

## СВЕРХСВЕТОВОЙ СИГНАЛ И МНИМЫЕ КВАНТЫ

*В.Н. Самченко*

В наши дни в научной литературе активно обсуждается феномен так называемого быстрого, или сверхсветового, света. Мы также не впервые обращаемся к данной тематике, поэтому будем порой ссылаться на наши прежние публикации [1]. А в настоящей статье хотим подробнее, с учетом новых научных данных рассмотреть те физико-смысловые аспекты этой темы, которые в прежних публикациях оставались в тени.

Сверхсветовой перенос лазерного импульса через неравновесные среды (оптические усилители) был впервые замечен еще в 1965 г., а в последнее десятилетие зафиксировано превышение скорости света в подобных процессах до 310 раз. Эти результаты ставят физиков перед силлогизмом, заключение которого им трудно принять: 1) электромагнитный сигнал всегда несет энергию и информацию; 2) он может перемещаться быстрее, чем свет в вакууме; 3) следовательно, энергия и информация могут передаваться быстрее, чем свет в вакууме.

Но согласно специальной теории относительности А. Эйнштейна, скорость света в вакууме предельна для любого переноса энергии, а тем самым и для переноса информации. Причем считалось, что скорость света в любых средах ниже, чем его скорость в вакууме. Правда, сам Эйнштейн в своей общей теории относительности показал, что в поле тяготения скорость света может превышать скорость света в вакууме. Но почвы для обобщений по этому вопросу он не имел, так как неравновесные среды тогда еще не были достаточно исследованы.

Фундаментальные результаты в этой области получены уже спустя значительное время после смерти Эйнштейна – на базе теории диссипативных структур И. Пригожина и синергетики Г. Хакена. Эти результаты позволяют дать естественное и общезначимое объяснение сверхсветовых эффектов, не покусаясь на выводы теории относительности. Говоря вообще, дело в том, что в рассматриваемом случае импульс не проводится средой, но *переизлучается* ею. Это типичный диссипативный

эффект, возникающий в процессах спонтанной самоорганизации. Он осуществляется благодаря нелокальным корреляциям, которые сами по себе энергию не переносят и потому не ограничены в скорости своего распространения [2].

Хотя синергетику часто называют лидером современного естествознания, ее обобщающие идеи сегодня освоены еще не всеми физиками. Даже специалисты, технически поясняющие сверхсветовое перемещение электромагнитного импульса, зачастую отрекаются от идеи передачи информации и энергии быстрее света. Причем их основная аргументация остается неизменной с конца 60-х годов прошлого века. А именно: истинной скоростью распространения сигнала предлагают считать скорость *предвестника* импульса, т.е. его пологой передней части, точнее, той ее точки, где мощность импульса отделяется от нуля. А протяженность предвестника может до 100 раз превышать протяженность ядра (всплеска) импульса.

Но в оптическом усилителе, который в этом отношении работает как неравновесная среда, начальная область импульса вызывает вынужденное излучение атомов среды, а его конечная область – поглощение ими энергии. В результате максимум интенсивности сдвигается к началу предвестника. Именно и только этот максимум движется в данной среде быстрее, чем свет в вакууме. Если на входящем в усилитель импульсе сделать модулирующие метки, они не будут перемещаться быстрее света. Таким образом, типичный частотно-модулированный радиосигнал действительно не может переносить наложенную на него информацию со сверхсветовой скоростью. Откуда и заключают, что сверхсветовой перенос информации невозможен [3].

Заметим, однако, что актом передачи информации является не только перенос модуляции сигнала, но и сам факт поступления некоторого сигнала. И что именно пиковое энергетическое воздействие преодолевает пороги чувственного восприятия и колеблет детекторы технических устройств, принимающих информацию. Таким образом, «политкорректное» по отношению к Эйнштейну объяснение эффектов «быстрого света» на самом деле ничего не объясняет. То же относится и к «объяснению» сверхсветовых скоростей светящихся астрономических объектов, которые также наблюдаются с 60-х годов XX в. Еще в 1966 г. М. Рис предложил считать их оптической иллюзией, которая вызвана субсветовым движением потоков вещества в космосе навстречу Солнечной системе под острым углом к лучу

нашего зрения. Но многообразие фактов космического сверхсветового движения не вписывается в эту узкую схему [4].

Между тем уже сейчас сверхсветовой перенос сигнала через неравновесные среды (до 120 м в 2002 г., Университет Теннесси) далеко не ограничивается протяженностью предвестника изначального импульса. И нельзя исключить, что со временем обнаружатся или будут созданы протяженные активные среды, через которые можно передавать сигнал намного быстрее света на большие расстояния, вплоть до космических. Возможно, с ними и связаны сверхсветовые скорости светящихся астрономических объектов. Значимость такой перспективы неопределима. В этой связи имеет смысл внимательнее присмотреться к тому, как сам Эйнштейн обосновывал запрет на сверхсветовые скорости движения.

В его основополагающей статье по СТО (1905 г.) данный запрет зафиксирован только одной фразой: «Для скоростей, превышающих скорость света, наши рассуждения теряют смысл...» [5]. Но из контекста выясняется, что при допущении такой скорости теряется не смысл как таковой, а скорее нечто *обратное* смыслу. А именно: в соответствии с преобразованиями Лоренца масс-энергетические и метрические параметры механического объекта утрачивают *вещественное* значение и приобретают мнимый, невещественный характер. Но ведь смысл как раз невеществен, – он *идеален*. А современных физиков, которые часто пользуются комплексным волновым уравнением Шредингера и не менее часто обращаются к идее физического вакуума – среды невещественной, мнимые числа не должны бы сильно пугать.

Тем более, что сами преобразования Лоренца и для сверхсветовых скоростей «работают» как ни в чем не бывало, хотя выдают невещественные значения параметров. Единственное, что логически следует из такой «утраты смысла», – это несовместимость сверхсветовых скоростей с бытием движущегося объекта в качестве *тела*. Впрочем, то же относится и к *просто* световым скоростям. А сам Эйнштейн еще не допускал иных, невещественных физических объектов, хотя нельзя сказать, что он их совсем не знал. Ведь именно Эйнштейн фактически открыл фотоны, а они, хотя и переносят энергию, сами уже не являются телами. Кажется, и тут математика оказалась мудрее физики.

Действительно, фотон не имеет массы покоя, положенной всякому телу. Поэтому и «релятивистскую» массу фотона нельзя рассчитать из преобразований Лоренца: здесь они дают в итоге неопределенность как

нечто переходное между вещественными и невещественными значениями. А по формулам квантовой физики мы в этом случае получаем фактически не массу конкретно локализованного тела, а приведенную массу элементарной части соответствующего физического поля, пропорциональную его энергии-импульсу. Фотон и не имеет, в отличие от тел, однозначной пространственной локализации, иначе он не мог бы двигаться с одинаковой скоростью во всех системах отсчета. Нет у него и пространственных размеров, – уже поэтому излюбленные Эйнштейном часы на фотоне не расположишь. Идти на нем они тоже не станут, так как согласно преобразованиям Лоренца при скорости света течение времени полностью останавливается.

В опытах по сверхсветовому перемещению сигнала тоже никакие *тела* не движутся быстрее света. Даже сами «передовые» фотоны здесь не переносятся в пространстве, но *порождаются* возбужденной предвестником неравновесной средой. Таким образом, нет сверхсветового переноса ни массы покоя, ни энергии. А принципиальная возможность сверхсветовых скоростей зафиксирована уже в понятии, которое лежит в основе квантовой механики, – это *волны де Бройля*. Согласно самому их открывателю, скорость такой волны для монохроматического случая определяется по формуле  $u = c^2/v$ , где  $c$  – скорость света в вакууме,  $v$  – скорость тела в данной системе отсчета [6]. Для всех объектов, имеющих массу покоя, она заведомо и намного выше скорости света в вакууме.

Правда, нередко утверждают, что *групповая* скорость «пакета» таких волн, соответствующего любому конкретному телу, совпадает со скоростью тела  $v$ , а величина  $u > c$  характеризует якобы только фиктивную *фазовую* скорость. Нам уже не раз приходилось высказываться об этой противоречивой теории [7], а здесь ограничимся двумя замечаниями. Первое: для определения фазовой скорости существенное значение имеет угол наклона линии измерения скорости к волновому вектору, т.е. к направлению фронтальной скорости волны. Благодаря этому сверхсветовую скорость можно измерять и для волнения в луже. А вот в уравнении скорости волны де Бройля никакие углы не фигурируют. Второе: нас меньше всего смущает именно тот аргумент, которому физики придают решающее значение, – что признание  $u > c$  несовместимо с переносом энергии самой волной де Бройля. Прораб сам тяжести не переносит, однако дом строит скорее он, чем подносчик кирпичей.

Л. де Бройль открыл свои «волны материи», распространив на все тела соображения М. Планка и А. Эйнштейна относительно связи фотона и электромагнитной волны. И не случайно скорость дебройлевской волны для фотона совпадает, согласно приведенной формуле, со скоростью света в вакууме. Таким образом, электромагнитная волна, которая «на себе» переносит энергию, теоретически есть предельный случай волны де Бройля, которая в общем энергию не переносит и тоже распространяется в физическом вакууме (как в целом правильно заключил сам Эйнштейн). От других волн де Бройля свет отличается примерно так же, как волна на поверхности океана отличается от волн, идущих в его глубине. Это, во-первых, лишний раз подтверждает, что волны де Бройля в отличие от фазовых волн – не геометрическая фикция, а реальный векторный процесс.

Во-вторых, это позволяет предположить, что и в действительности два типа волн, энергетические и неэнергетические, иногда превращаются друг в друга. Тогда механизм сверхсветового перемещения сигнала в оптическом усилителе можно представить таким образом: в неравновесной среде электромагнитная волна превращается в волну де Бройля, обгоняющую свет, а по мере ее продвижения в среде и на выходе из прибора происходят также обратные превращения – вероятно, как результат взаимодействия волн де Бройля с веществом. Подобный переход вещественных и невестественных состояний – не новость для науки. Например, по канонам квантовой физики при нулевых флуктуациях напряженности полей в физическом вакууме из него постоянно возникают и затем исчезают в нем так называемые виртуальные частицы любого вида.

Также по канонам квантовой физики некие частицы всегда должны сопутствовать любому волновому процессу. А в случае сверхсветовых волн такими квантами надо считать, видимо, *тахионы* – хорошо известные в современной физике гипотетические объекты с мнимой массой, для которых скорость света является нижним пределом. Соответственно можно трактовать фотон как предельную форму бытия тахиона и признать взаимное превращение энергетических и неэнергетических («мнимых») квантов вместе со взаимным превращением электромагнитных волн и волн де Бройля. Это не большее чудо, чем, например, взаимное превращение воды и пара при известном изменении их температуры. Но отсюда следует, в частности, что тахион, как и фотон, тоже *не тело*, тем более что его механические параметры описываются невестественными числами.

Понятие тахиона появилось еще в 1967 г., именно в связи с попыткой осмыслить феномен «быстрого света». И сейчас физики используют образ тахионов как квазичастиц, «переносящих» возбуждение в неустойчивых средах [8]. Убрать приставку *квази-* многим не позволяет то обстоятельство, что волны де Бройля и тахионы нельзя чувственно воспринять в опыте. Получается, что их существование как бы противоречит принципу наблюдаемости Н. Бора. Однако сейчас уже неверно было бы сводить боровскую наблюдаемость к возможности чувственного восприятия: она должна трактоваться шире – как *проявляемость* вообще. Физический вакуум тоже чувствами и приборами не воспринимается, но в его реальности не сомневается ни один современный физик. А наиболее смелые из физиков уже давно признали, что тахион, «несмотря на его необычные свойства», все-таки «не досужая выдумка теоретиков, а реальная составная часть физической картины мира» [9]. И что «сверхсветовая волна может проявлять себя как физический объект, и его вполне уместно назвать *оптическим тахионом*» [10].

Но если не отличать тахионы от обычных тел, такое признание может привести к существенным недоразумениям. Родоначальники концепции тахионов полагали, что сверхсветовой «тахионный телефон» не получится из-за проблем с причинностью: звоня в будущее, мы окажемся в прошлом и т.д. А пришли они к такому выводу именно потому, что рассматривали тахионы как обычные, вещественные физические объекты, которые якобы самостоятельно перемещаются в реальном пространстве и переносят на себе энергию и информацию [11]. Но поскольку тахионы не являются телами, они, в соответствии с преобразованиями Лоренца, не локализируются в нашем эмпирическом пространстве. Следовательно, проявляться в нем тахионы могут лишь *опосредованно*.

Однако (заметим попутно) и фотоны, и тахионы представляют собой все же *частицы*, хотя бы даже в форме солитонов (уединенных волн). Понятие «частица» – более общее, чем «корпускула» (лат. *тельце*), следовательно, корпускулярно-волновой дуализм правильнее было бы именовать *партикулярно-волновым*. Корпускулярно-волновых «кентавров», в смысле соединения энергетической волны с телом, имеющим массу покоя, никто в опыте не наблюдал. Наблюдается только соединение корпускулы с волной, не несущей энергию, например соединение электрона и волны де Бройля, либо, наоборот,

соединение «энергетической» волны с невещественной частицей например, электромагнитной волны и фотона.

Не случайно проваливались все попытки теоретиков интерпретировать корпускулярно-волновой дуализм как прямое объединение тел с энергетическими волнами. Еще Ньютон намеревался представить свет наподобие соединения лодки и поднятой ее движением волны, но был вынужден оставить эту идею. Несостоятельными оказались и попытки многих физиков XX в. мыслить квантовый объект как корпускулу верхом на «пилотной» волне или как «пакет» обычных волн с устойчивым уплотнением (последняя идея близка к пресловутой вихревой физике Декарта).

Остается заключить, что *корпускулярно-волнового дуализма в конкретном смысле этого понятия просто нет в природе*. Термин «корпускулярный» приемлем в этом случае разве что как *абстрактное* понятие, условно обозначающее сходство некоторых *признаков*, присущих реальному телу и квантовому объекту. Зато есть вполне реальный и конкретный *партикулярно-волновой дуализм!* И тут мы вновь не спорим с Эйнштейном, а только уточняем его воззрения.

Выше мы уже замечали, что преобразования Лоренца формально допускают сверхсветовые скорости. То же относится к СТО Эйнштейна в целом, и физикам это давно известно. Отказываться от таких скоростей приходится только по философским соображениям, в связи с возможным нарушением принципа причинности. Считается, что сверхсветовое перемещение информации привело бы в некоторых системах отсчета к появлению следствия раньше причины, что нелепо. Но многие физики уже сами пришли к мнению, что нарушение причинности в связи с тахионами и сверхсветовыми скоростями является только кажущимся [12]. Установлено, что превышение константы  $c$  в вакууме Казимира (так называемый эффект Шарнхорста) также не влечет за собой нарушения принципа причинности [13].

К таким же выводам приводит и наш анализ, учитывающий различие и взаимосвязь вещественных и невещественных феноменов. Серьезные парадоксы с причинностью могли бы возникнуть, только если бы некое *тело* двигалось быстрее света в вакууме. При таком его движении вокруг стационарных часов часы на этом теле должны, согласно СТО, идти в обратную сторону, т.е. от следствия к причине. Но все возможные носители часов и сами часы – это объекты с действительной и ненулевой массой покоя, т.е. *тела*. В полном соответствии

с нашей концепцией и самой СТО они в любой системе отсчета движутся медленнее, чем свет в вакууме, поэтому время для них никогда назад не пойдет. Значит, в реальности следствие никак не может опередить свою энергетическую причину [14].

С признанием невещественных волн и частиц мы связываем и некоторые физические гипотезы в области единой теории поля и тесно связанной с ней теории квантовой гравитации. Они давно уже превратились, по выражению Г.Е. Горелика, в «кладбище физ.-мат. конструкций», напоминающее «кладбища проектов вечного двигателя и гидродинамических теорий эфира» [15]. Мы полагаем, что важной причиной этих неудач является господствующая сейчас трактовка тяготения как чисто локальной силы, которая в этом отношении подобна остальным силам природы, т.е. распространяется не быстрее, чем свет в вакууме, и, соответственно, энергетически квантуется. На такую «общность» сил природы и полагается современная ЕТП [16].

Между тем данная идея породила в космологии не затихающую борьбу между ОТО Эйнштейна и релятивистской теорией гравитации А.А. Логунова. Логунов постулирует изначальное квазиевклидово пространство, которое существует якобы независимо от тяготения. Только такой подход позволяет непротиворечиво представить поле тяготения как обычное «близкодействующее» поле, т.е. как самостоятельный носитель энергии-импульса «в духе Фарадея – Максвелла» (слова Логунова). Но это явный идейный регресс от Эйнштейна к Ньютому. Ни с таким постулатом, ни с таким заключением Эйнштейн никогда бы не согласился. И тут мы хотели бы защитить Эйнштейна от его собственной влюбленности в Максвелла.

А если геометрию пространства задают энергетические волны и энергетические кванты гравитации (например, гравитоны), соответствующие локальному (якобы) характеру тяготения, то пространство в микроскопических масштабах должно быть неоднородным, как бы отражая буйство потока таких квантов. ОТО же полагает всюду гладкое пространство и никак не сочетается с таким квантованием. В этом и состоит главная проблема теории квантовой гравитации [17]. Решить же ее никто не смог поныне.

Убедительных эмпирических свидетельств локальности поля тяготения и его энергетического квантования до сих пор тоже нет, хотя попытки получить их предпринимались многократно. В 2003 г. Копейкин и Фомалонт заявили, что им удалось измерить скорость

распространения возмущений тяготения в рамках Солнечной системы и что эта скорость оказалась якобы равной скорости света в вакууме. Но данный результат был принципиально оспорен другими специалистами, поскольку масштабы Солнечной системы недостаточны для надежного наблюдения таких эффектов. В то же время они не наблюдаются в современной эфемеридной астрономии с ее громадными масштабами исследования космоса [18].

Структура поля тяготения к нашим дням эмпирически изучена уже на расстояниях до 55 мкм (2007 г., Вашингтонский университет), что меньше характерных длин гравитационной волны. При этом, вопреки ожиданиям, нарушение гладкости пространства и какие-либо другие квантовые эффекты не обнаружены [19]. Не удастся также зафиксировать признаки зернистости пространства в ранней Вселенной. Фотографии отдаленных галактик космическим телескопом «Хаббл» получаются более четкими, чем это допускается теориями квантовой гравитации.

Ф. Дайсон еще в 2004 г. пришел к основательному выводу, что идея квантования гравитации физически бессмысленна и доказать ее практически невозможно. И мы согласны с ним, поскольку речь идет о квантовании в традиционном, планковском, «энергетическом» понимании данного феномена. Но не согласны с его заключением (в том же месте), что существуют якобы «два мира: классический мир гравитации и квантовый мир атомов, описываемые разными теориями» [20]. Мы полагаем, что физический мир нашей Вселенной в конечном счете един. Но показать это можно, только признав также и «мнимые» кванты наподобие тахионов. И не как условную модель, а как действительные *материальные*, хотя и невещественные, объекты.

Нелокальность тяготения не отрицалась самим Ньютоном, хотя объяснить ее он не смог. А после него она признавалась и доказывалась многими, начиная с П. Лапласа [21] и включая ряд современных авторов. Но если допускать, как это делал еще Эйнштейн, только непосредственные энергетические связи через вещественные среды и агенты, такую идею нельзя согласовать ни с принципом квантования, ни с теорией относительности. Наш подход позволяет согласовать их, не отступая от здравого смысла. Причем оправдывается подозрение Ньютона, что агенты тяготения могут быть «нематериальными», точнее, в современных научных терминах, *невещественными*. Мы полагаем, что на роль таких агентов претендуют волны де Бройля и тахионы (либо их некоторые разновидности).

Де Бройль сразу отметил связь открытых им волн с инерциальным движением тел [22]. А в силу установленного Эйнштейном тождества гравитационной и инертной масс за тяготение должны отвечать те же агенты, что отвечают за инерцию. По своим характеристикам волны де Бройля вполне соответствуют этой роли. Как и сама сила тяготения, они врождены каждому телу и сопровождают его до конца существования. Их частота пропорциональна массе тела, как и потенциал тяготения. Собственно, эти частота и масса различаются только размерностью и неизменным коэффициентом  $h/c^2$ , где  $h$  – постоянная Планка. А длина и быстрота распространения волн де Бройля зависят от скорости взаимного движения тел. Как раз в учете этой скорости наряду с другими энергетическими характеристиками системы состоит основное физическое отличие теории тяготения Эйнштейна от теории тяготения Ньютона.

А где волны де Бройля, там и тахионы, однако действуют они не сами по себе. Мы показали выше, что в оптическом усилителе сверхсветовой импульс переносится фотонами, но также и не ими, поскольку фотоны сами с такой скоростью двигаться не могут и поскольку это уже *иные*, новые фотоны, порожденные возмущением неравновесной среды. Аналогично гравитационное возмущение может сообщаться телам гравитонами или иными энергетическими квантами, но не переданными данному телу прямо от их первичного излучателя, а рожденными в удаленных областях пространства посредством тахионов. В результате это возмущение переносится намного быстрее света, хотя, например, гравитоны сами по себе с такой скоростью двигаться не могут.

Логически возможно и такое истолкование, что невещественные тахионы поднимают энергетическую волну тяготения, а невещественные волны де Бройля порождают вещественные гравитоны. Конкретнее это можно осмыслить только в самой физике. Для нас главное здесь – не сам конкретный механизм опосредования, а то, что процесс такого вида не предполагает квантования реального пространства: ведь тахионы и волны де Бройля довещественны и внепространственны. Таким образом, может быть снята главная проблема квантовой теории гравитации, причем без отказа от признания квантового характера поля тяготения. ЕТП может и дальше строиться на признании квантовой природы всех форм физической связи, однако не ограничивая передачу взаимодействия скоростью света в вакууме.

Мы не беремся предрекать, что таким образом осуществится мечта современных разработчиков ЕТП о создании пресловутой «теории всего» (англ. ТОЕ – *theory of everything*). Абсолютная редукция знания никогда не удавалась и не может быть достигнута по самой природе вещей. Тем не менее на этом пути возможен радикальный прогресс в познании мира. Причем не придется изменять ни принципу причинности, ни принципу связи тел на расстоянии специальными агентами или волнами через среду (о чем в свое время беспокоился Ньютон в связи с теорией тяготения), ни основам квантовой теории, ни принципу квантового дуализма, ни лоренц-инвариантности, ни СТО и ни ОТО.

И в целом наш пафос состоит не в критике релятивистской и квантовой физики, а наоборот, в утверждении более широкой значимости их центральных положений, чем считалось ранее. Мы признаем физическую осмысленность выводов из преобразований Лоренца без философских ограничений, в том числе когда в них появляются мнимые числа и когда осмысленность таких выводов отрицал сам Эйнштейн. И хотя сам де Бройль объявлял открытые им сверхсветовые волны фиктивными, мы считаем эти волны невещественными, но существующими *объективно*.

Не впервые наука доказывает, что логичная и согласованная с опытом мысль равноценна самой реальности, даже если на вид она противоречит *той* реальности, которую мы знали еще вчера и которую мы вообще в состоянии воспринять нашими чувствами и вещественными приборами. И тогда якобы мнимое оказывается действительным, а то, что казалось действительным (как, например, энергетические волны и вещественные кванты тяготения), на самом деле оказывается мнимым.

### Примечания

1. Наиболее развернутое изложение дано в статье: *Самченко В.Н.* Смысловые проблемы современной физики. М., 1984. – Деп. в ИНИОН РАН 28.12.2006. № 60136. Но в дальнейшем мы будем ссылаться на публикации, доступные в обычных библиотеках.

2. Подробнее см.: *Самченко В.Н.* Время собирать камни: современная физика и здравый смысл // Докл. АН ВШ России. – 2006. – № 1 (6). – С. 134–135.

3. См.: *Крюков П.Г., Летохов В.С.* Распространение импульса света в резонансно усиливающей (поглощающей) среде // Успехи физ. наук. – 1969. – Вып. 10. – С. 182; *Ораевский А.Н.* Сверхсветовые волны в усиливающих средах // Успехи физ. наук. – 1998. – Вып. 12. – С. 1312–1313; *Сазонов С.В.* Сверхсветовые электромагнитные солитоны в неравновесных средах // Успехи физ. наук. – 2001. – Вып. 6. – С. 673–676; *Розанов Н.Н.* Сверхсветовые локализованные структуры электромагнитного излучения // Успехи физ. наук. – 2005. – Вып. 2. – С. 181–182; *Шварцбург А.Б.* Туннелирование электромагнитных волн – парадоксы и перспективы // Успехи физ. наук. – 2007. – Вып. 1. – С. 45.

4. См.: *Сверхсветовое движение* // Википедия – свободная энциклопедия Интернета / <http://ru.wikipedia.org>.
5. *Эйнштейн А.* К электродинамике движущихся тел // Эйнштейн А. Собр. науч. трудов. – М.: Наука, 1965. – Т. 1. – С. 18.
6. См.: *Бройль Л., де.* Волны и кванты // Успехи физ. наук. – 1967. – Вып. 9. – С. 178.
7. См., например: *Самченко В.Н.* «Быстрый свет» и всеобщая связь // Вестник КрасГАУ. – 2006. – Вып. 15. – С. 355.
8. См.: *Андреев А.Ю., Киришин Д.А.* Тахионы и неустойчивость физических систем // Успехи физ. наук. – 1996. – Вып. 10. – С. 1135.
9. Там же. – С. 1140.
10. *Ораевский А.Н.* Сверхновые волны в усиливающих средах. – С. 1320.
11. См.: *Барашенков В.С.* Тахионы: частицы, движущиеся со скоростями больше скорости света // Успехи физ. наук. – 1974. – Вып. 9. – С. 136.
12. См.: *Барашенков В.С.* Тахионы... – С. 137; *Андреев А.Ю., Киришин Д.А.* Тахионы и неустойчивость физических систем. – С. 1137; *Сазонов С.В.* Сверхсветовые электромагнитные солитоны... – С. 676; *Шварцбург А.Б.* Туннелирование электромагнитных волн – парадоксы и перспективы // Успехи физ. наук. – 2007. – Вып. 1. – С. 45.
13. См.: *Liberati S., Sonogo S., Visser M.* Faster-than-c signals, special relativity, and causality // *Annals Phys.* – 2002. – V. 298. – P. 167–185.
14. Подробнее см.: *Самченко В.Н.* «Быстрый свет» и всеобщая связь. – С. 358.
15. *Горелик Г.Е.* Матвей Бронштейн и квантовая гравитация: К 70-летию нерешенной проблемы // Успехи физ. наук. – 2005. – Вып. 11. – С. 1106.
16. См.: *Грин Б.* Элегантная Вселенная: Суперструны, скрытые размерности и поиски окончательной теории. – М.: Эдиториал УРСС. – 2004. – С. 56.
17. Там же. – С. 92–95.
18. Подробнее см.: *Самченко В.Н.* Время собирать камни... – С. 138–141.
19. См.: *Ерошенко Ю.Н.* Новости физики в сети Internet (по материалам электронных препринтов) // Успехи физ. наук. – 2007. – Вып. 2. – С. 263.
20. *Dyson F.* The world of string // *New York review of books.* – 2004. – V. 51. (Цит. по: Вопросы философии. – 2007. – № 1. – С. 109).
21. См.: *Лаплас П.С.* Изложение системы мира. – Л.: Наука, 1982. – С. 224, 309.
22. См.: *Бройль Л., де.* Кванты света, дифракция и интерференция // Успехи физ. наук. – 1967. – Вып. 9. – С. 180.

Сибирский федеральный  
университет, г. Красноярск

### ***Samchenko, V.N. Super-light signal and imaginary quantum's***

The paper discusses methodological aspects of discovery of super-light velocities of electromagnetic signal moving through nonequilibrium surroundings. The explanation of these phenomena as well as approaches to decision of problems of the Unified Field Theory are offered on the basis of interpretation of de Broglie's waves and tachyons as objective phenomena.