

Аннотация

Практически все физики-релятивисты считают, что положения специальной теории относительности могут быть распространены на сверхсветовые явления. При этом упускается из виду, что теория была сформулирована на основе инварианта скорости света, ведущего к её предельности. Использование сверхсветовых сигналов в специальной теории относительности приводит её к парадоксам, взаимоисключающим и ложным предсказаниям. Принцип реинтерпретации и основанная на нём тахионная механика вместо решения этих парадоксов создают новые.

Ключевые слова

Сверхсветовое движение, процедура переключения, switching procedure, SWP, Recami, тахионная механика, антiteleфон, принцип реинтерпретации, тахион, антитахион, анимация

Тахионная механика (кинематика) Эразмо Реками (Erasmus Recami) с соавторами продвигается как производная от специальной теории относительности, а то и как расширение специальной относительности и даже превращение её в «неограниченную теорию относительности» [0]. Одним из основных, если не главным принципом, лежащим в её основе, является принцип реинтерпретации. Принцип принят на вооружение практически единодушно как средство разрешения парадоксов теории относительности, вызванных её расширением на сверхсветовые движения. Некоторые авторы присвоили этому принципу статус основного постулата специальной теории относительности. В той или иной формулировке его можно встретить практически в любом учебнике по специальной теории относительности как показатель универсальности СТО, её способности решать более широкие задачи, чем изначально в неё заложенные. Но насколько обоснованы претензии тахионной механики на роль преемника, продолжателя специальной теории относительности в вопросе сверхсветовой передачи информации? Действительно ли принцип реинтерпретации позволяет специальной теории относительности снять все сверхсветовые проблемы с причинностью? Чтобы проверить это, рассмотрим доводы тахионной механики более тщательно.

Основной работой, в которой изложены принципы «Тахионной механики», очевидно, является статья с его соавторством «Two-Body Interactions through Tachyon Exchange» («Двухчастичные взаимодействия через обмен тахионом»):

[«В работе ... можно найти описание основ тахионной кинематики» \[1, 2\].](#)

[«... когда формулируется проблема о тахионах, необходимо придерживаться правил тахионной механики» \[2\].](#)

Во введении к указанной работе «Two-Body Interactions...» говорится:

[«Исходя из возможных применений к физике частиц и проблемам причинности, мы приводим анализ кинематики \(классического\) обмена тахионами между двумя телами А, В» \[2\].](#)

Для решения парадоксов, возникающих вследствие сверхсветовых движений, в тахионной механике активно применяют процедуру переключения (switching procedure - SWP) Штюкельберга, Фейнмана и Сударшана. Тахионная механика предлагается как обязательная методика, имеющая непосредственную связь со специальной теорией относительности. Авторы тахионной механики утверждают, что:

[«1\) любое корректное решение тахионных причинных парадоксов должно прибегать к явным расчетам, основанным на механике тахионов;](#)

[2\) такая тахионная механика недвусмысленно и однозначно происходит от СТО» \[2\].](#)

Ряд статей по тахионной механике, как следует из их названий, ориентированы на решение так называемого парадокса антiteleфона. Его автором считается Толмен, впервые описавший парадокс передачи сверхсветовой информации в прошлое ещё в 1917 году, то есть, практически сразу же после выхода в свет основополагающей работы Эйнштейна по теории относительности. В современной формулировке парадокса рассматриваются два сигнала. Из неподвижной системы А посылается тахион 1 в движущуюся систему В. Сразу после получения тахиона 1, из системы В обратно в систему А отправляется ответный тахион 2. Вследствие сверхсветовой скорости тахионов, ответный тахион попадает в прошлое системы А. В основу парадокса положено выведенное Толменом [0], уравнение следующего вида (скорость света мы приняли равной единице):

$$\Delta t' = \frac{1 - uv}{\sqrt{1 - v^2}} \Delta t$$

где

t и t' - время в неподвижной и движущейся системах, соответственно;

u - скорость тахиона;

v - скорость движения системы t' .

В рассматриваемой статье парадокс решается на основе принципа переключения, реинтерпретации. Как следует из уравнения, парадокс и необходимость в «переключении» возникает только при условии $uv > 1$. Парадокс антiteleфона в статье проиллюстрирован рисунком, изображающий ситуацию в системе покоя наблюдателя А. Повторим эту иллюстрацию и добавим точку зрения из системы покоя В. Для большей наглядности ситуацию можно изобразить на динамических диаграммах Минковского [5], в движении участников:

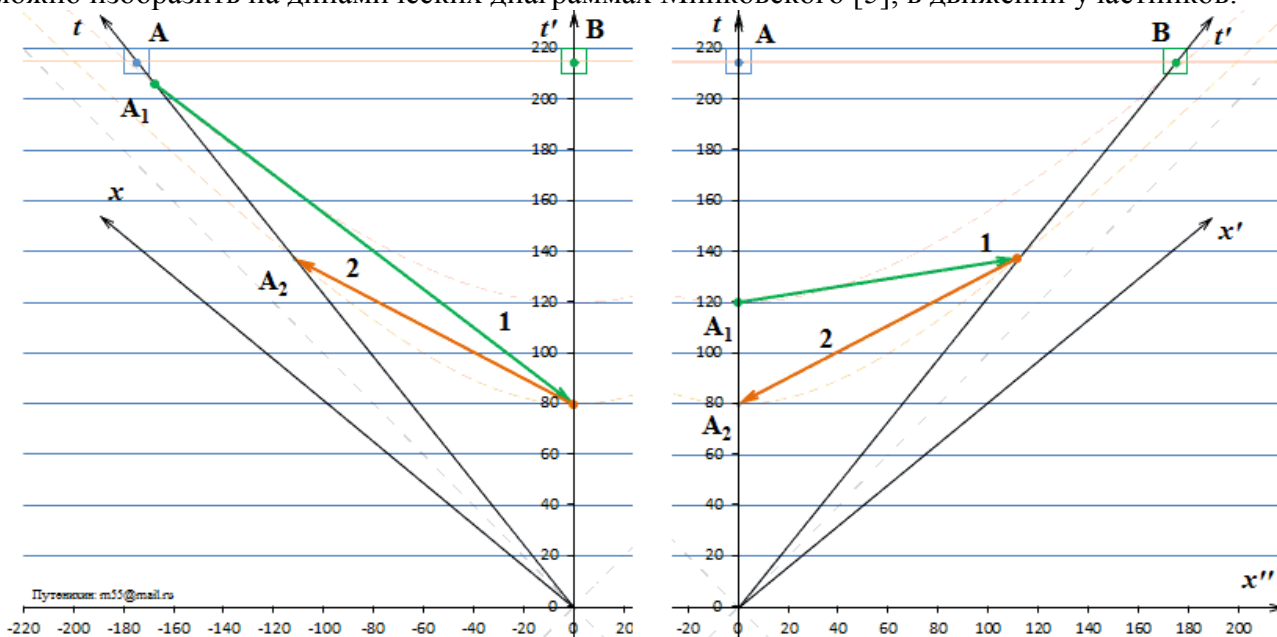


Рис.1 Парадокс антiteleфона с точки зрения системы покоя А (справа) и В (слева). Ссылки на анимацию к рисунку (все анимации в таблице равноценны):

[SWP](#) [SWP](#) [SWP](#) [SWP](#) [SWP](#) [SWP](#) [SWP](#) [SWP](#) [SWP](#)

На правой диаграмме рисунка в системе покоя А в сторону движущейся системы В излучается тахион 1. В системе покоя А он движется в будущее этой системы, а в системе покоя В – в прошлое, что видно на левой диаграмме рисунка. Точно такая же ситуация наблюдается и с ответным тахионом 2. В системе покоя В ответный тахион 2 движется нормально в будущее, а в системе покоя А – в прошлое.

Рассмотрим процессы в динамике. На правой диаграмме рисунка, соответствующей рисунку 1 рассматриваемой статьи, линия настоящего системы покоя А достигает точки времени 80 (минут) на оси времени. Время условно берём в минутах, хотя это могли быть и секунды и миллионы лет. Казалось бы, согласно принципу реинтерпретации, в этот момент A_2 в системе А должен быть эмитирован антитахион 2. Однако, на динамической диаграмме трасса тахиона лишь намечена штриховой линией, самого тахиона или антитахиона на диаграмме нет. Нет его по причине отсутствия оснований ему там быть. В этот момент времени ещё не произошло событие излучения тахиона 1 и, соответственно, ответного тахиона 2. В этой точке времени нет

никаких оснований для того, чтобы А излучил антитахион. Кроме того, по условиям задачи ни в этот момент, ни в какой другой в системе А вообще не запланировано излучение антитахионов и не установлено никаких устройств для такого излучения. Ни по времени, ни по оснащённости системы А никакого антитахиона быть не может.

Так продолжается до момента времени 120 (минут) по часам А. В этот момент A_1 происходит то, что задано в условиях задачи: излучение тахиона 1. Как можно увидеть на динамической диаграмме, тахион эмитирован и движется в сторону системы В. По диаграмме можно увидеть, что скорость тахиона равна примерно $6c$, то есть в шесть раз превышает скорость света. Но это не бесконечно большая скорость, поэтому на динамической диаграмме видно, как этот тахион движется по своей мировой линии, всегда находясь в настоящем времени системы покоя А. Примерно в 137 минут по часам А тахион достигает системы В, в которой в этот момент с точки зрения системы покоя А всего лишь 80 минут. Это можно увидеть, например, по изохроне. Изохрона – это гиперболическая линия, отсекающая на всех мировых линиях отрезки равного времени от начала движения. В данном случае – это 80 минут. На диаграмме она изображена красной штриховой линией. Эти гиперболы я назвал изохронами, поскольку в литературе они не имеют общепризнанного названия.

В момент достижения тахионом 1 системы В происходит новое событие – излучение в системе В тахиона 2. Но здесь происходит релятивистский эффект: оказывается, этот тахион движется в обратном направлении времени. Строго говоря, мы не имеем никакого права изображать мировую линию с таким наклоном – в прошлое. Но здесь мы это делаем, поскольку надеемся, что в системе покоя В этот тахион движется нормально, в будущее. Изобразить на этом отрезке движение тахиона мы не можем, поэтому сразу наносим всю его трассу так, будто он по ней уже прошёл. Действительно, в момент излучения тахиона 2 он сразу же должен оказаться в точке A_2 , ведь она уже им пройдена в прошлом, да и вся история тахиона 2 уже в прошлом. То есть, в момент своего, в общем-то, нормально излучения – в один из моментов настоящего, тахион скачком, мгновенно оказывается в прошлом. Но этот «мгновенный» скачок, как ни странно, имеет вполне определённую скорость – примерно 2 скорости света. Но в прошлое. Итак, процесс обмена сигналами в системе покоя А завершился.

В системе покоя В процесс выглядит так же парадоксально (левые диаграммы на рис.1). В момент времени 80 минут по часам В он, как мы видели на предыдущих диаграммах, эмитирует тахион 2 в сторону системы А. Но на динамической диаграмме в этот момент ничего не показано. Разумеется, это задано динамикой, программой отображения диаграмм. А какие есть основания для того, чтобы в момент 80 минут по часам В показать на диаграмме излучение тахиона? Такое излучение может быть только исключительной инициативой наблюдателя В, никак не связанной с условиями задачи. По условиям задачи он должен излучить свой тахион 2 только после того, как получит тахион 1 из системы А. А этого тахиона наблюдатель В ещё не получил. Откуда и следует, что в момент времени 80 минут по своим часам у наблюдателя В нет никаких оснований для излучения тахиона. И, соответственно, антитахиона.

Далее, до момента времени примерно 137 минут ожидалось, что тахион достигнет системы А. Но тахиона нет, и в систему А вообще ничего в этот момент A_2 не поступало.

И только в момент времени примерно 206 минут по часам В в системе А происходит событие A_1 – излучение тахиона 1. В системе покоя А, по мнению В, часы показывают 120 минут, что видно по жёлтой изохроне. Как мы только-что показали, до этого момента ни А, ни В ничего не получали и не излучали. Но теперь эмитированный в А тахион 1 мгновенно (но со скоростью $1,3$ скорости света; как это можно объяснить?) оказывается в прошлом – в 80 минутах по часам системы В, а оттуда эмитирован мгновенно (но со скоростью $2c$) тахион 2. Однако, если вспомнить – в этот момент в системе В ничего не происходило. Здесь же мы видим, что вдруг оказалось, что в этот момент в В был получен и излучен тахион. А в такое же время A_2 по часам А или в 137 минут по часам В в системе А был получен тахион 2. Выглядит это как если бы у наблюдателя В был провал в памяти, а тут он вдруг очнулся и вспомнил, что, оказывается 120 минут назад он получил тахион 1 и отправил тахион 2.

«Решение» этих парадоксов с помощью принципа реинтерпретации не делает их менее парадоксальными. В 80 минут наблюдатель В, согласно принципу, излучил и тахион 2 и антитахион 1, ничего при этом не получив. Но при плавном движении времени мы явно видели: ничего такого в системе В не происходило: не было у него оснований для двух этих эмиссий, условиями задачи это не предусмотрено. Это ничем не обоснованное заявление. Точно это же мы

видим и на диаграмме в системе покоя А. В момент времени A_2 , согласно принципу реинтерпретации, нам следует считать, что наблюдатель А эмитировал антитахион 2. Но двигаясь по оси времени, в этот момент A_2 ничего такого мы не увидели, не было никаких основания для излучения антитахиона. Это такое же директивно навязанное, ничем не обоснованное мнение, подталкивающее к предположению о неладах с памятью у наблюдателя А.

Таким образом, при сверхсветовом обмене сигналами мы явно видим нарушение принципа специальной теории относительности о равноправии всех систем отсчета. Здесь событие «получение тахиона наблюдателем В в 80 минут» произошло с точки зрения системы А и не произошло с точки зрения системы В.

Как следствие движения в прошлое, противоречащего специальной относительности, мы видим на диаграммах и причинно-следственный парадокс. В системе покоя А ответный тахион 2 получен раньше своей причины – тахиона 1.

Ещё раз обратимся к решению, предлагаемому в рассматриваемой статье тахионной механикой и принципом реинтерпретации. Если в своей системе покоя наблюдатель А видит излучение тахиона, то из движущейся системы наблюдатель В будет видеть поглощение антитахиона. Если А видит «внутреннюю эмиссию» тахиона, то это не означает, что В увидит у себя «собственное поглощение». Напротив, В у себя будет наблюдать «внутреннюю эмиссию» антитахиона. Другими словами, из этого решения явно следует, что эмитированный в А тахион 1 не достиг системы В.

Возникает правомерный вопрос: куда делся тахион 1? Представим себе реальную физическую обстановку, поскольку тахионы летают не по бумаге. Две системы А и В движутся строго по одной линии. Пусть это будут планета Земля и космический корабль, удаляющийся от неё. Между ними мы можем провести прямую линию, по которой, собственно говоря, и происходит обмен тахионами. Ни вправо, ни влево тахион не смещается – только строго по прямой линии. И со скоростью, выше скорости света. Сразу же видны основания для поставленного вопроса об исчезновении тахиона. Мы считаем тахион материальным, физическим объектом. А таким объектам как-то не принято присваивать мистические свойства «исчез – возник». Тахион движется в сторону В и никуда не может отклониться. Следовательно, рано или поздно он неизбежно догонит систему В. Кроме того, для контроля мы можем разместить вдоль линии его движения наблюдателей в системе покоя Земли. Они будут следить за движением тахиона и сразу же заметят, если он вдруг исчезнет. Это была бы крайне странная ситуация, если задуматься, в какой именно точке своей траектории тахион исчез? Чем эта точка отличается от остальных? Почему тахион исчез именно здесь? Ответ очевиден: такой точки быть не может, и тахион неизбежно достигнет системы В. И неизбежно должен быть ею поглощён. Как видим, логически «решение» тахионной механики является, по меньшей мере, странным, не завершённым. Она утверждает, что для В не было никакого тахиона, но почему В всё-таки вынуждена поглотить этот «несуществующий» тахион эта «механика» не объясняет.

Впрочем, реинтерпретация утверждает, что В видит не излучение тахиона, а поглощение в А антитахиона. Если буквально толковать эту фразу в работах Реками, то следует заметить: наблюдатель в В ничего не может увидеть в системе А. Слишком далеко она. А что пришло в голову наблюдателю В о событиях в системе А – это не может быть доводом или доказательством. Наблюдатель В может достоверно судить только о событиях, происходящих в его системе покоя, всё остальное – домыслы. Поэтому остаётся только один довод тахионной механики: наблюдатель В видит у себя не «внутреннее поглощение», пришедшего к нему из системы А тахиона, а «внутреннее излучение» собственного антитахиона в сторону системы А. Это логически допустимое предположение принципа реинтерпретации. Но тогда сразу же, помимо исчезновения тахиона, новый вопрос: почему в системе В эмитирован антитахион именно в этот момент? Мог ли наблюдатель В не делать этого, не эмитировать антитахион? Или сделать это в другом месте? Ответ однозначный: нет, не мог. Легко показать, что этот момент времени однозначно определён временем излучения тахиона в системе А. Не наблюдатель В выбрал время излучения своего антитахиона, а наблюдатель А назначил ему это время. Причём этот антитахион, якобы «внутренне эмитированный» наблюдателем В имеет свойства, в точности соответствующие свойствам тахиона, эмитированного наблюдателем А. Пусть тахион будет, условно говоря, телеграммой. С текстом «Это тахион из системы А» и цифровой подписью. Все наблюдатели системы покоя А, расставленные вдоль трассы тахиона, подтвердят: телеграмма была вручена адресату. Согласно принципу реинтерпретации наблюдатель В должен заявить,

что это он эмитировал анти-телеграмму с текстом «Это тахион из системы А». И цифровую подпись тоже он сделал?

Сказанное выше относится к прямому сигналу – тахиону 1 из системы А в систему В. Но по условиям задачи наблюдатель В отправил ответный сигнал – тахион 2. Согласно принципу реинтерпретации, наблюдатель А будет видеть, что в системе В произошло два поглощения: тахиона из системы А и антитахиона, эмитированного системой В. Ещё раз отметим: это навязанные наблюдателю А домыслы, поскольку он ничего не может видеть в системе В. Видеть он может только события в собственной системе отсчета. Тахионная механика не отрицает, что наблюдатель А отправил телеграмму – тахион в систему В. Но далее в тахионной реинтерпретации начинаются новые странности. Утверждается, что до отправки тахиона 1 наблюдатель А отправил туда же антитахион 2. Считая его такой же телеграммой, мы обязаны указать в ней текст «Это ответный тахион из системы В». Это неизбежно так, поскольку текст этой телеграммы не зависит от наблюдателя А, он задан наблюдателем В. Из будущего. И этот антитахион 2, якобы созданный наблюдателем А, как брат-близнец похож на тахион, эмитированный из системы В. А похож он потому, что он и на самом деле является тахионом 2 из системы В, а вовсе не эмитирован наблюдателем А. Действительно, наблюдатели системы В, также расставленные вдоль трассы тахионов, однозначно подтвердят: наблюдатель В отправил в сторону системы А тахион – телеграмму именно с таким текстом. И она была вручена адресату – наблюдателю А. Со своей стороны курьер, движущийся вместе с телеграммой – тахионом, будет фиксировать таблички с номерами на груди наблюдателей А и В вдоль трассы: десять, девять, восемь, семь... Вот и адресат... Нет никаких доводов отрицать, что именно телеграмма как физический объект, эмитированная наблюдателем В, была доставлена наблюдателю А. Однако, согласно принципу реинтерпретации наблюдатель А, вопреки всякой логике и здравому смыслу, должен заявить, что это он эмитировал ответную анти-телеграмму с текстом «Это тахион из системы В». Однако, условиями задачи чётко определено: каждый из наблюдателей излучает тахион и ни слова не сказано, что они излучают антитахионы. Не было этого. Наблюдателю А навязывается своеобразная «реинтерпретационная» забывчивость. До момента излучения тахиона он ничего не знает о том, что когда-то излучил антитахион. А в момент излучения тахиона он вдруг «вспоминает», что когда-то в прошлом он всё-таки излучал антитахион.

Далее, как и выше, из этого реинтерпретационного решения явно следует: тахион 2 эмитированный в системе В не долетел до системы А. И вновь возникает резонный вопрос: куда в этом случае он делся, тахион 2, эмитированный в В? Кстати, такие же вопросы возникают и в отношении антитахионов:

- антитахион 1 эмитированный в В и не достигший системы А (или какой другой);
- антитахион 2 эмитированный в А и не достигший системы В (или какой другой).

Куда делить эти антитахионы? Тоже исчезли? Все эти частицы – тахионы и антитахионы – двигались по одной и той же линии, поэтому они неизбежно должны были достичь наблюдателей, также движущихся по этой линии. Кроме того, к этим двум антитахионам тахионной механике в рассматриваемом примере с телеграммами следовало бы добавить еще массу антитахионов, эмитированных каждым из наблюдателей вдоль трассы тахионов, которые столь же бесследно исчезнут.

Итак, под вывеской «решения» парадокса антiteleфона тахионная механика и принцип реинтерпретации незаметно предложили ряд новых парадоксов, имеющих, скорее, признаки цирковых трюков:

- исчезновение тахионов и антитахионов в неустановленных местах трассы;
- излучение антитахионов, которых никто не излучал;
- загадочная амнезия наблюдателя – инициатора обмена тахионами.

В заключение статьи автор резюмирует «решение» парадокса. Повторяет рассмотренные здесь выкладки о том, что оба наблюдателя только излучают, ничего не получая взамен. Сначала антитахион, как две капли воды похожий на соответствующий тахион напарника, затем собственный тахион, который, как оказывается, до напарника не доходит. Причинно-следственные отношения между двумя системами А и В оказываются в этом случае разорванными. Между этими двумя системами нет никакого осмысленного обмена информационными сигналами.

Наконец, автор указывает: для того, чтобы ответный тахион 2 был, как этого требует задача, следствием прямого тахиона 1, необходимо, чтобы этот тахион 1 эмитировался в А

раньше линии настоящего В. Что и реализует на рисунке 2 в статье. Да, да, именно так! Просто путём изменения условий задачи: исходный тахион просто перемещается во времени в «удобное» место. Это даже не подгонка *решения* под известный ответ, это ещё фундаментальнее. Подгонка исходных *условий* задачи под имеющийся ответ. Правда, в этом случае уже нет никакого парадокса и никакие принципы реинтерпретации и тахионные механики здесь *не нужны*.

Рассмотренные парадоксы сверхсветовой коммуникации являются *неотъемлемой* и *неустранимой* особенностью именно специальной теории относительности, основанной на инварианте скорости света. Инвариант скорости делает автоматически эту скорость предельной, максимально возможной. Любая скорость, превышающая инвариантную, ведёт к парадоксам. Отсюда следует, что любая теория, опирающаяся на такую «расширенную» специальную относительность, тоже неизбежно получит «машину времени» - движение в прошлое, петли времени с нарушением причинности и различные мнимые величины вроде отрицательного квадрата массы. Специальная теория относительности неспособна решать задачи со сверхсветовыми скоростями. В физике Ньютона никаких парадоксов при сверхсветовой передаче информации не возникает.

Литература

1. Recami E., The Tolman «Antitelephone» Paradox: Its Solution by Tachyon Mechanics, [arXiv:hep-th/9508164v1](https://arxiv.org/abs/hep-th/9508164v1), 1995. [решение релятивистского парадокса антiteleфона – движения в прошлое – средствами тахионной механики и принципа реинтерпретации]

2. Maccarrone G.D., Recami E., Two-Body Interactions through Tachyon Exchange. *Nuovo Cimento A*, 57, 85 (1980). [основные положения релятивистской тахионной механики (кинематики) с использованием принципа реинтерпретации (переключения)] URL:

<http://dinamico2.unibg.it/recami/erasmo/docs/SomeRecentSCIENTIFICpapers/ExtendedRelativity/TwoBodyTachyonExchangeNCA80.pdf>

(дата обращения 07.12.2015)

3. Recami E., The Tolman-Regge Antitelephone Paradox: Its Solution by Tachyon Mechanics. *Electronic Journal of Theoretical Physics* (EJTP) 6, No. 21 (2009) 1–8 [решение релятивистского парадокса антiteleфона – движения в прошлое – средствами тахионной механики и принципа реинтерпретации] URL:

<http://dinamico2.unibg.it/recami/erasmo/docs/SomeOld/TolmanAntitelephoneSolution.pdf> (дата

обращения 07.12.2015)

4. Tolman R.C., The Theory of the Relativity of Motion, [учебник по специальной теории относительности; сформулирован парадокс, впоследствии названный парадоксом антiteleфона Толмена, 1917 год.] URL:

<http://www.gutenberg.org/files/32857/32857-pdf.pdf> (дата обращения 07.12.2014)

5. Путенихин П.В., Критика принципа реинтерпретации и тахионной механики, 2014, URL:

http://samlib.ru/editors/p/putenihin_p_w/critic.shtml (дата обращения 07.12.2015)

Ссылки на анимацию к рисунку (представлены в таблице под рисунком):

1. http://samlib.ru/editors/p/putenihin_p_w/critic.shtml
2. <http://www.sciteclibrary.ru/ris-stat/5967/image002.gif>
3. http://scorcher.ru/theory_publisher/art_pic/513/image002.gif
4. <http://fabulae.ru/Red/Download.php?id=54633&v=2>
5. <http://fileload.info/1xpcp0g5bt8u>
6. http://storage4.static.itmages.ru/i/15/1207/h_1449475466_2914479_b3af3f53f2.gif
7. <https://drive.google.com/open?id=0B0uM56-EnG4ZN0t2a2xrVnBSZDQ>
8. <https://cloud.mail.ru/public/JL6t/h8mukA5Zq>
9. <https://yadi.sk/i/eSEA3-QRm3MkH>