

ОБЪЕДИНЕННЫЙ  
ИНСТИТУТ  
ЯДЕРНЫХ  
ИССЛЕДОВАНИЙ

ДУБНА



С 323  
Л-934

29/IX-75

P4 - 8988

В.Л.Любошиц, М.И.Подгорецкий

3628/2-75

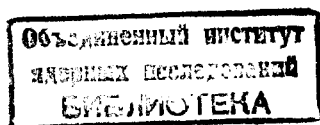
О ФЛЮКТУАЦИЯХ ЭФФЕКТИВНЫХ СЕЧЕНИЙ  
В УНИТАРНОЙ ТЕОРИИ

**1975**

P2 - 8986

В.С.Барашенков

О ВОЗМОЖНОСТИ ЭЛЕМЕНТАРНЫХ ПРОЦЕССОВ  
СО СВЕРХСВЕТОВЫМИ СКОРОСТЯМИ



После того как был напечатан обзор <sup>/1/</sup> различных теоретических и экспериментальных аспектов гипотезы о сверхсветовых частицах - тахионах, в Лабораторию пришло большое число писем, авторы которых указывают на некоторые кажущиеся или реальные противоречия и трудности физического и общеметодологического, принципиального характера, к которым приводит эта гипотеза. Особенно большой интерес вызвала проблема причинности: возможность более общих формулировок причинности, ее связь с T-инвариантностью, вопрос о том, следует ли вообще требовать выполнения принципа причинности в микроскопических областях пространства - времени и т.д.

Рассмотрим эти вопросы подробнее.

### *1. Парадоксы теории сверхсветовых частиц*

Итак, насколько обязательным является один из основных постулатов современной теории относительности - положение о том, что скорость света в вакууме представляет собой максимальную скорость движения физических тел? Другими словами, действительно ли можно с полной уверенностью утверждать, что сверхсветовые сигналы неизбежно должны приводить к противоречивым, физически бессмысленным следствиям, или все же можно указать какие-то условия, при которых в природе, в принципе, могли бы осуществляться взаимодействия и существовать тела со сверхсветовыми скоростями?

При этом, конечно, возникает вопрос о том, что следует называть "физически бессмысленным". Соотношение или процесс, которые невозможны в круге привычных для нас явлений, могут оказаться реализующимися в области других явлений: квантовая физика, например, уже не раз демонстрировала относительный характер некоторых наших представлений о физически возможном и невозможном. Мы будем считать физически бессмысленными те следствия теории, которые противоречат известным фундаментальным законам природы в области, где эти законы хорошо проверены.

Долгое время оставалось общепринятым, что именно к таким очевидно противоречивым следствиям и приводит предположение о сверхсветовых скоростях сигналов, поскольку при этом становятся мнимыми масса, время жизни частиц и многие другие физически наблюдаемые величины, а кинетическая энергия тела, движущегося со сверхсветовой скоростью, - величина, положительная по самому своему смыслу, - может быть сделана отрицательной простым преобразованием системы координат. /Подробнее см. обзоры /1,2/ /. Эти результаты были известны еще Пуанкаре и отмечались А.Эйнштейном в его первой работе по теории относительности.

Однако трудности с мнимыми величинами устраняются, если допустить, что досветовые и сверхсветовые частицы представляют собой существенно различные типы частиц, которые нельзя перевести один в другой путем постепенного изменения их скорости. Соотношения специальной теории относительности в этом случае могут быть сформулированы таким образом, что области до- и сверхсветовых скоростей будут входить в теорию совершенно симметрично и в каждой из этих областей массы, времена жизни и все другие непосредственно измеряемые в эксперименте физические характеристики частиц будут действительными величинами. Мнимые величины, которые в релятивистских выражениях появляются лишь при переходе через световой барьер, при этом не возникают. В частности, сверхсветовым частицам можно было бы приписать мнимую массу покоя, однако эта величина соответствует физически недостижимому состоянию и имеет лишь чисто формальный смысл, подобно тому, как, на-

пример, в теории дисперсионных соотношений можно формально рассматривать не только действительные, но и комплексные значения энергии и импульса.

Не существенной оказывается также и трудность с отрицательной кинетической энергией. Изменение знака энергии сверхсветовых частиц при переходе к новой системе координат происходит одновременно с изменением знака времени, когда изменяется на обратный временной порядок событий, связанных сверхсветовыми сигналами, поэтому, например, испускание сверхсветовой частицы с отрицательной энергией в точке А и ее последующее поглощение в точке В физически будет восприниматься как обратный процесс испускания сверхсветовой частицы с положительной энергией в точке В и ее последующего поглощения в точке А\*. Другими словами, если мы допустим существование в природе скоростей сигналов, больших скорости света, то мы должны также допустить существование процессов с нефиксированным, инвариантным направлением процесса развития, когда явление может выступать и как причина и как следствие в зависимости от выбора системы координат.

Для процессов, протекающих со сверхсветовыми скоростями, противопоставление прошлого и будущего имеет такой же относительный, условный смысл, зависящий от точки зрения, как противопоставление правого и левого в нашей обычной макроскопической практике.

---

\* Более точное рассмотрение показывает, что при этом частица изменяется на античастицу, т.к. преобразование координат изменяет не только знак энергии сверхсветовых частиц, но и знаки всех ее квантовых чисел: электрического заряда, барионного числа, странности и т.д.

Впервые такая интерпретация релятивистских преобразований сверхсветовых частиц была предложена в 1962 г. О.Биланюком, В.Дешпанде и Е.Сударшаном и фактически явилась отправной точкой теории сверхсветовых частиц, стимулировавшей большое число теоретических и экспериментальных исследований в этой области.

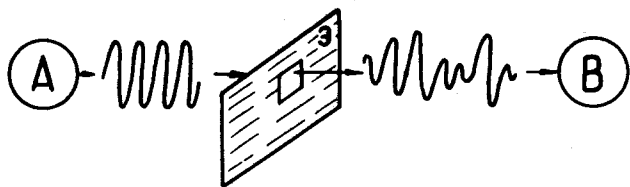
Идея о сверхсветовых частицах с формально мнимой массой впервые была выдвинута в 1960 г. Я.П.Герлецким.

Подробную библиографию по этим вопросам можно найти в обзорах /1,2/.

Сама по себе такая возможность еще не является физически бессмысленной и при условии замены частиц на античастицы с обратными направлениями скоростей не приводит ни к каким парадоксам. Инвариантная "временная поляризация" событий и связанные с ней акаузальные эффекты возникают лишь благодаря соседству досветовых событий, которые могут служить индикатором направления временной стрелы.

Действительно, если в некоторой системе координат сверхсветовой сигнал, испущенный в точке А, модулируется в последующий момент времени /например, изменением ширины щели экрана, см. рис. 1/ и воспринимается в дальнейшем как сообщение в точке В, то в другой системе координат этот процесс будет протекать в обратном направлении и прибор в точке В станет источником серии сверхсветовых сигналов, которые будут модулированы еще до подхода к экрану Э. В точке Э', промежуточной между источником В и экраном Э, факт модуляции сигнала будет, восприниматься как самопроизвольное необъяснимое явление.

В СИСТЕМЕ КООРДИНАТ I:



В СИСТЕМЕ КООРДИНАТ II:

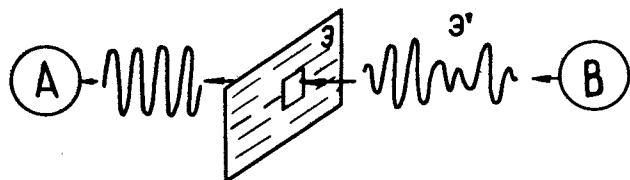


Рис. 1

Таким образом, хотя сверхсветовые скорости сигналов, вопреки широко распространенному мнению, формально и не вступают в противоречие с аппаратом теории относительности /даже наоборот - делают его более последовательным и симметричным/, тем не менее передача таких сигналов приводит к макроскопическим акаузальным эффектам. В процессах со сверхсветовыми сигналами временной порядок событий зависит от выбора системы координат /от скорости ее относительного движения/, в то время как направление потока информации, составляющее основу причинно-следственной связи, остается инвариантным по отношению к изменению системы координат, вследствие чего и происходит нарушение причинности.

Для макроскопических явлений обратный во времени поток информации означает также уменьшение энтропии и нарушение второго закона термодинамики.

## 2. Попытки преодоления трудностей

Поскольку хронологический порядок двух обменивающихся сверхсветовым сигналом событий имеет лишь относительный смысл, то некоторые авторы, подчеркивая фактически имеющую место взаимосвязь этих событий, предлагают обобщить принцип причинности, объединив симметричным образом известную нам "запаздывающую каузальность", когда событий - причина предшествует событию - следствию, и "опережающую каузальность", при которой событие - следствие происходит раньше события-причины /2,3-6/.

"Фактически ни один эксперимент не может однозначно установить, - утверждает П.Цонка, один из авторов теории "симметричной причинности", - какое из двух скоррелированных событий является причиной другого. Это представляет собой просто отражение того, что корреляция - взаимосимметричное отношение, т.е. если А коррелирует с В, то и В коррелирует с А". "Следовательно, - делает вывод П.Цонка, - любой теории, в которой  $E_1$  рассматривается в качестве причины  $E_2$ , можно сопоставить другую, в равной степени последовательную

и не более сложную теорию, в которой  $E_2$  является причиной  $E_1$  /5/.

По мнению Э.Рекама, другого видного сторонника "симметричной причинности", возможность послать сигнал в прошлое логически совершенно ничему не противоречит, т.к. "для последовательного /физического/ определения причин, следствий и каузальной связи логически совершенно не требуется никакого предположения о хронологическом порядке причины - следствия" /26/.

С этой точки зрения, "запаздывающая" и "опережающая причинность" совершенно эквивалентны, выбор между ними "произволен и является делом вкуса", а то обстоятельство, что "именно о будущем делаются суждения на основании прошлого, а не наоборот, имеет чисто эмоциональную природу" /5/.

Однако при этом полностью игнорируется сама суть причинно-следственной связи - ее объективная внутренняя генетическая обусловленность. Это обстоятельство отмечал еще Эйнштейн, подчеркивая, что, хотя предположение о возможном отражении причины следствием в логическом отношении и не содержит в себе явного противоречия, тем не менее оно настолько резко противоречит характеру всего нашего опыта, что его безусловно следует отбросить /7/.

Об эквивалентности "запаздывающей" и "опережающей причинности" можно говорить лишь в абстракции, в рамках определенного математического аппарата, позволяющего формально определять состояние системы в момент времени  $t$  по ее состоянию, заданному в любой другой момент времени  $t' < t$  или  $t' > t$ . В реальной же физической /экспериментальной/ обстановке мы всегда предсказываем будущее по прошлому, а не наоборот. И дело здесь не в эмоциональном строе, а в том, что именно так устроен окружающий нас мир.

Строго говоря, даже в тех случаях, когда состояние системы рассчитывается с помощью начальных условий расположенных в будущем по отношению к рассматриваемому моменту, фактически используется все же "запаздывающая причинность", поскольку заложенная в основу такого расчета теория, представляет собой экстраполяцию в будущее нашего прошлого опыта.

Я.П.Терлецкий пытается устранить затруднения, придавая принципу причинности смысл простой временной упорядоченности взаимосвязанных событий в направлении возрастания энтропии системы, когда причинность "является лишь интуитивно очевидным выражением второго начала" /9/ стр. 77,79, Понимаемая таким образом причинность оказывается обязательной только для макроскопических явлений, в области же микропроцессов, где происходят флуктуационные отклонения от второго начала, нарушения временного порядка событий, а вместе с тем и причинности, являются вполне естественными и даже неизбежными.

Однако флуктуации, сопровождающиеся уменьшением энтропии, происходят уже на уровне броуновского движения, и это совершенно не связано с какими-либо нарушениями временной хронологизации, не возникает при этом и акаузальных аномалий. Не только общефилософская формулировка причинности, но и более конкретные ее формулировки, использующиеся в современной физике, являются несравненно более емкими и широкими, чем второй закон термодинамики и применимы не только для макро-, но и для микроявлений.

Нетрудно видеть, что по отношению к микропроцессам подход, развиваемый Я.П.Терлецким, по-существу, не отличается от гипотезы "опережающей причинности": как в том, так и в другом случае запаздывающее и опережающее расположения событий считаются совершенно равноправными.

### 3. Экспериментальная проверка микропричинности

Можно провести непосредственную экспериментальную проверку гипотезы о существовании в природе "опережающей причинности" /или, другими словами, флуктуационного характера взаиморасположения событий во времени/, если воспользоваться дисперсионными соотношениями. Предположение о том, что во всех физических процессах строго выполняется принцип "запаздывающей причинности" является одним из основных постулатов, на которых основан вывод этих соотношений, поэтому

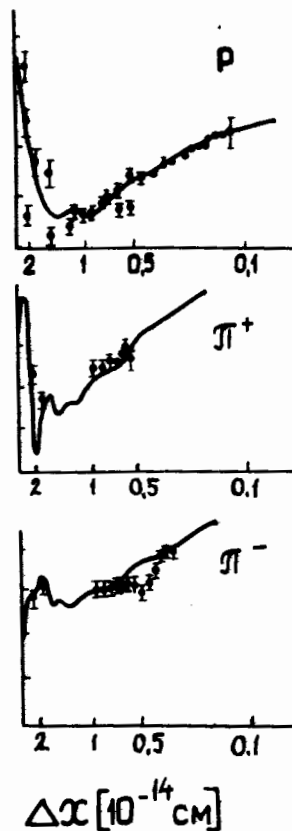


Рис. 2. Сравнение дисперсионных расчетов с опытом. Кривые - расчет, основанный на "запаздывающей причинности". Точки - результаты измерений для рассеяния протонов,  $\pi^+$ - и  $\pi^-$ -мезонов.

сравнение дисперсионных соотношений с опытом представляет собой прямую экспериментальную проверку справедливости использованной формулировки принципа причинности. Если в природе в действительности реализуется какая-то другая форма причинности, например, имеется "примесь" "опережающей причинности", это сразу же проявится в расхождении теоретических и экспериментальных данных<sup>/8/</sup>.

Тщательное исследование этого вопроса, предпринятое в последние годы во многих советских и зарубежных лабораториях, не обнаружило никаких признаков "опережающей причинности" вплоть до ультрамалых пространственно-временных интервалов  $\Delta x \approx 10^{-15}$  см и  $\Delta t \approx 3 \cdot 10^{-25}$  с/см. рис. 2/.

Тем не менее сами по себе эти результаты еще нельзя рассматривать как доказательство принципиальной невозможности сверхсветовых взаимодействий. В природе могут существовать области явлений, где понятие временного порядка вообще неприменно или же имеет смысл, весьма отличный от того, к чему мы привыкли до сих пор; требование инвариантной хронологизации причинно-следственной связи в этих условиях уже не является необходимым. Такие аномальные с современной точки зрения явления могут быть очень слабо связаны с известными нам электромагнитными и сильными взаимодействиями частиц, в рамках которых проверялись дисперсионные соотношения, и поэтому могли не повлиять на результаты проверки.

После того как в опытах с распадами частиц было установлено, что физические явления могут быть неинвариантными по отношению к отражениям пространства и времени, такая возможность не кажется абсолютно невероятной.

#### 4. Проблема временной необратимости

Временная упорядоченность событий является релятивистским инвариантом и во всей доступной нам сейчас области явлений за исключением сверхслабых взаимодействий, ответственных за распады нейтральных K-мезонов /см. ниже/, нигде не нарушается. Вместе с тем мы можем попытаться реализовать процесс, в котором ранее зафиксированные события будут совершаться в обратной последовательности и система вернется в свое исходное состояние. Возможность такого процесса свидетельствует о временной обратимости рассматриваемых явлений. Для внешнего по отношению к данной системе наблюдателя никакого нарушения временной хронологи-

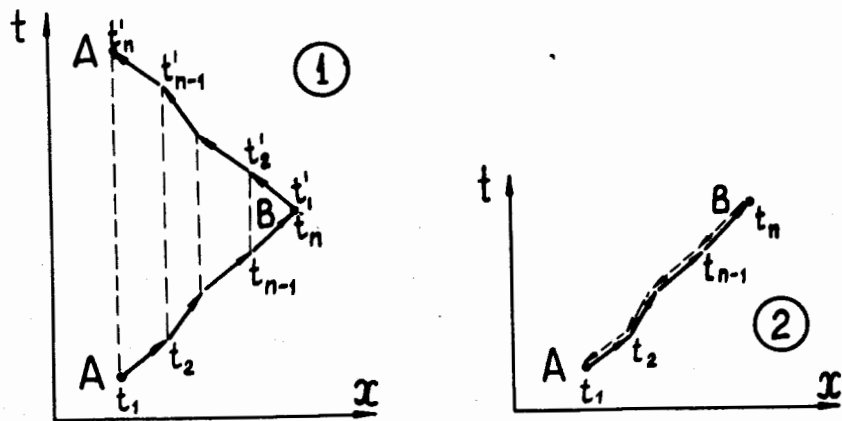


Рис. 3. Временная обратимость процесса перехода системы из состояния А в состояние В. 1 - для внешнего наблюдателя; 2 - для внутреннего наблюдателя.

зации при этом не происходит /знак времени не изменяется, см. рис. 3/, однако, если бы такой процесс можно было осуществить в макроскопическом масштабе, то наблюдатель, вовлеченный в этот процесс, интерпретировал бы все явление как "течение времени вспять".

Фундаментальным свойством окружающего нас мира является невозможность такой временной обратимости, что представляет собой прямое следствие неисчерпаемо огромного числа многообразных внутренних и внешних связей любой макроскопической системы. Система в своем развитии реализует какую-то вполне определенную последовательность состояний, однако вероятность того, что при обратном движении системы из бесконечного числа возможностей будет отобрана снова та же последовательность, равна нулю. Именно неисчерпаемость свойств движущейся материи, а не какой-либо конкретный время-инвариантный процесс является основой необратимости времени.

Вывод о временной необратимости представляется почти очевидным для макроскопических систем и в этом аспекте с различных точек зрения анализировался многими советскими и зарубежными авторами /см., напри-

мер, /9-11/, где можно найти дальнейшую библиографию/. Значительно менее очевиден этот вывод для элементарных частиц, где законы явно симметричны по отношению к изменению знака времени, а требование инвариантности всех процессов по отношению к такому преобразованию рассматривается как одно из основных положений современной теории.

Например, по мнению Я.П.Терлецкого "имеются все основания считать", что утверждение о неизменяемости временной последовательности причинно-обусловленных пространственно разобщенных событий является всего "лишь правилом, имеющим макроскопическую природу" /9/.

С этим нельзя согласиться. Описание элементарных процессов неизбежно связано с учетом макроусловий, что находит свое отражение уже в самом аппарате волновых функций. Если при этом мы и позволяем себе отвлечься от рассмотрения сопутствующих необратимых изменений макрообстановки, то это свидетельствует лишь об определенной степени идеализации, приближенном вычлениении важного для нас явления из неисчерпаемо сложного фона несущественных деталей. Временная обратимость микропроцессов, в сущности, означает, что наряду с процессом  $A \rightarrow B$  во взаимодействиях элементарных частиц - но уже других частиц - равновероятно может осуществляться также и обратный процесс  $B \rightarrow A^*$ .

Совершенно по-новому проблема обратимости времени встала после того, как в опытах с К-мезонами было установлено, что в природе существуют процессы, неинвариантные по отношению к изменению знака пространственных координат и одновременной замене всех частиц

\* Фактически то же самое имеет место и в классической механике. Несмотря на то, что этот раздел физики относится к движению макроскопических тел, его соотношения совершенно симметричны относительно инверсии времени. Это также происходит лишь благодаря тому, что рассмотрение ограничено всего только несколькими наиболее важными связями, тогда как необратимость времени обусловлена невозможностью воспроизвести в обратном процессе все множество реализованных связей.



на соответствующие античастицы. Дело в том, что еще 20 лет тому назад Паули и Людерс показали, что если все взаимодействия в физической системе локальны /т.е. каждый раз происходят в точке и не имеют пространственной-временной "размазки"/ и инвариантны по отношению к релятивистским преобразованиям Лоренца, то все процессы в этой системе должны оставаться инвариантными также по отношению к произведению трех преобразований: замене частиц на античастицы и инверсии знака пространственных и временных координат.

Эта теорема представляет собой один из самых фундаментальных и строгих выводов современной теории, поэтому обнаружение неинвариантности к первым двум из этих преобразований означает, что процесс должен быть неинвариантным также и по отношению к инверсии времени, т.е., другими словами, направление времени в этом случае становится неопределенным, а понятия "раньше", "позже" теряют всякий смысл.

С такой необычной ситуацией физика раньше еще не встречалась.

### 5. Сверхсветовые скорости микропроцессов

Таким образом, мы видим, что возможность событий с неопределенным временным порядком, устанавливаемым категориями "раньше", "позже", не является физически бессмысленной и может реализоваться при взаимодействиях элементарных частиц. Обмен сверхсветовыми сигналами в этих условиях не будет связан с нарушением причинности, никаких акаузальных эффектов мы с помощью наших макроскопических приборов при этом не зафиксируем, подобно тому, например, как благодаря соотношению неопределенностей  $\Delta E \cdot \Delta t \sim h$  мы не можем экспериментально обнаружить нарушение классического закона сохранения энергии - импульса при виртуальных квантовых процессах. Вместе с тем известное нам определение причинно-следственной связи, существенно использующее понятие временного порядка, при этом становится уже неприменимым и требует обобщения.

Большинство физиков сейчас придерживается мнения, что несохранение временной четности в распадах К-мезонов обусловлено "сверхслабым взаимодействием" - еще одним фундаментальным типом взаимодействия элементарных частиц, вклад которого в обычных условиях исключительно мал, но может стать весьма существенным при переходе к области ультрамалых пространственно-временных масштабов  $\Delta x \leq 10^{-17}$  см,  $\Delta t \leq 10^{-27}$  с.

Однако сверхсветовые скорости не обязательно связаны только лишь с той областью, где определяющий вклад дает этот новый тип элементарных взаимодействий. Не исключено, что сверхсветовые процессы могут характеризоваться значительно большей величиной постоянной взаимодействия и с заметной вероятностью происходить даже на расстояниях  $\Delta x \sim 10^{-13} + 10^{-14}$  см, которые исследованы еще далеко недостаточно и где может встретиться еще много неожиданного.

Существуют в области  $\Delta x \sim 10^{-13} + 10^{-14}$  см сверхсветовые явления или нет, в настоящее время - это вопрос эксперимента. Обнаружение таких явлений означало бы открытие совершенно нового типа частиц, распространяющихся со скоростями, большими скорости света /так называемых тахионов - сверхсветового вещества/ и новых фундаментальных видов элементарных процессов с несохранением временной четности.

Сверхсветовые скорости сигналов, вообще говоря, могли бы существовать и в области макроскопических явлений, если бы им соответствовали такие физические условия, когда временной порядок событий был бы неопределенным; однако, что это за условия, мы не можем сейчас себе даже представить.

### 6. К чему привели теоретические и экспериментальные поиски сверхсветовых явлений

Большое внимание в последние годы было уделено феноменологическому рассмотрению следствий, к которым приводит гипотеза о локализации сверхсветовых явлений в малых интервалах  $\Delta x, \Delta t$ .

При феноменологическом подходе можно не касаться конкретного механизма сверхсветовых микроявлений, а просто "размазать" взаимодействие по малой пространственно-временной области с помощью некоторой феноменологической весовой функции. Возможны и другие, более сложные по своей математической формулировке способы введения сверхсветовых скоростей сигналов в современную теорию, однако в физическом отношении все они, в конечном счете, сводятся к предположению о том, что некоторые малые пространственно-временные области участвуют во взаимодействии сразу всеми своими точками, как целое.

Наибольшая трудность, с которой сталкиваются такие "нелокальные схемы", состоит в том, что в макроскопических областях пространства-времени теория должна обязательно удовлетворять требованию причинности, однако, несмотря на то, что сверхсветовые сигналы передаются лишь в области малых интервалов  $\Delta x$  и  $\Delta t$ , их влияние косвенным образом, через сложные интегральные эффекты, может, оказывается, проявляться и на макроскопических расстояниях. Удовлетворительного решения проблемы макропричинности до сих пор еще не получено.

Другой важный аспект проблемы причинности касается смысла причинности внутри самой области нелокальности, где благодаря сверхсветовым сигналам возможны самопроизвольные, ничем не обусловленные явления. Тот факт, что эти явления локализованы в области очень малых пространственно-временных масштабов, в принципиальном отношении не меняет дела: мы соглашаемся с тем, что принцип причинности не универсален.

Некоторые авторы пытаются спасти положение путем утверждения, что в нелокальных теориях микропричинность следует заменить более общей категорией - взаимодействием, которая отражает объективную связь явлений без разделения ее на причину и следствие. Однако это утверждение представляет собой всего лишь пожелание, поскольку формализм нелокальных теорий не включает в себя каких-либо соотношений или величин, выражающих или явно учитывающих это утверждение; нелокальные теории не содержат никаких запретов или ограничений на применение известной нам формулировки микропричинности.

Нельзя согласиться также с весьма распространенными утверждениями о том, что в области нелокальности вообще бессмысленно говорить о каком-либо нарушении причинности, поскольку здесь полностью теряют смысл необходимые для выражения причинности понятия длины, длительности и соотношения "раньше", "позже", "ближе", "дальше". Зависимость величины и знака интервалов  $\Delta x$  и  $\Delta t$  от системы координат вовсе еще не означает, что указанные понятия утрачивают свой смысл. Самым слабым пунктом всех нелокальных теорий является как раз то, что введение радикально нового элемента - сверхсветовой скорости - не сопровождается каким-либо изменением остального физического базиса современной теории поля.

Устранить принципиальную трудность нарушения принципа причинности в нелокальных теориях можно только путем перехода к более совершенной теории с новым понятийным аппаратом; современные же нелокальные схемы следует рассматривать лишь как грубо-приближенные, модельные попытки выяснить, к чему приводит в области  $\Delta x, \Delta t \gg \ell$  введение сверхсветовых сигналов в микроскопических областях  $\Delta x, \Delta t < \ell$ , где  $\ell$  - некоторая новая постоянная. Что же касается явлений внутри самой области нелокальности, то такой вопрос находится за пределами модели.

Несмотря на большое число исследований в этом направлении, нелокальные теории не дали пока никаких существенных физических результатов. Сравнение с опытом показывает, что в пределах экспериментальных точностей нелокальность не проявляет себя ни в одном из исследованных явлений. Из опытов с сильными взаимодействиями, где сейчас удается достичь наименьших интервалов  $\Delta x, \Delta t$ , для постоянной  $\ell$  получается оценка  $\ell < 10^{-15}$  см. Вместе с тем, выполненные исследования позволяют думать, что гипотеза о возможности сверхсветовых скоростей сигналов в ультрамалых пространственно-временных областях, по-видимому, не приводит к каким-либо неустранимым макроскопически наблюдаемым противоречиям, хотя /учитывая не решенную до конца проблему причинности/ полной ясности здесь еще нет.

Кроме феноменологических исследований, большое число работ посвящено детальной квантовой теории сверхсветовых частиц. Однако ни один из вариантов этой теории не содержит пока условий, которые бы автоматически исключали возможность распространения сверхсветовых частиц на макроскопические расстояния, поэтому все эти исследования имеют пока лишь предварительные, методическое значение.

Независимо от результатов теоретических исследований, можно попытаться обнаружить сверхсветовые частицы непосредственно в опыте. Сейчас известно несколько экспериментов, в которых, по мнению их авторов, проявляются следы таких частиц. К сожалению, эти выводы неоднозначны и при некоторых дополнительных предположениях экспериментальные данные можно объяснить, не привлекая идеи о сверхсветовых частицах<sup>/1/</sup>.

Тем не менее, хотя ни с экспериментальной, ни с теоретической стороны сейчас нет убедительных указаний на возможность скоростей сигналов, превосходящих скорость света в вакууме, все же нельзя исключить возможность таких скоростей в малых областях пространства-времени, где существенную роль играют процессы, протекающие с нарушением пространственной и временной четностей. Во всяком случае, в настоящее время нельзя привести какие-либо абсолютные запреты для частиц со сверхсветовыми скоростями.

Поиск "сверхсветовых обобщений" теории относительности вполне оправдан как с общеметодологической, так и с чисто физической точек зрения.

#### Литература

1. В.С. Барашенков. УФН, 114, 133 /1974/.
2. E. Recami. Rivista del Nuovo Cimento, 4, 209 (1974).
3. R.G. Newton. Phys. Rev., 162, 1274 (1967).
4. P.L. Csonka. Phys. Rev., 180, 1266 (1969).
5. P.L. Csonka. Nucl. Phys., B21, 436 (1970).
6. E. Recami. Lett. Nuovo Cimento, 4, 73 (1970).
7. А. Эйнштейн. Собрание научных трудов, 1, 76 /1965/.
8. В.С. Барашенков. Вопросы философии, 2, 108 /1965/.

9. Я.П. Терлецкий. "Парадоксы теории относительности", М., Наука, 1966.
10. Г. Рейхенбах. "Направление времени", М., ИЛ, 1962.
11. Я.Ф. Аскин. "Проблема времени", М., Мысль, 1966.

Рукопись поступила в издательский отдел  
17 июня 1975 года.