет наблюдаться не в месте оптического положения, а в рассчитанном мгновенном месте, которое легко получить экстраполяцией видимого собственного движения звезды. Эксперимент трудный, но из многочисленных бесед с Н. А. Козыревым мы знали, насколько серьезно он относился к этой задаче и с каким упорством шел к ее решению, считая его самым важным, критическим экспериментом для всей идеи. Невольно возникает мысль, что кончина Н. А. Козырева вскоре после того, как идея более чем подтвердилась, была связана как раз с тем, что вершина была достигнута.

«Более чем» потому, что результат превзошел все ожидания. Мгновенное положение звезд (и других дальних объектов) действительно регистрировалось, но помимо него обнаружилось еще два положения: прошлое (на месте обычного оптического) и симметричное ему будущее [5, 6]. Н. А. Козырев объяснял это тем, что взаимодействие посредством времени означает взаимодействие через нулевой интервал [4]. И в этом его объяснение опять независимо и точно совпало с объяснением мгновенной (через нулевой интервал) квантовой нелокальной корреляции, в тот же год предложенной Дж. Крамером [8].

Возможность видеть будущее положение звезды — «будущее как существующую реальность» — факт поразительный и сам по себе и логически. Начав с наиболее радикального признания необратимости времени, мы в итоге получаем такое фантастическое проявление обратимости. Самое интересное, что в отличие от бесчисленное число раз обыгранной в фантастической литературе ситуации такая возможность не влечет за собой парадоксов. Напрашивается вопрос: если мы в каком-то смысле видим будущее и можем что-то предпринять, чтобы его изменить, тогда, что же мы

видим? В козыревском эксперименте, если мы видим звезду в будущем положении и (обладая какими-то гигантскими ресурсами) решаем ее погасить (усилить, взорвать или любым образом ее изменить), то, даже послав бомбу со субсветовой скоростью, мы опоздаем. Мы действительно можем видеть, но только неконтролируемое будущее!

НАШИ ПУТИ

Один из нас (*С. К.*), будучи в юности увлеченным астрономом-любителем, примерно с 1960 г. знал о Н. А. Козыреве как об астрономе и следил за его работами, как-то сразу и заочно (дело было в Одессе) почувствовав к ним особое уважение. Первое знакомство с причинной механикой пришлось на начало студенческих лет и было связано с появлением в журнале «Техника — молодежи» статьи, которая произвела, скорее, негативное впечатление. Но поскольку учеба в вузе проходила в Ленинграде, вскоре представилась возможность побывать на выступлении Н. А. Козырева, посвященном результатам новейших исследований Луны (то было время первых лунных экспедиций). Н. А. Козырев рассказывал захватывающе интересно. Помимо результатов первых прямых исследований Луны он затронул тему ее активности и возбуждения Землей, но не только классическим приливным механизмом (поскольку он дает только частичное объяснение), но и совершенно новым физическим механизмом — воздействием через время. С тех пор не было пропущено ни одного выступления Н. А. Козырева, в том числе и специальный доклад об исследованиях физических свойств времени, прочитанный в стенах Географического общества.

Тем не менее этот большой интерес оставался как бы абстрактным применительно к собственной научной работе. Переход от абстрактного отношения к конкретному произошел при знакомстве авторов статьи в 1973 г. — на службе в армии. Один из нас рассказал другому о причинной механике (*М. А.*), и сразу было решено применить ее идеи в той области, в которой мы были специалистами, — в геофизике. Но чтобы применить что-то, необходимо это что-то знать. Дело было в Ташкенте, и хотя мы были ограничены в действиях своим армейским положением, нам быстро удалось

добыть основные работы Козырева — и фотокопию работы «Причинная механика...», и (через друзей) выписать из-за рубежа сборник «Time in Science and Philosophy» с его статьёй. Чтение взалхлеб работ Н. А. Козырева произвело ни с чем не сравнимое впечатление. Потом мы некоторое время думали, где и как искать причинно-механические эффекты. Может быть, рассмотреть, например, циклон как аналог козыревского гироскопа? В конце концов было решено отталкиваться от того, чего достиг сам Н. А. Козырев, — Земля как большой гироскоп, в котором существует некоторое распределение пар сил причинности, направленных вдоль оси, так что имеется поле напряжений при нулевом интеграле по всему объёму.

Н. А. Козырев дал идею и провел эксперименты по измерению вертикальной и горизонтальной компонент силы причинности в некотором интервале широт. В частности, им была обнаружена нулевая широта ($73^{\circ}05'$), где сила причинности меняет знак. Но он не дал явного теоретического выражения для распределения силы причинности на Земле. За это мы и взялись. И достаточно скоро искомая формула была получена. Из нее были выведены распределения полевых характеристик напряжения, и перед нами предстала удивительная картина. Мало того, что теоретическое положение критической широты оказалось близким к экспериментальному, мы увидели, что практически все систематизированные ранее, но казавшиеся случайными характеристики зональной асимметрии Земли — ее фигуры, геологического строения, циркуляции атмосферы — оказались удивительно точно и логично объяснимы этой новой дополнительной силой — силой причинности.

Правда, при выводе нашего выражения мы слегка изменили исходную козыревскую формулу силы причинности, и именно это, как оказалось потом, дало великолепное согласие с фактами. Поколебавшись, мы послали Н. А. Козыреву письмо с нашими результатами (не отмечая специально, что немного модифицировали его формулу). С этого момента началась наша прямая связь. Он ответил, что заинтересовался результатами, и сразу после демобилизации один из нас (С. К.) приехал к нему в Пулково. Не стоит и говорить, что впечатление от личного знакомства было более чем сильным. Н. А. Козырев, конечно, сразу отметил, что мы по-своему изменили его формулу. Но он не стал опровергать правильность

полученных нами результатов, а, напротив, сказал, что подумает, как вновь поставить свой старый маятниковый эксперимент (с горизонтальной осью гироскопа), чтобы проверить наш вариант. В тот раз и потом, в дальнейшем при многократных визитах к нему удалось собственными глазами увидеть почти все его эксперименты. Несмотря на то, что некоторые из них были поставлены явно нестрого, в совокупности они убеждали. Еще более убеждала предсказательная сила самой концепции. Например, приходилось слышать от критиков контраргументы такого рода: «вибрирующие весы из-за нелинейных эффектов могут показывать что угодно». В том-то и дело, что не «что угодно», а именно то, что предсказывает причинная механика. Никакой нелинейностью не объяснить ни изменения знака силы при перестановке причины и следствия, ни закономерного широтного хода и т. д.

Вернувшись после армии к науке (М. А. — в САРНИГМИ, Ташкент, С. К. — в ИЗМИРАН, Троицк), мы продолжили размышлять над геофизическим приложением причинной механики, хотя, разумеется, вписать такую тему в институтские планы было нельзя. Даже сам Н. А. Козырев в Пулкове находился со своей тематикой на осадном положении. Время от времени КГБ напоминал о себе. Так, после одной из наших встреч на частной квартире в Москве (куда он приехал в поисках поддержки своих исследований в Академии), Н. А. Козырев сказал нам, что собирается вскоре на конференцию в Соединенные Штаты обсудить с коллегами возможность включения в программу «Пионеров» исследования асимметрии фигуры Юпитера. А после встречи он направился с визитом к А. И. Солженицыну. Естественно, после этого и за границу его не пустили, и в Президиуме Академии никакой поддержки он не нашел.

Надо отдать должное коллективу и руководству наших институтов — нам в нашей, поначалу неплановой, работе не мешали. Сложнее было с публикациями — ту нашу первую работу по асимметрии Земли удалось опубликовать в серьезном издании только в 1996 г. и то за рубежом [7]. Забегая вперед, отметим, что хотя все наши последующие и достаточно многочисленные работы по развитию козыревских идей вошли в темы институтов и широко публикуются, до сих пор хорошо ощущается, что почти все, кто травил Н. А. Козырева, процветают на руководящих должностях.

Прямые атаки редки, но бывают (например, внезапное разгромное и клеветническое выступление против Козырева в 1996 г. зам. главного редактора в № 2 журнала «Природа» А. В. Бялко, причем опубликовать наш ответ журнал, разумеется, отказался). Чаще противодействие бывает тихим. Так, в одном из журналов, только увидев ссылки на Козырева, статью отклоняют. Бывали ситуации, когда рецензенты говорили, что статья хорошая, вот только уберите ссылки на Козырева, и тогда не будет никаких возражений.

Но кроме политики прямому продолжению работ Н. А. Козырева мешали два их основных недостатка: слабая формализация теории и недостаточная строгость экспериментов. Собственно эксперименты мы сначала попытались ставить незамедлительно. Но хотя все, что мы пытались сделать, получалось, мы сами себе сказали: стоп! Чем серьезнее выводы, тем строже должен ставиться эксперимент. То, что может позволить себе первооткрыватель, — идти быстро вперед, полагаясь на интуицию, — не могут позволить себе идущие следом. Сами по себе козыревские эксперименты были успешно воспроизведены во многих лабораториях, например [13], некоторые результаты с удивительной точностью воспроизведены авторами, не знавшими о них [9]. Но строгость этих опытов была еще хуже, чем у Н. А. Козырева. Поставить строгий эксперимент означает, во-первых, иметь четко и количественно сформулированную гипотезу и, во-вторых, для ее проверки провести опыт, в котором можно осознанно подавить или учесть все возможные помехи.

Нашим первым шагом в этом направлении была формализация понятия причинности (на основе качественного определения Н. А.). При этом был разработан новый метод анализа данных эксперимента — причинный анализ вначале на классическом, а затем и на квантовом уровне. Но, создав новый математический аппарат, необходимо было доказать его работоспособность. Это заняло немало лет, на протяжении которых на теоретических и многочисленных экспериментальных примерах мы показывали, что в очевидных ситуациях наш формальный подход дает результат, соответствующий обычному интуитивному пониманию причинности, и может быть плодотворно использован в неочевидных. На этой основе удалось формализовать исходные положения причинной механики [2, 10].

В середине 90-х годов мы подошли к проблеме с разных сторон. Один из нас (*М. А.*) пошел по пути прямого введения силы причинности в уравнения движения в атмосфере. На этом пути были объяснены многие особенности атмосферной циркуляции и, главное, показан позитивный эффект учета силы причинности в долгосрочных гидродинамических прогнозах [1]. Другой (*С. К.*), подведя итоги результатов *Н. А.* на основе классического подхода [11], перешел к квантовому. Это дало возможность предложить уравнение макроскопической нелокальности, формально описывающее результаты *Н. А. Козырева* по взаимовлиянию процессов, и на этой основе поставить большую серию экспериментов на современном уровне строгости, открывших удивительную возможность существования сигналов в обратном времени (интересно, что это тоже имело прогностический выход [12]). Оба наших подхода представлены в настоящем сборнике отдельными статьями.

УКАЗАТЕЛЬ ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Арушанов М. Л., Горячев А. М.* Эффекты причинной механики в метеорологии. — Ташкент: Изд. ГУ Гидрометеорологии Узбекистана, 2005. — 103 с.
2. *Арушанов М. Л., Коротаев С. М.* От реляционного времени к субстанциональному. — Ташкент: Изд. ГУ Гидрометеорологии Узбекистана, 1995. — 239 с.
3. *Козырев Н. А.* Избранные труды. — Л.: Изд-во Ленингр. ун-та, 1991. — 448 с.
4. *Козырев Н. А.* Астрономическое доказательство реальности четырехмерной геометрии Минковского // Проблемы исследования Вселенной. Вып. 9. — М.; Л., 1980. — С. 85–93.
5. *Козырев Н. А., Насонов В. В.* Новый метод определения тригонометрических параллаксов на основе измерения разности между видимым и истинным положением звезды // Проблемы исследования Вселенной. Вып. 7. — М.; Л., 1978. — С. 168–179.
6. *Козырев Н. А., Насонов В. В.* О некоторых свойствах времени, обнаруженных астрономическими наблюдениями // Проблемы исследования Вселенной. Вып. 9. — М.; Л., 1980. — С. 76–84.
7. *Arushanov M. L., Korotaev S. M.* Geophysical effects of causal mechanics // On the Way to Understanding the Time Phenomenon. P. 2. — Singapore e. a.: World Scientific, 1996. — P. 101–108.

8. *Cramer J. G.* Generalized absorber theory and the Einstein–Podolsky–Rosen paradox // *Phys. Rev. D.* 1980. Vol. 22. N 2. — P. 362–376.
9. *Hayasaka H., Takeuchi S.* Anomalous weight reduction on a gyroscope right rotation around the vertical axis on the Earth // *Phys. Rev. Lett.* 1989. Vol. 63. N 25. — P. 2701–2704.
10. *Korotaev S. M.* Formal definition of causality and Kozyrev’s axioms // *Galilean Electrodynamics.* 1993. Vol. 4. N 5. — P. 86–89.
11. *Korotaev S. M.* Logic of causal mechanics: observation-theory-experiment // *On the Way to Understanding the Time Phenomenon. P. 2.* — Singapore e. a.: World Scientific. 1996. — P. 60–74.
12. *Korotaev S. M., Serdyuk V. O., Gorohov J. V.* Forecast of solar and geomagnetic activity on the macroscopic nonlocality effect // *Hadronic J.* 2007. Vol. 30. N 1. — P. 39–56.
13. *Savage D.* Measuring local time dilation using sandglass egg timers // *Progress in Space-Time Physics.* — Blumberg: Wessely Press., 1987. — P. 242–251.