

Причинная механика Н.А. Козырева: анализ основ.

Шихобалов Л.С.

Козырев Н.А. Избранные труды / Сост. А.Н. Дадаев, Л.С. Шихобалов,
Л: Изд-во ЛГУ, 1991, стр.410-431.

1. Введение.

Астроном и мыслитель Николай Александрович Козырев (2.09.1908 - 27.02.1983) - яркий, самобытный ученый, оставивший после себя большое научное наследие. Еще при жизни его работы по теоретической астрофизике и наблюдательной астрономии снискали мировое признание. Об этом говорит, в частности, награждение его Международной академией астронавтики именной золотой медалью. Значительное место в научном наследии Н.А. Козырева занимает основанная им *причинная механика* - наука о физических свойствах времени [1-15]. К этой части наследия ученого отношение научной общественности было и остается неоднозначным, причем спектр мнений очень широк: от практически полного признания идей, содержащихся в причинной механике, до категорического неприятия этой теории. Однако в научной литературе до сих пор не проведен критический анализ причинной механики, хотя необходимость в нем не вызывает сомнения, так как эта теория затрагивает самые основы естествознания. Далее делается попытка в какой-то степени восполнить этот пробел.

2. Представление о времени в физике.

Время – одно из наиболее фундаментальных понятий физики. Оно, или точнее характеризующая его переменная (обозначаемая обычно буквой t от английского time - время), входит в уравнения движения классической механики Ньютона, в уравнение Шредингера квантовой механики, в уравнения, описывающие эволюцию систем в статистической физике, и во многие другие уравнения практически всех разделов физики. Мы не будем подробно излагать состояние проблемы времени в физике, так как этому вопросу посвящена обширнейшая литература [16-30 и др.]. Отметим лишь главное.

В современной физике только одно свойство времени – его длительность, измеряемая часами, - исследовано достаточно подробно. Именно это свойство (вместе с допущениями об одномерности, непрерывности и однородности) положено в основу принятой ныне теории пространства-времени – теории относительности. Согласно последней пространство и время представляют собой единое четырехмерное многообразие, точки которого являются образами элементарных событий нашего мира. В отношении времени эта теория устанавливает правило согласования показаний часов, находящихся в разных точках пространства и произвольным образом движущихся относительно друг друга.

Вместе с тем в физике целый ряд принципиальнейших вопросов, касающихся свойств времени, остается без ответа. Например: «Почему вообще время течет и к тому же всегда только в одном направлении?» Или другой вопрос: «Посредством какого именно механизма (физического поля) поддерживается согласованность темпов течения времени в разных точках пространства?» (Наиболее наглядно эта согласованность проявляется в том, что в области пространства м пренебрежимо слабым гравитационным полем темпы течения времени в любых двух неподвижных относительно друг друга точках строго одинаковы.) Попытки дать ответы как на эти, так и на другие вопросы, касающиеся специфических свойств времени, предпринимались во многих физических и философских вопросах. Однако предлагаемые ответы не являются достаточно убедительными. В

качестве примера приведем три наиболее часто высказываемые гипотезы о природе времени и его направленности.

Согласно одной из них это свойство времени обусловлено общим расширением Вселенной. Но такое объяснение трудно принять. Дело в том, что расширение Вселенной есть взаимное разбегание галактик, которое не сопровождается изменением пространственных масштабов внутри них и уж тем более внутри нашей солнечной системы. Поэтому данная гипотеза вызывает необходимость ответить на вопрос, каким образом часы на Земле «узнают» о разбегании далеких галактик. Никаких реальных соображений относительно этого в современной физике не имеется.

Вторая гипотеза связывает течение времени и его направленность со вторым началом термодинамики, т.е. с однонаправленным ростом энтропии в окружающем мире, вызываемым протеканием различных необратимых процессов. Но и в этом случае остается неясным, каким образом информация о возрастании энтропии передается часам. Поэтому маловероятно, чтобы энтропия могла служить причиной течения времени.

Наконец, третья гипотеза состоит в утверждении, что никакого течения времени вообще нет. А дело в том, что все тела в нашем мире в действительности являются не трехмерными, как нам это представляется, а четырехмерными, растянутыми вдоль временной оси; течение же времени, как и трехмерность, - есть лишь чисто психологический эффект, обусловленный спецификой нашего субъективного восприятия мира, так сказать, обман чувств. Однако против такого объяснения также можно высказать серьезные возражения. Во-первых, все физические теории строятся для трехмерных, а не четырехмерных объектов, и все уравнения физики описывают поведение именно трехмерных тел. Поэтому современная физика – это физика трехмерных тел. А общеизвестные успехи ее в описании природы не дают оснований для сомнения в справедливости заложенного в ней допущения о трехмерности окружающих нас тел. Во-вторых, в связи с тем, что мы сами являемся объектами физического мира и поэтому согласно рассматриваемой гипотезе имеем некоторое фиксированное протяжение вдоль временной оси, встает вопрос о том, какой же физический механизм в нашем мозгу вызывает ощущение течения времени. Ответа на этот вопрос нет. В-третьих, остается совершенно не ясным, почему мы не ощущаем нашу четырехмерность. Причем если в отношении зрительного восприятия мира еще можно высказать по данному поводу какие-то соображения (например, сослаться на то, что воспринимаемый нами свет, идущий от окружающих тел, распространяется вдоль так называемого светового конуса, который является трехмерным многообразием), то уж в отношении осязания нет никаких разумных соображений, почему мы, если мы действительно четырехмерны, не можем воспринимать собственное четвертое измерение, как это происходит с тремя другими измерениями. Четвертое возражение имеет философский характер. Если мы четырехмерны, то, следовательно, полностью фиксированы не только наши прошлое и настоящее, но и наше будущее. А это означает абсолютную предопределенность, детерминированность нашего поведения, полное отсутствие свободы выбора. По-видимому, столь категорический вывод не соответствует действительности. В самом деле, казалось бы, читатель может прямо сейчас закрыть книгу и отложить ее в сторону, а может продолжить чтение. И как-то странно было бы полагать, что результат этого выбора никак не зависит от желания читателя, а заранее предопределен при «сотворении мира».

Из сказанного видно, что, несмотря на фундаментальность времени, в физике еще нет детально разработанной концепции понятия «времени». Более того, не сформулировано даже сущностное определение времени, которое бы полностью конкретизировало его свойства, а имеются только операционные определения, которые указывают различные способы измерения промежутков времени.

Принятая ныне концепция времени в основных своих чертах сложилась к 30-м годам XX в. под влиянием созданной к тому времени теории относительности и с тех пор принципиальных изменений не претерпела. Необходимость дальнейшего развития

представлений о времени осознавалось и ныне осознается многими учеными. Так, В.И. Вернадский еще в 30-е годы писал: «Наука XX столетия находится в такой стадии, когда **наступил момент изучения времени, так же, как изучается материя и энергия, заполняющие пространство**» [31, с.81]. Эти слова Н.А. Козырев поставил эпиграфом к основной главе своей монографии «Причинная или несимметричная механика в линейном приближении» [1, с.13].

Мы вкратце обрисовали ситуацию, которая сложилась в отношении времени в физике. Вместе с тем в других науках также развиваются представления о времени. Так, можно встретить понятия времени биологического, психологического, социального и т.д. Введение их связано с объективными потребностями соответствующих наук. Однако эти понятия разработаны в еще меньшей степени. Не ясна также связь их между собой и с временем физическим.

В дальнейшем мы сосредоточим внимание только на физическом времени, так как оно исследуется в работах Н.А. Козырева. Подчеркнем, что не следует смешивать понятие физического времени с философской категорией времени. Рассматриваемое в материалистической философии время как всеобщая форма бытия материи, ее важнейший атрибут представляет собой широкое обобщение представлений о времени, даваемых всеми конкретными науками, всем человеческим опытом. Философское понятие времени не тождественно физическому, точно так же, как философская категория пространства не тождественна естественнонаучному понятию пространства, рассматриваемому такими конкретными науками, как геометрия, топология, теория относительности.

3. Методологические основы причинной механики.

В современном естествознании имеются два диаметрально противоположных подхода к изучению времени. Один, называемый **реляционным**, основан на представлении, что «в природе нет никакого времени «самого по себе». <...> Время – это всегда конкретное физическое свойство данных конкретных физических тел и происходящих с ними изменений» [29, с.194]. Другой подход – **субстанциональный**, который развивал, в частности, Н.А. Козырев, - предполагает, что время представляет собой самостоятельное явление природы и оно может каким-то образом воздействовать на объекты нашего мира и протекающие в нем процессы (причем не исключено и обратное воздействие состояний объектов и характеристик процессов на какие-то свойства времени). Пока что нет достаточных данных для того, чтобы установить достоверно, какой из этих подходов лучше отражает реальную действительность; поэтому оба они имеют право на существование.

В обоснование реляционного подхода обычно приводят тот довод, что согласно теории относительности геометрия пространства-времени (его кривизна, темп течения времени и т.д.) зависит от распределения масс и их взаимного движения. Так, например, около большей массы время течет медленнее, чем около меньшей. В связи с зависимостью времени от характеристик тел и делают заключение, что время не представляет собой самостоятельной сущности. Однако данное рассуждение не является бесспорным. Действительно, из самой общей теории относительности следует, что пространство-время имеет вполне определенное предельное состояние при устремлении масс всех тел и энергии всех полей к нулю. Это состояние описывается специальной теорией относительности и представляет собой четырехмерное плоское псевдоевклидово пространство, называемое пространством Минковского. Таким образом, не содержащее никаких тел и полей пустое пространство-время обладает строго фиксированной геометрией. Из этого обстоятельства, казалось бы, естественно сделать заключение, прямо противоположное традиционному, а именно, что пространство-время, а потому и само время существуют независимо от тел и полей, последние же лишь искажают геометрию пространства-времени, превращая его из плоского псевдоевклидова в искривленное

псевдориманово пространство. Вот если бы общая теория относительности при переходе к предельному случаю пустого пространства-времени приводила к какому-либо не имеющему разумного смысла результату, если бы в случае пустого пространства-времени текло бесконечно быстро или, наоборот, совсем остановилось, или же если бы в этом случае оно просто не существовало (как не существует, к примеру, предел функции $\sin(1/x)$ при x , стремящемся к нулю), то тогда были бы все основания сделать заключение, что вне материальных тел время не существует. Но поскольку это не так, а пустое пространство-время имеет вполне определенную геометрию, то представляется, что указанный выше довод, который обычно выставляют в пользу реляционного подхода к изучению времени, говорит, скорее, в пользу противоположного - субстанционального подхода, рассматривающего время как самостоятельное явление природы. Отметим также, что субстанциональный подход оставляет исследователю гораздо большую свободу для творческих поисков, нежели реляционный, что может способствовать более успешному решению научной проблемы.

Принятие *субстанционального подхода к изучению времени* есть первое из методических допущений, на которых строится причинная механика.

Вторым является допущение, что *время наряду с обычным свойством длительности, измеряемой часами, обладает еще и другими свойствами*. Эти свойства Н.А. Козырев называет *физическими*, или *активными*, противопоставляя их свойству длительности, называемому им геометрическим, или пассивным. (Отметим, чтобы в дальнейшем не возвращаться к этому вопросу, что Н.А. Козырев никоим образом не ревизует общепринятые представления, касающиеся длительности времени, и пользуется во всех своих рассуждениях и расчетах понятием промежутка времени в точности так, как это делается всеми.) В связи с тем, что в рамках традиционной научной парадигмы, оперирующей единственным свойством времени – длительностью, - невозможно ни подтвердить, ни опровергнуть данное допущение (ибо нельзя доказать наличие или отсутствие того, что не определено), оно с полным основанием может быть принято в качестве рабочей гипотезы.

Правомочность данного допущения подтверждается также следующим. Теория, предполагающая наличие у времени других свойств помимо длительности, если она будет создана и будет внутренне непротиворечива, не может оказаться ошибочной, она лишь рискует оказаться избыточной. Действительно, если реальное время все-таки никакими свойствами кроме длительности не обладает, то в таком случае во всех уравнениях этой теории характеристики, отвечающие дополнительным свойствам времени, просто должны быть приняты равными нулю. Тогда она автоматически перейдет в теорию, предполагающую наличие у времени единственного свойства – длительности. Обратное же, подчеркнем, неверно: если на самом деле время обладает наряду с длительностью и другими свойствами, то никакая теория, основанная на предположении об отсутствии у времени иных свойств, кроме длительности, не сможет описать правильно реальную действительность.

В качестве иллюстрации того, как более общая теория может переходить в частную при «занулении» отдельных характеристик рассматриваемых объектов, можно привести такой практический пример. Будем развивать планиметрию как науку о трехмерных, а не двумерных объектах, полагая что квадрат, круг и прочие изучаемые планиметрией фигуры имеют некоторую конечную толщину (например, равную 1 см) и что все они располагаются в тонком плоском слое той же толщины, неограниченно протяженном в направлениях, параллельных срединной плоскости слоя. Понятно, что в принципе такую науку можно построить. При этом она будет гораздо более громоздкой, чем обычная планиметрия, так как рассматриваемые в ней объекты обладают более богатыми свойствами, чем обычные фигуры в планиметрии (в них, например, имеются диагонали, пересекающие фигуру по толщине). Однако если в такой, более общей, теории положить толщины слоя и всех фигур равными нулю, то она перейдет в обычную планиметрию. Так

и теория, допускающая наличие у времени дополнительных свойств, если положить в ней все характеристики этих свойств равными нулю, перейдет в теорию, исключаящую наличие последних.

Третье допущение, принимаемое Н.А. Козыревым, гласит: **активные свойства времени могут быть исследованы экспериментально**. Это допущение, очевидно, также является оправданным.

Сложность экспериментального изучения времени состоит в том, что оно, как и пространство, не может быть исследовано непосредственно. Это связано с тем, что наши органы чувств и все имеющиеся физические приборы способны воспринимать непосредственно только свойства вещества, а не свойства вмещающих его времени и пространства.* Поэтому если время и может исследоваться экспериментально, то лишь опосредованно, путем изучения физических систем и протекающих в них процессов. Такая опосредованность вызывает трудности в интерпретации получаемых данных, поскольку не ясен критерий, который позволил бы отделить характеристики систем и процессов, обусловленные воздействием времени, от характеристик, внутренне присущих самим системам и процессом. Эта неопределенность в значительной мере и обуславливает сосуществование двух упоминавшихся подходов к описанию времени – реляционного, который приписывает все наблюдаемые характеристики систем и процессов самим этим системам и процессам и тем самым исключает наличие у времени каких-либо самостоятельных свойств, и субстанционального, допускающего такие свойства. Отметим, что в изучении времени заключена еще дополнительная трудность по сравнению с изучением пространства. Пользуясь геометрическим языком, можно сказать, что она связана с тем, что время ортогонально нашему миру, поэтому мы не можем ни зрительно, ни с помощью приборов заглянуть в это, ортогональное нашему миру направление и увидеть сразу весь временной порядок окружающих нас предметов подобно тому, как мы глазами видим сразу весь их пространственный порядок.

Мы рассмотрели три методологических допущения, на основе которых строится причинная механика: принятие субстанционального подхода к исследованию времени, допущение о наличии у времени иных свойств, кроме длительности, и утверждение о возможности экспериментального исследования этих свойств. Сам Н.А. Козырев концентрированно сформулировал эти допущения следующим образом: «Время представляет собой явление природы с разнообразными свойствами, которые могут быть изучены лабораторными опытами и астрономическими наблюдениями» [11].

Рассмотренные допущения носят, так сказать, стратегический характер. Следующие два методологических допущения можно отнести к разряду тактических. Первое состоит в выборе конкретного метода построения теории. Н.А. Козырев избрал **аксиоматический метод**. В соответствии с ним причинная механика начинается с принятия аксиом, задающих свойства времени (по-видимому, эта первая в физике попытка дать сущностное определение времени), а затем на основе принятых аксиом выводятся следствия о возможных воздействиях времени на различные физические системы. Использование аксиоматического метода, разумеется, не может вызвать возражений, оно согласуется с общим стремлением ученых, работающих в области точных наук, к логической стройности своих теоретических разработок и восходит к построению геометрии Евклидом и механики Ньютоном.

¹ Из данного обстоятельства не следует обязательно, что не существует самих по себе времени и пространства. Более того, это не исключает даже такую крайнюю гипотетическую ситуацию, что как раз наоборот, существуют только время и пространство, а вещество представляет собой не самостоятельную сущность, а всего лишь некоторые относительно стабильные сгустки пространства-времени (наподобие солитонов), которые только и воспринимаются физическими приборами и нашими органами чувств. (Не есть ли понимаемое таким образом пространство-время тем самым физическим вакуумом, из которого рождаются частицы вещества?)

Второе «тактическое» допущение касается выбора математических моделей для описания объектов нашего мира. Н.А. Козырев больше всего интересовался проявлениями свойств времени в обычных окружающих нас физических системах и протекающих в них процессах. Такие системы имеют массы не очень малые, по крайней мере существенно превосходящие массы элементарных частиц. Вместе с тем их массы значительно уступают массам характерных структур Вселенной (наиболее массивными объектами, активно влияющими на наше существование и потому особенно интересовавшими ученого, являются Солнце и Земля). Кроме того, скорости взаимных движений таких систем и их отдельных частей существенно меньше скорости света (взаимодействие времени с электромагнитным излучением Н.А. Козырев не рассматривал). Подавляющее большинство таких систем и происходящих в них процессов не проявляет релятивистских и квантовых эффектов и хорошо описывается классической механикой Ньютона. Поэтому согласно Н.А. Козыреву причинная механика может строиться на базе тех же математических моделей объектов нашего мира, что и классическая механика Ньютона. В связи с этим в причинной механике принято, что **математическими образами физических объектов являются материальные точки или системы материальных точек, образами их воздействий друг на друга служат векторы сил, а ареной, на которой разыгрываются события мира, служат трехмерное собственно евклидово пространство и время – одномерное, непрерывное и однородное по своему геометрическому свойству длительности**. Вряд ли существуют причины, по которым можно было бы заранее, до сравнения результатов теории с опытом, возразить и против этого допущения.

Пять рассмотренных допущений являются главными методологическими посылками, на которых базируется причинная механика.

4. Постулаты причинной механики.

Н.А. Козырев излагает основы причинной механики в трех работах [1, 2, 5], опубликованных соответственно в 1958, 1963 и 1971 гг. Формулировки исходных аксиом в этих работах несколько различаются, что отражает развитие представлений ученого о свойствах времени. Мы будем основываться на работе [5] как наиболее поздней публикации.

Н.А. Козырев формулирует три постулата о физических свойствах времени.

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

Данный постулат, устанавливая наличие тесной связи времени и причинности, немедленно приводит к важному выводу, что на практике искать проявления активных свойств времени следует в причинно-следственных отношениях между явлениями нашего мира. Принятие этого постулата в качестве исходного положения теории свидетельствует о том, что при ее создании Н.А. Козырев ставил целью поиск конкретных экспериментально наблюдаемых эффектов проявления свойств времени в нашем мире. Представление о связи времени с причинностью пронизывает всю теорию Козырева. Это видно, например, из того, что все три аксиомы о свойствах времени содержат термины «причина» и «следствие». Именно убеждение ученого в наличии такой связи побудило его назвать свою теорию физических свойств времени причинной механикой. Представление о связи времени и причинности не является новым в науке. Еще три столетия назад его обсуждал Г.В. Лейбниц. При этом он считал временной порядок событий мира результатом причинно-следственного порядка. Однако исследования современных философов - Г. Рейхенбаха, Дж.Дж. Уитроу, А.М. Мостепаненко и других - показали, что, скорее всего, имеет место обратное взаимоотношение между временным и причинно-следственным порядками: временной порядок представляет собой основу

порядка причинно-следственного, а не наоборот. Именно такую точку зрения на соотношение времени и причинности отражает теория Козырева.

Взглянем на данный постулат с позиции классической механики. Согласно третьему закону Ньютона взаимодействие двух тел осуществляется таким образом, что силы, с которыми тела воздействуют друг на друга, равны между собой по модулю и противоположны по направлению, причем действуют они одновременно; кроме того, в классической механике всегда принимается, что эти силы имеют одну линию действия. Отсюда видно, что в рамках классической механики между причиной и следствием не существует различий, т.е. выполняется известный принцип «*causa aequat effectum*» - «причина адекватна следствию». В этом состоит принципиальная ограниченность классической механики. Преодоление ее и является целью причинной механики. Обсуждаемый постулат утверждает, что время обладает как раз таким свойством, которое порождает различие между причиной и следствием.

Не совсем удачным в рассматриваемом постулате является использование термина «направленность» в качестве названия постулированного свойства времени, так как этот термин уже имеет хождение в науке, а смысл, вкладываемый в него в причинной механике, не тождествен общепринятому. Второе название этого свойства – «ход времени» - также не слишком удачно, потому что в дальнейшем оно используется не столько применительно к самому данному свойству времени, сколько к одной его количественной характеристике. Однако эти терминологические шероховатости, разумеется, не снижают значения обсуждаемого постулата.

Следующие два постулата уточняют, в чем именно состоит различие между причиной и следствием, указанное в постулате I.

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

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

Эти постулаты согласуются со всем опытом естествознания, касающимся свойств причинности. Их содержание настолько прозрачно и естественно, что не видно каких-либо доводов против их принятия. И даже если в реальности все же выполняется условие $\delta x = 0$ или $\delta t = 0$, то и такой случай может быть получен из рассматриваемой теории посредством соответствующего предельного перехода. (Между тем, если принять $\delta x = 0$ или $\delta t = 0$, а в действительности соответствующая величина не равна нулю, то такая теория заведомо не будет адекватна реальности.)

В причинной механике, как отмечалось, вещество моделируется материальными точками. В рамках такой модели всякий процесс может быть представлен как последовательность отдельных причинно-следственных звеньев. При этом самое малое (элементарное) причинно-следственное звено состоит из двух материальных точек - точки-причины и точки-следствия, - которые согласно второму и третьему постулатам разделены пространством и временем и между которыми уже нет никаких других материальных точек. Считается, что величины δx и δt относятся именно к такому элементарному причинно-следственному звену (причем они, вообще говоря, могут быть различными для разных звеньев).

Н.А. Козырев вводит в рассмотрение величину

$$C_2 = \delta x / \delta t, \quad (1)$$

которую называет *ходом времени*. Эта величина имеет размерность скорости и характеризует скорость перехода причины в следствие в элементарном причинно-следственном звене. Величина C_2 является основной количественной характеристикой в причинной механике. На основании того, что элементарное причинно-следственное звено не содержит между точкой-причиной и точкой-следствием никакого вещества, а только

пространство и время, ученый заключает, что величина C_2 должна отражать свойства именно времени и пространства, а не конкретной физической системы или процесса. В связи с этим он делает предположение, что C_2 является универсальной мировой константой, подобной, например, скорости света в вакууме.

Следующее положение причинной механики уточняет математический характер величины C_2 . Это положение не выделено в качестве отдельного постулата, но по своей сути является именно таковым. Поэтому назовем его четвертым постулатом.

Постулат IV. *Ход времени C_2 является псевдоскаляром, положительным в левой системе координат.*

В отношении величины C_2 необходимо отметить следующее. Данная величина, как указывалось, характеризует скорость перехода причины в следствие в элементарном причинно-следственном звене. Однако величина C_2 не есть наблюдаемая на макроскопическом уровне скорость реализации всей причинно-следственной цепи. Это связано с тем, что окончание одного элементарного причинно-следственного перехода и начало следующего могут быть разделены каким-то промежутком времени, потребным, например, для перемещения точки-причины или точки-следствия из одного места пространства в другое. Здесь можно провести аналогию с взаимодействием молекул газа: между двумя последовательными взаимодействиями одной молекулы газа с другими протекает какое-то время, когда молекула движется свободно, без взаимодействий, причем это время может значительно превышать время осуществления отдельного межмолекулярного взаимодействия (особенно, в случае разреженного газа), поэтому скорости макроскопических процессов в газе, таких, как распространение ударной волны и других, не связаны напрямую со скоростью осуществления отдельного межмолекулярного взаимодействия. Точно так же и наблюдаемая на макроскопическом уровне скорость реализации причинно-следственной цепи может быть не связана напрямую с величиной хода времени C_2 . Из этого ясно, что разработка методов экспериментального определения этой величины представляет собой непростую задачу.

Н.А. Козыреву удалось поставить соответствующие опыты. Они показали, что

$$C_2 \approx 2200 \text{ км/с} \approx 1/137 C_1 \text{ в левой системе координат,} \quad (2)$$

где C_1 - скорость света в вакууме (в [5] приведено иное значение величины C_2 , но в более поздней работе [6] дается именно это – см. 367 и 382²). Из (2) следует, что отношение C_2 к C_1 примерно равно постоянной тонкой структуры Зоммерфельда α . Происхождение этой фундаментальной безразмерной константы давно волнует ученых-физиков. Так, Ричард Фейнман пишет: «Вам, конечно, хотелось бы узнать, как появляется это число...?» Никто не знает. Это одна из **величайших** проклятых тайн физики: **магическое число**, которое дано нам и которого человек совсем не понимает» [32, с.114]. Если в реальной действительности отмеченная связь C_2 и C_1 с α выполняется не приближенно, а точно, то эта «величайшая тайна физики» перестает быть тайной: константа α оказывается просто отношением двух фундаментальных скоростей - C_2 к C_1 :

$$\alpha = \frac{e^2}{2\varepsilon_0 h C_1} = \frac{C_2}{C_1} \approx 1/137, \quad (3)$$

здесь первое равенство есть определение величины α ; e - элементарный заряд; ε_0 - электрическая постоянная; h - постоянная Планка (квант действия).

Далее в причинной механике речь идет о силах, которые появляются в причинно-следственном звене при определенных условиях и которые являются добавочными по отношению к силам, предсказываемым классической механикой. Утверждение, конкретизирующее значения этих сил, также не выделено в качестве самостоятельной аксиомы, а представлено в виде результата, вытекающего из постулированных свойств времени. Однако совершенно очевидно, что, располагая единственной (псевдо)скалярной

² Здесь и далее страница указаны по книге Козырев Н.А. Избранные труды / Сост. А.Н. Дадаев, Л.С. Шихобалов, Л.: Изд-во ЛГУ, 1991.

характеристикой - ходом времени C_2 , - принципиально невозможно чисто логическим путем сделать однозначное заключение о значении векторной величины, каковой является сила (для этого требуется знание трех независимых скалярных величин). Поэтому приводимое обоснование указанного утверждения заведомо не может быть строгим. Не трудно убедиться, что оно действительно опирается не только на сформулированные ранее постулаты, но и на некоторые допущения, выходящие за рамки последних. Разумеется, и сам автор причинной механики не считал это обоснование строгим логическим выводом. Так, он пишет: «Изложенные здесь теоретические соображения нужны в основном только для того, чтобы знать, как поставить опыты по изучению свойств времени» (с.345). В связи с этим сразу сформулируем окончательный результат в виде самостоятельного постулата. Придание ему статуса постулата тем более оправданно, что он выполняет в причинной механике такие же функции, какие в классической механике выполняют второй и третий законы Ньютона.

Постулат V. Если, в причинно-следственном звене имеет место относительное вращение точки-причины, и точки-следствия, то в нем наряду с силами, учитываемыми классической механикой, действуют и определенные добавочные силы. При этом добавочные силы, приложенные к точке-причине и к точке-следствию, равны по модулю и противоположны по направлению, так что их главный вектор равен нулю. Вместе с тем линии действия этих сил могут не совпадать, поэтому их главный момент может быть отличен от нуля.

Для реального причинно-следственного звена, состоящего из макроскопических тела-причины и тела-следствия, при условиях, что: а) одно из тел вращается, а другое не вращается, б) вращающееся тело по форме близко к идеальному волчку (то есть вся его масса располагается примерно на одном расстоянии от оси вращения, а центр масс находится на этой оси), в) центр масс невращающегося тела также находится в некоторой точке оси вращения, добавочные силы имеют вид

$$\Delta\Phi \approx j(u/C_2)|\Phi_0| \quad (4)$$

$$\Delta R \approx -j(u/C_2)|\Phi_0| \quad (4)$$

где $\Delta\Phi$, ΔR - результирующие добавочных сил, действующих соответственно на следствие и причину; j - орт оси вращения, направленный в ту сторону, откуда вращение кажется происходящим по ходу часовой стрелки; u - псевдоскаляр, равный по абсолютной величине линейной скорости поворота и имеющий положительный знак в левой системе координат (все точки идеального волчка характеризуются одним значением u); Φ_0 - описываемая классической механикой сила, с которой причина действует на следствие (при этом к причине приложена сила противодействия со стороны следствия $R_0 = -\Phi_0$). Предполагается, что $|u| \ll |C_2|$, поэтому $|\Delta\Phi| \ll |\Delta\Phi_0|$ и $|\Delta R| \ll |\Delta\Phi_0|$, т.е. силы $\Delta\Phi$ и ΔR представляют собой малые добавки к «классической» силе Φ_0 .

Для этого же макроскопического причинно-следственного звена, но в случае, когда центр масс невращающегося тела расположен в стороне от оси вращения, добавочные силы описываются теми же выражениями (4), в которых под j следует понимать орт, параллельный оси вращения, направленный так, как указано выше, и приложенный для каждого тела в его центре масс.

Опыты, в которых Н.А. Козырев наблюдал появление добавочных сил, ставились таким образом, что в них реализовалась ситуация, описанная в последнем абзаце постулата V. В данном случае добавочные силы, приложенные к причине и следствию, направлены вдоль параллельных, но не совпадающих прямых. Вследствие этого их главный момент не равен нулю, и он вызывает поворот причинно-следственного звена. Такой поворот и наблюдался в опытах. В связи с тем, что по отношению к причинно-следственному звену добавочные силы являются внутренними, наличие у них ненулевого главного момента ведет к нарушению закона сохранения момента импульса. Вместе с тем закон сохранения импульса в данном случае остается в силе, так как согласно постулату V

главный вектор добавочных сил равен нулю. Обсудим эту ситуацию с позиции классической механики.

Закон сохранения импульса и закон сохранения момента импульса являются одними из основных законов физики. Причем обычно считается, что к описанию поведения физических систем они применимы в равной степени. Однако если обратиться к обоснованию этих законов, даваемому классической механикой, то можно увидеть, что они базируются на несколько различающихся допущениях. Так, закон сохранения импульса выводится непосредственно из законов Ньютона, закон сохранения момента импульса - из законов Ньютона и дополнительного допущения о том, что **силы взаимодействия любых двух внутренних точек, системы имеют одну линию действия** [33, с.135-137]. Из этого следует, что рассматриваемые законы только в том случае могут иметь одинаковую степень применимости к описанию природы, если указанное дополнительное допущение является таким же общим законом природы, как законы Ньютона. Между тем в классической механике данное допущение не возводится в ранг фундаментального закона. Это говорит о том, что в классической механике заложена принципиальная возможность того, что при каких-то условиях указанное допущение и вместе с ним закон сохранения момента импульса могут нарушаться. Именно о таком случае идет речь в постулате V. Из него следует вывод, что **в причинно-следственных связях может происходить нарушение закона сохранения момента импульса**. Этот вывод, как видно из изложенного, естественным образом дополняет представления классической механики.

Отметим, что в теоретической физике принято выводить закон сохранения момента импульса из допущения об изотропности пространства. При таком подходе вывод, вытекающий из постулата V, может быть истолкован как утверждение, что причинно-следственные процессы могут изменять геометрию пространства, нарушая его изотропность. Такая интерпретация ставит данный вывод в один ряд с известным результатом общей теории относительности, согласно которому любое тело, обладающее ненулевой массой, изменяет геометрию пространства, вызывая его искривление.

Важность постулата V определяется, в частности, следующим.

Во-первых, этот постулат открывает путь к экспериментальной проверке причинной механики. Прделав соответствующие опыты, Н.А. Козырев получил с помощью формул (4) указанное в (2) значение хода времени C_2 .

Во-вторых, постулат V впервые в физике устанавливает объективное отличие причин от следствий в простейших механических системах. Из (4) вытекает, что в случае причинно-следственного звена, содержащего вращающееся тело, можно узнать, является оно причиной или следствием, по тому признаку, в какую именно сторону кажется происходящим вращение его при взгляде со стороны, куда направлен вектор добавочной силы. Если вращение кажется происходящим по ходу часовой стрелки, то рассматриваемое тело является следствием, если против хода часовой стрелки, то оно является причиной. Из этого видно, что в причинной механике различие причины и следствия связывается с различием правого и левого.

В-третьих, из постулата V вытекает вывод о возможности различия свойств зеркально-симметричных систем. Пусть имеются два зеркально симметричных причинно-следственных звена, включающие в себя вращающиеся тела. У таких звеньев направления вращений этих тел противоположны (точнее говорят у одного звена псевдовектор угловой скорости поворота направлен в ту сторону от вращающегося тела, где находится невращающееся тело, а у другого звена он направлен в противоположную сторону). При одинаковых внешних условиях и начальных состояниях действующие в таких звеньях «классические» силы будут одинаковыми, так как классическая механика не делает различия в свойствах зеркально-симметричных систем. Вместе с тем добавочные силы в звеньях, как следует из выражений (4), будут направлены в противоположные стороны. Понятно, что такие звенья будут обладать разными физическими свойствами. Важность

этого вывода определяется тем, что в физике до сих пор не найдено убедительного объяснения много- численным проявлениям в природе зеркальной асимметрии. Наиболее ярким примером ее является так называемая хиральная чистота биологических объектов, которая заключается в наличии исключительно правой закрутки молекул нуклеиновых кислот и исключительно левой закрутки белков [34]. Это свойство живого вещества, начало изучению которого положил Л. Пастор, считается одним из основных признаков жизни.

Остановимся на тех аспектах постулатов IV и V, которые представляются недостаточно убедительными.

В опытах, описанных в [5], использовались механические системы в виде рычажных весов или длинного маятника с подвешенными к ним вращающимися гироскопами. Добавочные силы определялись по отклонению весов от равновесия и по отклонению нити маятника от вертикали. Причинность вводилась в систему посредством механических вибраций, нагрева или пропускания электрического тока, причем источник воздействия помещался вблизи одного из концов системы (выполнявшего роль причины) и воздействие естественным путем передавалось по системе к другому ее концу (следствию). Опыты показали, что добавочные силы возникают только при наличии такого воздействия. Следовательно, указанное воздействие играет определяющую роль в появлении эффекта. Между тем никакие характеристики воздействия не входят в выражения (4), описывающие величины добавочных сил. Это обстоятельство вызывает удивление. По-видимому, дело здесь в том, что выражения (4) являются приближенными. Можно надеяться, что после проведения дополнительных исследований окончательные выражения для добавочных сил будут содержать какие-то характеристики причинного воздействия.

В работе [5] при описании опытных данных с помощью формул (4) в качестве силы $|\Phi_0|$ принимается вес того тела, для которого определяется значение добавочной силы. При этом остается неясным, почему не учитываются силы, действующие на тело со стороны подвеса (или других контактирующих с ним частей системы). Использование в формулах (4) веса тела представляется неудачным еще и в связи со следующим. По логике самой причинной механики добавочные силы определяются внутренним взаимодействием в системе, поэтому, казалось бы, они не должны зависеть от внешних условий, в которых находится система. В частности, они не должны зависеть от того, находится система в земной лаборатории, где на нее действует сила тяжести, или в космосе в условиях невесомости. Однако в последнем случае при использовании в качестве силы $|\Phi_0|$ веса тела формулы (4) дают нулевое значение добавочных сил. Эти соображения свидетельствуют о необходимости доработки соответствующего положения причинной механики.

Принятие постулата IV, приписывающего величине C_2 псевдоскалярный характер, осуществлено с очевидной целью - связать различие причины и следствия с различием правого и левого. Из сказанного ранее видно, что это в полной мере достигается постулатом V, причем независимо от постулата IV (последнее следует из того, что смысл постулата V совершенно не меняется при одновременном изменении в нем характера величин \mathbf{u} и C_2 с псевдоскалярного на скалярный). Таким образом, вполне можно было бы опустить постулат IV и считать ход времени C_2 и величину \mathbf{u} обычными скалярами. Отказаться от постулата IV целесообразно также по той причине, что в этом случае отпадает необходимость приписывать одной из величин $\delta\mathbf{x}$ или $\delta\mathbf{t}$ псевдоскалярный характер, что требовалось бы делать, как следует из формулы (1), при псевдоскалярности величины C_2 . Заметим, что в работе [5] допущение о псевдоскалярности C_2 используется в тех опущенных нами рассуждениях, которые предваряют утверждения, входящие в постулат V.

Н.А. Козырев пишет, что между силой действия и силой противодействия нет разрыва во времени, причем здесь подразумеваются и силы, описываемые выражениями

(4). Это означает, что причина и следствие воздействуют друг на друга одновременно. При этом остается неясным, как этот результат соотносится с постулатом III о наличии не равного нулю временного различия между причиной и следствием. По-видимому, этот вопрос требует дополнительного осмысления.

Следующий постулат может быть сформулирован таким образом.

Постулат VI. *Время наряду с постоянным свойством - ходом c_2 обладает и переменным свойством - плотностью.*

Н.А. Козырев провел большой цикл исследований этого свойства времени и получил интересные результаты [6, 12, 13]. Однако, учитывая, что ему не удалось ввести количественную характеристику плотности времени, мы считаем, что обсуждать данный постулат преждевременно.

На этом рассмотрение постулатов причинной механики закончим. В целом о них можно сказать, что они существенно дополняют и развивают современные научные представления о времени и причинности; вместе с тем ряд заключенных в них положений требует дальнейшей проработки.

5. Экспериментальное исследование физических свойств времени.

«Время представляет собой целый мир загадочных явлений, и их нельзя проследить логическими рассуждениями. Свойства времени должны постоянно выясняться физическими опытами» - эти слова Н.А. Козырева (с.345) свидетельствуют о том, что ученый придавал экспериментальному исследованию свойств времени первостепенное значение. Об этом говорит и тот факт, что он впервые обнародовал свои представления о времени только после того, как они были подтверждены опытами. Первая работа о свойствах времени была опубликована им в 1958 году [1]. А ранее на протяжении многих лет он развивал теорию и разрабатывал, а потом и осуществлял такие схемы опытов, которые позволяли наблюдать эффекты воздействия времени на объекты нашего мира. Причем экспериментальные исследования ученый начал проводить, как он сам пишет (с.345), еще зимой 1951-1952 годов.

В нашу задачу не входит анализ экспериментальных исследований Н.А. Козырева. Мы лишь отметим две принципиальные сложности, возникающие при постановке соответствующих опытов. Одна из них непосредственно связана с основами причинной механики. Согласно последней добавочные силы, обусловленные воздействием времени, проявляются в причинно-следственных связях. Это вынуждает вводить в экспериментальную установку, предназначенную для определения добавочных сил, какой-либо процесс (пропускание электрического тока, тепла, механических колебаний и т.д.). В результате процедура измерения добавочных сил оказывается сложнее процедуры измерения обычных сил, действующих в той же установке при отсутствии процесса. При этом в схемах опытов, разработанных Н.А. Козыревым, процесс вводится прямо в измерительную систему, что, конечно, резко снижает достижимую точность измерений. Между тем измеряемые силы очень малы. Поэтому желательно разработать такие методы измерения добавочных сил, которые позволили бы освободить измерительную систему от воздействия процесса и тем самым повысить точность измерений.

О второй сложности, возникающей при экспериментальном изучении времени, мы уже писали. Она заключается в том, что время не может быть исследовано непосредственно, а только опосредованно через изучение различных физических систем и протекающих в них процессов. Эта особенность приводит к тому, что при интерпретации опытных данных приходится привлекать априорные теоретические соображения о свойствах времени. Главная априорная посылка состоит в допущении, что наблюдаемые эффекты обусловлены именно воздействием времени. Для самого Н.А. Козырева необходимость привлечения такой посылки, разумеется, не могла играть негативной роли. Ученый ставил свои опыты, исходя из определенной теории времени, поэтому

полученные в опытах результаты, заранее предсказанные ею, служили для него убедительным доказательством справедливости этой теории. Однако с позиции стороннего наблюдателя, не знакомого с этими обстоятельствами, которые привели Н.А. Козырева к постановке опытов, правильность отмеченной априорной посылки может не быть самоочевидной. Он вполне закономерно может задаться вопросом: «А почему, собственно, нужно считать, что наблюдаемые эффекты вызваны именно свойствами времени, а не какими-то, пусть даже пока еще не известными физическими полями?»

Конечно, наилучшим способом разрешить данный вопрос было бы поставить такой эксперимент, из которого без каких-либо предварительных посылок с неизбежностью следовало бы, что наблюдаемые эффекты обусловлены именно свойствами времени. Однако в силу опосредованного характера их проявлений вполне может оказаться, что поставить такой эксперимент в обычных лабораторных условиях в принципе невозможно. Вместе с тем посредством астрономических наблюдений, скорее всего, могут быть выявлены эффекты, которые бы со всей определенностью свидетельствовали о наличии у времени особых свойств. В этом убеждают результаты астрономических наблюдений Н.А. Козырева и В.В. Насонова [9]. Они наблюдали с помощью разработанных ими датчиков разные космические объекты – звезды, галактики, шаровые скопления. Для каждого из наблюдавшихся объектов они зарегистрировали сигналы, идущие от трех мест на небесной сфере: а) от места, совпадающего с видимым положением объекта, т.е. оттуда, где объект находился в далеком прошлом; б) от места, где объект находится в момент наблюдения; в) от места, которое будет занимать объект, когда к нему придет световой сигнал от Земли, испущенный в момент наблюдения. Н.А. Козырев интерпретировал этот результат, как возможность связи посредством физических свойств времени с прошлым и будущим вдоль соответствующих световых конусов и с настоящим вдоль гиперплоскости одномоментных событий [10]. Такая интерпретация хотя и кажется на первый взгляд слишком смелой, все же лишена оснований. По крайней мере, она не является внутренне противоречивой: так как сами понятия прошлого, настоящего и будущего определяются свойствами времени, то их, по-видимому, хотя бы в принципе, можно определить так, чтобы допускалась связь с ними через время. Вместе с тем всякая попытка объяснить получение сигналов из будущего или настоящего вне зависимости от свойств времени, очевидно, потребовала бы радикальной ломки основ физики.

И наконец, последнее, что следует сказать об экспериментах. Любая физическая теория становится общепризнанной только после того, как получает неоспоримые подтверждения в опытах, поставленных независимыми исследователями. Однако в настоящее время в научной литературе не имеется каких-либо сведений, которые бы подтверждали или, наоборот, опровергали результаты Н.А. Козырева³. Поэтому для окончательного решения вопроса о природе обнаруженных Н.А. Козыревым явлений необходимо проведение дальнейших экспериментальных исследований. К большому сожалению, после смерти Н.А. Козырева в феврале 1983 года и кончины в марте 1986 года его соратника В.В. Насонова, на протяжении 20 лет помогавшего ученому ставить все эксперименты, руководство Пулковской обсерватории ликвидировало лабораторию Н.А. Козырева. Это было сделано вопреки настоятельным призывам научной общественности сохранить лабораторию и несмотря на то, что была сформирована инициативная группа специалистов, готовая вести эти исследования. Безусловно, исследования, проводившиеся Н.А. Козыревым, должны быть продолжены.

6. Заключение.

³ Когда книга уже была сдана в издательство, появились сообщения о подтверждении астрономических наблюдений Н.А. Козырева и В.В. Насонова (Докл. АН СССР. 1990. Т. 314. № 2. С. 352; Т. 315. № 2. С. 368).

Главный вывод, который Н.А. Козырев делает на основе причинной механики, состоит в следующем (с.384, 393, 394):

Время благодаря своим активным, свойствам может вносить в наш мир организующее начало и тем противодействовать обычному ходу процессов, ведущему к разрушению организованности и, производству энтропии. Это влияние времени очень мало в сравнении с обычным разрушающим ходом процессов, однако оно в природе рассеяно всюду, и поэтому имеется возможность его накопления. Такая возможность осуществляется в живых организмах и массивных космических телах, в первую очередь в звездах. Для Вселенной в целом влияние активных свойств времени проявляется в противодействии наступлению ее тепловой смерти.

Н.А. Козырев не успел дать этому выводу строгого теоретического или экспериментального обоснования, поэтому при нынешнем состоянии развития причинной механики данный вывод имеет в значительной мере мировоззренческий характер. Важно, что он, по крайней мере, частично, находит подтверждение в философских работах. Так, заключительная его часть, из которой следует ошибочность широко распространенного представления о неизбежности тепловой смерти Вселенной, полностью созвучна положениям материалистической философии. Ф. Энгельс в «Диалектике природы» пишет: «...излученная в мировое пространство теплота должна иметь возможность каким-то путем, - путем, установление которого будет когда-то в будущем задачей естествознания - превратиться в другую форму движения, в которой она может снова сосредоточиться и начать активно функционировать... Вот вечный круговорот, в котором движется материя...» [36, с.22-23]. Обосновывается это положение тем, что материя не может утратить ни одного из своих атрибутов, она не может стать ни хуже, ни лучше и во всех своих бесконечных превращениях остается вечно одной и той же.

Другое содержащееся в выводе Н.А. Козырева утверждение – о связи времени и жизни – находит подтверждение во взглядах В.И. Вернадского, который, цитируя изречение немецкого философа Георга Зиммеля «время есть жизнь, если оставить в стороне ее содержание», говорит о том, что «почти без изменения это выражение может быть сейчас применено к научной реальности» [35, с.253].

Резюмируя все сказанное, можно заключить, что причинная механика Н.А. Козырева, не вступая в противоречие ни с одним положением современной физики, гармонично дополняет имеющуюся картину мира. Однако она пока еще не является завершенной теорией. Заслуга Н.А. Козырева в том, что он указал путь изучения времени и прошел сам значительную его часть. Трудно предсказать, что ждет нас в конце этого пути. Но одно несомненно - этот путь должен быть пройден наукой.

Указатель литературы.

1. Козырев Н.А. Причинная или несимметричная механика в линейном приближении. Пулково, 1958. 90 с.
2. Козырев Н.А. Причинная механика и возможность экспериментального исследования свойств времени // История и методология естественных наук. Вып. 2: Физика. М., С. 95-113.
3. Козырев Н.А. Незведанный мир // Октябрь. 1964. № 7. С. 183-192.
4. Козырев Н.А. Путь в космос // Нева. 1969. № 12. С. 167-169.
5. Kozurev N.A. On the possibility of experimental investigation of the properties of Time // Time in Science and Philosophy. Prague, 1971. P. 111-132. Русский оригинальный текст: Настоящее издание. С. 335-362.
6. Козырев Н.А. Астрономические наблюдения посредством физических свойств времени // Вспыхивающие звезды: Труды симпозиума, приуроч. к открытию 2,6-м телескопа

- Бюраканской астрофиз. обсерв., Бюракан, 5-8 октября 1976 года.. Ереван, АН Арм. ССР. 1977. С. 209-227.
7. Козырев Н.А., Насонов В.В. Новый метод определения тригонометрических параллаксов на основе разности между истинным и видимым положением звезд // Астрометрия и небесная механика. М.-Л., 1978. С. 168-179 (Серия: Проблемы исследования Вселенной. Вып. 7).
 8. Козырев Н.А. Описание вибрационных весов как прибора для изучения свойств времени и анализ их работы // Астрометрия и небесная механика. М.-Л., 1978. С. 582-584 (Серия: Проблемы исследования Вселенной. Вып. 7).
 9. Козырев Н.А., Насонов В.В. О некоторых свойствах времени, обнаруженных астрономическими наблюдениями // Проявления космических факторов на Земле и звездах. М.-Л., 1980. С. 76-84 (Серия: Проблемы исследования Вселенной. Вып. 9).
 10. Козырев Н.А. Астрономическое доказательство реальности четырехмерной геометрии Минковского // Проявления космических факторов на Земле и звездах. М.-Л., 1980. С. 85-93 (Серия: Проблемы исследования Вселенной. Вып. 9).
 11. Козырев Н.А. Время и жизнь // Тезисы докл. VI Украинской республ. конф. по бионике. Ужгород, 1981. С. 145-146.
 12. Козырев Н.А. Время как физическое явление // Моделирование и прогнозирование в биоэкологии: Сб. научн. трудов. Рига, 1982. С. 59-72.
 13. Козырев Н.А. О воздействии времени на вещество // Физические аспекты современной астрономии. Л., 1985. С. 82-91 (Серия: Проблемы исследования Вселенной. Вып. 11).
 14. Козырев Н.А. О возможности уменьшения массы и веса тел под воздействием активных свойств времени // Еганова И.А. Аналитический обзор идей и экспериментов современной хронометрии. Новосибирск, 1984. С. 92-98. Деп. в ВИНТИ 27.09.1984, № 6423-86 деп.
 15. Козырев Н.А. Человек и Природа // Козырев Н.А. Избранные труды. Л., Изд-во Ленинградского университета, 1991. С. 401-409.
 16. Александров А.Д. Пространство и время в современной физике // Александров А.Д. Проблемы науки и позиция ученого: Статьи и выступления. Л., 1988. С. 92-119; Теория относительности как теория абсолютного пространства-времени // Там же. С. 120-169.
 17. Альберт Эйнштейн и теория гравитации: Сб. статей. М., 1979. 592 с.
 18. Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М. Теоретическая физика: в 10 т. 2: Теория поля. М., 1988. 512 с.
 19. Логунов А.А. Лекции по теории относительности и гравитации: Современный анализ проблемы. М., 1987. 272 с.
 20. Молчанов Ю.Б. Четыре концепции времени в философии и физике. М., 1977. 192 с.
 21. Мостепаненко А.М. Проблема универсальности основных свойств пространства и времени. Л., 1069. 230 с.
 22. Пенроуз Р. Сингулярности и асимметрия по времени // Общая теория относительности. М., 1983. С. 233-295.
 23. Подольный Р.Г. Освоение времени. М., 1989. 144 с.
 24. Рейхенбах Г. Направление времени. М., 1962. 396 с.
 25. Сазанов А.А. Четырехмерный мир Минковского. М., 1988. 224 с.
 26. Толмен Р. Относительность, термодинамика и космология. М., 1974. 520 с.
 27. Уитроу Дж. Естественная философия времени. М., 1964. 432 с.
 28. Фок В.А. Теория пространства, времени и тяготения. М., 1961. 564 с.
 29. Чернин А.Д. Физика времени. М., 1987. 222 с.
 30. Hawking Stephen W. A brief history of time. From the big bang to black holes. N.-Y., 1988. 189 p.
 31. Вернадский В.И. Проблемы биогеохимии. М., 1980. 320 с. (труды Биогеохимической лаборатории; Т. 16).
 32. Фейнман Р. КЭД – странная теория света и вещества. М., 1988. 144 с.

33. Поляхов Н.Н., Зегжда С.А., Юшков М.П. Теоретическая механика. Л., 1985. 536 с.
34. Кизель В.А. Физические причины диссимметрии живых систем. М.,1985. 120 с.
35. Вернадский В.И. Философские мысли натуралиста. М., 1988. 520 с.
36. Энгельс Ф. Диалектика природы. М. 1987. 350 с.