

ПРЕВРАЩЕНИЯ ТУМАННОСТЕЙ

Распространение и отражение световой волны происходит уже не так симметрично относительно центра полого шара... Наблюдатель в движущемся шаре увидит сначала экватор, затем круги широт и наконец только оба полюса... Свет от источников летит в пространстве, подобно осколкам лопнувшей бомбы.

П. Эренфест «Кризис в гипотезе о световом эфире»

Картины, наблюдаемые на ночном небе астрономами, зачастую напоминают феерические шоу с салютом или сказочные превращения. Особенно красочны картины, регистрируемые при вспышках новых и сверхновых звёзд, которые образуют после вспышки светящиеся туманности [1]. Достаточно привести в пример вспышку сверхновой в Крабовидной туманности, обнаруженную древнекитайскими звездочётами, или вспышку 30-летней давности у сверхновой SN 1987A, а также туманность W50 с активным источником SS 433. Ещё удивительней недавняя вспышка новой в созвездии Единорога. Некоторые аномалии этих вспышек до сих пор не объяснены. Интересно отметить, что образующиеся во вспышках туманности не только расширяются, но иногда начинают сжиматься, словно время в них течёт обратно. Подобные эффекты сходящихся волн в космосе были рассмотрены ещё в 1908 году В. Ритцем. Он впервые показал, что сферические или кольцевые волны от источника могут не только расходиться, но и сходиться к источнику, как, например, круги на воде, сходящиеся к центру от упавшего в воду обруча. Предполагают, что именно с этим кажущимся обращением времени связана техника гадания (т.е. попытка увидеть будущее) при бросании венков в воду – традиция, широко распространённая не только на Руси, но и в Германии (достаточно вспомнить фильм «Михайло Ломоносов»). Именно в Германии учился, жил и работал Ритц, а также коллега Ритца – Пауль Эренфест. Эренфест как раз активно распространял баллистическую теорию Ритца и даже выступил с лекцией об этой теории в предвыборной речи в университете Лейдена [2-4].

Рассмотрим в рамках баллистической теории, что произойдёт в случае вспышки сверхновой при рассеянии света в облаках межзвёздного газа. Отчасти это было исследовано ранее в работе [1]. При вспышке звезды по эффекту Ритца свет звезды усиливается в миллиарды раз, что и ведёт к яркой вспышке сверхновой. Но свет рассеивается и в облаках газа. Поэтому в тех точках облака, которые расположены на таких расстояниях s , что ускорение звезды в направлении этой точки $a_s=c^2/s$, возникает свечение облаков, которое на Земле и воспринимают как туманность. Поскольку с течением времени ускорение a меняется (по величине и направлению), загораются всё новые участки межзвёздных облаков, отчего вид туманности меняется: она расширяется или сжимается. Обычно светящаяся область имеет вид кольца или нескольких колец, размеры которых меняются [1, 5].

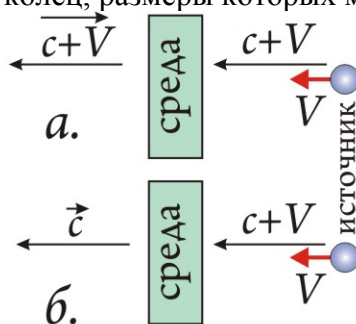


Рис. 1. Схема изменения фазовой (а) и групповой скорости света (б) при переизлучении неподвижной средой.

Но можно рассмотреть и другой случай, в котором критическое ускорение достигается не в облаке, а на Земле, поскольку и после рассеяния частота света иногда может преобразовываться по эффекту Ритца. Так происходит в случае томсоновского рассеяния света, при котором, как при отражении, фазовая скорость (т.е. скорость движения волны, волнового фронта) не меняется относительно источника [6], поскольку вторичные волны от колеблющихся электронов интерферируют, образуя волну с той же скоростью относительно источника (рис. 1). А в случае групповой скорости света (скорости, с которой движется луч света, т.е. переносится энергия) после рассеяния в среде скорость света становится равна c относительно среды (этот случай был нами рассмотрен ранее [5]). Например, если свет поглощается частицами межзвёздной пыли или сначала поглощается атомами газа на

резонансных частотах, а затем переизлучается, тогда частицы пыли и атомы газа становятся вторичными источниками света, но уже без фиксированной связи с основным источником и друг с другом. Ведь на каждой частоте при таком переизлучении в окрестности линий поглощения возникает разная фазовая задержка, т.е. вторичные источники излучения уже не синхронизированы с первичными и друг с другом. Поэтому интерференция, ведущая к сохранению скорости света относительно источника, затрудняется. А в случае фазовой скорости (для непрерывного спектра), при сохранении скорости относительно источника, легко получить уравнение поверхности, на которой расположены точки переизлучения (рассеяния).

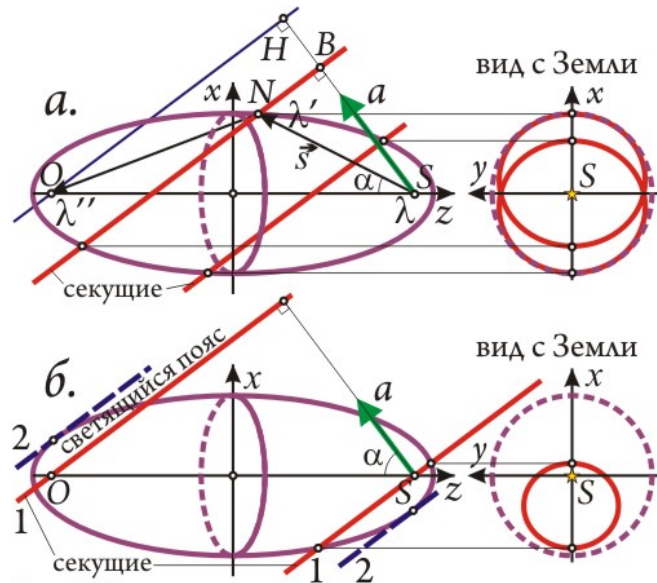


Рис. 2. Схема засветки межзвёздного газа в виде колец вокруг сверхновых через малое время (а), в начале вспышки (плоскости 1, б) и в конце (плоскости 2, б) по ритц-эффекту, масштаб не выдержан + перспектива.

Действительно, рассмотрим звезду, движущуюся с ускорением a под углом α к линии SO , соединяющей звезду S с Землёй O (рис. 2). В этом случае свет звезды при переизлучении света газом в точке N по эффекту Ритца изменит длину волны с λ на $\lambda' = \lambda(1 - SN \cdot a_{SN}/c^2)$. При сохранении фазовой скорости света длина волны к моменту прибытия к Земле изменится на $\lambda'' = \lambda'(1 - NO \cdot a_{NO}/c^2) = \lambda(1 - NO \cdot a_{NO}/c^2)(1 - SN \cdot a_{SN}/c^2)$. Если спроецировать отрезки SN и NO на линию SH вдоль вектора ускорения \mathbf{a} , можно получить следующее выражение $\lambda'' = \lambda(1 - SO \cos(\alpha) a/c^2 + SB \cdot BH \cdot a^2/c^4)$. Яркая вспышка света, пришедшего из точки N , будет зарегистрирована при $\lambda'' = 0$. В пространстве множество точек, для которых $\lambda'' = 0$, будет соответствовать двум плоскостям перпендикулярным линии SH . Кроме того, должно выполняться условие одновременной регистрации света из точек N . Это условие выполняется на поверхности эллипсоида вращения [5], у которого в одном фокусе эллипсообразующей расположена Земля O , а в другом – звезда S . Соответственно, пересечение двух плоскостей с эллипсоидом ведёт к появлению двух колец эллиптической формы. Таким образом, двойное кольцо SN 1987A формируют не обязательно две звезды (образующие систему), его вполне может создавать и одна звезда, которая длительно движется с ускорением a близким к критическому, например, в поле массивного звёздного скопления. А при орбитальном движении двух звёзд кольца от каждой звезды быстро бы меняли размеры и форму.

При этом непосредственно в момент вспышки одно кольцо окружает звезду S , а другое – Землю, и потому второе кольцо, если и наблюдается, то лишь в виде тусклого кольца-пояса, едва различимого в оптическом и радиодиапазоне (наподобие Млечного Пути) аналогичного по природе поясу Гулда [5]. Таким образом, возможно, и кольцевому поясу Гулда соответствует меньшее (по угловым размерам) кольцо, окружающее какую-то звезду. Не исключено, что это и есть пульсар в Крабовидной туманности. С течением времени, в ходе изменения величины и направления ускорения \mathbf{a} две плоскости-сечения либо сходятся (и тогда два кольца сближаются, пока не сольются в одно при ускорении $a = 2c^2/rcos(\alpha)$, либо расходятся, пока не коснутся полюсов эллипсоида и не превратятся в две яркие точки (рис. 2). После этого кольца исчезнут, как в примере Эренфеста, приведённом, правда, по другому поводу. Возможно, именно такой эффект наблюдался у вспыхнувшей в 2002 г. новой звезды в созвездии Единорога, у которой наблюдался ряд аномалий. В том числе, кроме

расширяющейся оболочки некоторое время наблюдалась и сжимавшаяся оболочка, которая схлопнулась и исчезла. Если учесть переизлучение в промежуточных точках среды, возле резонансных частот, то можно было бы наблюдать, вместо одного кольца, сплошную светящуюся туманность или набор колец (как в туманностях Песочные часы или Кошачий глаз [1]). Именно так выглядит большинство туманностей новых и сверхновых звёзд, напоминающих венцы, гало и другие оптические эффекты, видимые вокруг источников света в тумане, на мелких частицах пыли и льда (снежинках).

Отметим, что в остатке вспышки сверхновой SN 1987A наблюдается ещё и третье кольцо – центральное, которое, как было отмечено, представляет собой, вероятней всего, размноженное изображение звезды-спутника, движущейся вокруг главной звезды [1]. При этом сама звезда-спутник тоже двойная, поэтому движется под влиянием ещё меньшего спутника по волнистой траектории, замкнутой в кольцо, эллипс. Поэтому наблюдаемое на снимках кольцо-траектория выглядит волнистым. Проявляется это кольцо за счёт размывания изображения звезды ввиду вращения и разной лучевой скорости атомов, излучающих эмиссионные линии. Тогда и на кривой лучевых скоростей $V_r(t)$ звезды в виде синусоиды образуются мелкие волны, рябь (рис. 3). Если учесть разное запаздывание в момент регистрации t' , связанное с разницей скоростей света c' от разных участков траектории, тогда регистрируемый график лучевых скоростей $V_r(t')$ перекашивается и становится неоднозначным.

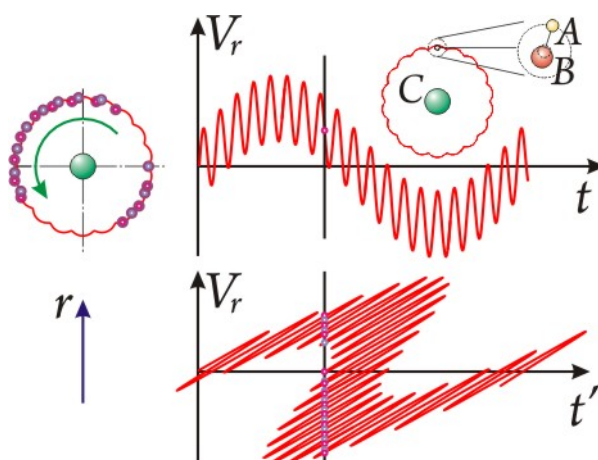


Рис. 3. Схема строения звёздной системы (усложнённая русская рулетка) и умножения изображений в объектах типа SN 1987A.

В итоге образуется множество точек пересечения вертикальной прямой (соответствующей моменту времени t') с волнами мелкой ряби, которым отвечают дополнительные изображения звезды. В итоге кольцо оказывается усеянным яркими узлами, словно у чётков, или чёточной молнии. Половина таких дополнительных пересечений-узлов соответствует прямым изображениям, а половина – обратным (для которых время t течёт в обратную сторону). Эти узлы последовательно проступают на гребнях мелких волн кольца – по мере увеличения перекоса и числа пересечений с ветвями графика $V_r(t')$ [1]. Кроме того, число ярких узлов на кольце может меняться с течением времени за счёт того, что движущаяся вправо вертикальная прямая (временное сечение, соответствующее моменту регистрации t') пересекает график $V_r(t')$ во всё в большем числе точек, каждой из которых соответствуют яркие узлы на орбите. А после число пересечений снова снижается. Эти узлы образуют вдоль орбиты несколько цепочек, типа новогодних гирлянд, в которых наиболее яркими по идее должны быть крайние изображения (рис. 3). Именно такая картина и наблюдалась, как показал А.В. Мамаев, который впервые связал вспышку сверхновой SN 1987A с тем, что звезда дополнительно сообщает свою скорость V свету (или часть скорости).

Сложным образом меняется и блеск самой звезды, расположенной в центре светящейся туманности. Обычно такие звёзды называют пульсарами, хотя в рамках баллистической теории это могут быть простые звёзды, наподобие Солнца и других звёзд, которые излучают видимый свет и не меняют светимость. Но на больших расстояниях эффект Ритца создаёт иллюзию колебаний блеска этих звёзд и переводит видимый свет в невидимые диапазоны, включая радиодиапазон, рентгеновский и гамма-диапазон.

Некоторые пульсары генерируют импульсы только в радиодиапазоне, а другие – только в рентгеновском, и очень редкие пульсары (например, пульсар PSR 0531+21 в Крабовидной

туманности) генерируют импульсы во всех диапазонах. Такое разделение обязанностей, а точнее частотных диапазонов (как в гражданской и военной радиосвязи), может быть связано с разной длиной переизлучения l в межзвёздном газе в разных диапазонах [7]. Действительно, равно как в тумане, световые лучи разного цвета рассеиваются одни сильнее других (на чём основано применение противотуманных фар), так и радиоволны разных диапазонов, оптические лучи и гамма-лучи, за счёт рассеяния атомами среды, переизлучаются на разных дистанциях l . При этом условие генерации импульсов $a_r \approx -c^2/l$ (для лучевого ускорения a_r звёздной системы) выполняется либо в радиолучах, либо в рентгеновских лучах. Соответственно, наблюдаются либо радиопульсары, либо рентгеновские пульсары (рис. 4). Кроме того, иногда возникает ситуация, когда пульсар попеременно становится радиоизлучающим или рентгеноизлучающим, например PSR B0943+10 и PSR J1023+0038. Это возможно, когда звёздная система пульсара движется по орбите. Тогда пульсар в некоторые моменты приобретает лучевое ускорение a_1 , а в другие моменты – лучевое ускорение a_2 , такие, что в рентгеновских лучах выполняется условие $a_1 \approx -c^2/l_X$, а в радиолучах выполняется условие $a_2 \approx -c^2/l_R$, где l_X и l_R – длины переизлучения в рентгеновских лучах и радиолучах. Или же в одних точках орбиты излучение пульсара проходит через облака межзвёздного газа, а в других – нет. Соответственно, в одних точках орбиты двойная звезда будет иметь вид рентгеновского пульсара, а в других – радиопульсара, в согласии с наблюдениями. Кроме того, режим генерации получается разным, в зависимости от того, будет ли среднее лучевое ускорение пульсара выше или ниже критического $a_r = -c^2/l$ [8].

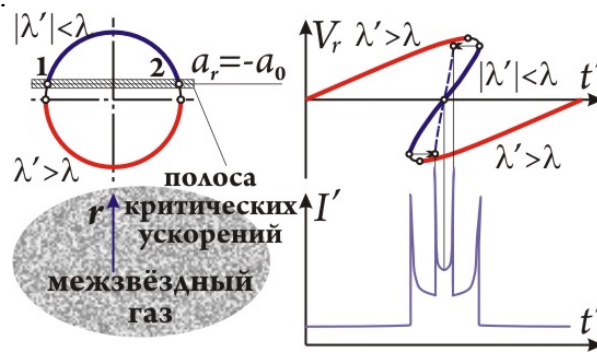


Рис. 5. Схема движения звезды по орбите с указанием участков орбиты, на которых излучение в основном преобразуется в рентгеновский и радиодиапазон, а также соответствующая интегральная кривая блеска.

При этом возникает вопрос, почему же совпадает период следования импульсов в разных диапазонах, например, для того же пульсара PSR 0531+21. Ведь этот период определяется как $P' = P(1 + la_r/c^2)$, где P – орбитальный период двойной звезды, воспринимаемой как пульсар. Поэтому для разных длин волн с разными l период импульсов будет получаться разным. А фактически во всех диапазонах период одинаков. Очевидно, это связано с тем, что переизлучения либо вовсе нет, либо переизлучающая среда представляет собой сравнительно тонкие (в несколько астрономических единиц), но плотные облака газа и пыли [9]. Тогда основной путь свет звезды проходит без переизлучения, и период во всех диапазонах определяется как $P' = P(1 + la_r/c^2)$, где l – расстояние от звезды до Земли или до облаков газа (до точки, где происходит переизлучение). Тем не менее, небольшое различие периодов всё же должно обнаружиться. В частности, это проявится в дрейфе фазы импульса: в одних диапазонах импульсы будут очень медленно смещаться относительно импульсов в других. Действительно, у пульсара PSR 0531+21 максимумы импульсов не совпадают в разных диапазонах (оптика, рентген, гамма-излучение) [15]. Не совпадают точно даже максимумы импульсов в разных участках радиодиапазона. Такая же ситуация у пульсара PSR 0834+06. Если причина в разной компрессии времени по эффекту Ритца, тогда по мере эволюции пульсара этот фазовый сдвиг должен нарастать, что позволит вычислить расстояние до облаков газа, концентрацию в них ионов, электронов и возраст пульсара.

Интересно отметить, что нечто подобное происходит с обычными часами: за счёт ничтожной разницы скорости хода одни часы уходят немного вперёд, другие отстают. Это тоже зависит от частоты, но уже от частоты кварцевого резонатора или частоты колебаний пружины в часах и от напряжения пружины, от потерь на трение. Причём, если вначале положения секундных стрелок часов на циферблатах совпадают, то с течением времени они постепенно расходятся. Ещё проще увидеть эффект у одинаковых новогодних гирлянд,

включенных одновременно, так что они вначале мигают синхронно, а затем всё больше расходятся. Примерно такая же картина наблюдается у пульсаров.

В частности, у барстеров оптическая вспышка запаздывает на несколько секунд от рентгеновской. А у рентгеновских пульсаров, наоборот, в жёстких рентгеновских лучах минимумы и максимумы наступают чуть позже, чем в мягких рентгеновских лучах. Достаточно привести в пример пульсары GX 301-2, Cen X-3, Her X-1. Это следствие того, что в жёстких (с длиной волны $\lambda < 2 \text{ \AA}$) рентгеновских лучах длина переизлучения l больше, чем в мягких рентгеновских лучах (с $\lambda > 2 \text{ \AA}$). Но поскольку у рентгеновских пульсаров лучевое ускорение критическое (т.е. $a_r < -c^2/l$, $P' < 0$ – время обращается вспять) [8], увеличение пролётной дистанции приводит не к сокращению, а к росту по модулю периода $P' = P(1 + la_r/c^2)$ и нарастанию запаздывания в жёстких лучах. Напротив, у радиопулсаров, у которых порядок событий правильный (т.е. $a_r > -c^2/l$, $P' > 0$) на более коротких волнах λ (где l меньше) импульсы наблюдаются раньше, чем на длинных волнах, где длина переизлучения l больше. У очень старых пульсаров расхождение импульсов по фазам должно быть очень большим, из-за чего импульсы в разных диапазонах должны совершенно не совпадать и быть смещёнными на значительную долю периода или даже на несколько периодов. Действительно, такие пульсары иногда встречаются, например, пульсар Vela.

Всеволновое излучение (включая гамма-диапазон) отличает и квазары, активные галактики, которые прежде тоже принимали за звёзды и туманности. В этом случае механизм генерации несколько иной. В каждой галактике миллиарды звёзд, и каждая вращается по своей орбите. Соответственно, у каждой звезды на орбите есть две точки (1 и 2, рис. 5), где звезда достигает критического барьера ускорения $a_r \approx -c^2/r$, и оптическое излучение переводится во вспышки рентгеновского и гамма-излучения. У разных звёзд такое ускорение достигается в разные моменты времени. Поэтому у галактики получается сложная интегральная кривая блеска и сложный интегральный спектр, простирающийся от радиодиапазона до гамма-диапазона. Причём, в сумме вспышки образуют сложную кривую блеска, создающую иллюзию эпизодических вспышек всей галактики. Именно такие галактики с быстрой переменностью блеска во всех диапазонах и называют активными [5]. Казалось бы, поскольку критическое ускорение достигается лишь на малом участке орбиты (рис. 5), значит и время излучения в высокочастотных диапазонах при $a_r \approx -c^2/r$ будет крайне малым. Для компрессии в тысячу и более раз, т.е. перевода видимых лучей в рентгеновский диапазон, допустимо отличие ускорения a_r от $-a_0 = -c^2/r$ не более чем на $\Delta a = a_0/1000$ [10]. Таким образом, лишь ничтожная мощность излучения звёзд на участке, где ускорение $(-a_0 - \Delta a) < a_r < (-a_0 + \Delta a)$, преобразуется в энергичные невидимые ионизирующие излучения. Соответственно, интегральная мощность излучения галактики в рентгеновском диапазоне будет ничтожна (много меньше, чем в оптическом). А в действительности у активных галактик и блазаров мощность такого излучения в экстремуме вспышечной активности сопоставима с мощностью оптического излучения галактики.

Это можно объяснить тем, что когда $a_r < -c^2/l$, тогда по эффекту Ритца длина волны света λ по мере движения сокращается до $\lambda' = \lambda(1 + la_r/c^2)$, достигает нуля, а затем снова начинает расти по модулю. При этом, за счёт движения света через межзвёздный и межгалактический газ, когда λ' проходит диапазон от λ до 0, происходит поглощение и высвечивание излучения на множестве резонансных частот, в том числе на очень коротких волнах возле $\lambda \sim 1 \text{ \AA}$ (т.е. в рентгеновском диапазоне). И по мере дальнейшего движения света скорость света, а значит и длина волны, уже не меняется (рис. 1.б). Таким образом, орбита каждой звезды делится на две части (рис. 5). При движении по одной дуге орбиты (где $a_r \leq -c^2/l$) значительная часть оптического излучения звёзд (которая испытала переизлучение газом) переводится в рентгеновский и гамма-диапазон. А на другой дуге (где $a_r > -c^2/l$) излучение звёзд остаётся в оптическом диапазоне или переводится в радиодиапазон (при $a_r > 0$). Интересно, что в этом случае у звезды получается сложная кривая блеска. В отличие от случая двойных звёзд в отсутствие переизлучения, когда наблюдается кривая блеска с двумя максимумами [7, 8], получается кривая блеска с четырьмя максимумами (рис. 5), поскольку перекося график $V_r(t')$ (от дополнительного запаздывания lV_r/c^2) заметно меньше на участке, где $a_r \leq -c^2/l$, и переизлучение происходит на меньшей длине l . В итоге этот участок даёт два дополнительных острых пика. Действительно, подобные звёзды встречаются, причём количество максимумов и минимумов нерегулярно меняется в ходе изменения длины переизлучения, концентрации облаков и расстояния до них. Действительно, подобные звёзды, дающие сложную систему импульсов, которые иногда принимают за космические

передатчики (ввиду невозможности найти рациональное объяснение), обнаружены астрономами, например, у звезды HD 164595.

Кроме того, в каждой галактике много звёзд, у которых атмосфера и корона крайне разреженная, а потому определяющим оказывается ускорение свободного падения на поверхности звёзд. Это ускорение постоянно переводит свет звёзд в радиодиапазон: благо межгалактические дистанции достаточны для снижения частоты в миллионы раз по эффекту Ритца. При этом, поскольку с течением времени t орбитальное ускорение меняется, и ускорение атомов газа и электронов на поверхности звёзд быстро варьирует, в том числе за счёт вспышек, регулярно меняется интенсивность и спектр радиоизлучения. Благодаря этому и наблюдаются квазары и радиогалактики, быстро и нерегулярно (в ходе случайного сложения колебаний радиоблеска многих звёзд) меняющие интенсивность радиоизлучения. Поэтому у таких объектов радиосветимость сравнима с оптической светимостью, а иногда и превышает её.

В случае радиоизлучающих областей, иногда наблюдаемых по бокам радиогалактик, природа радиоизлучения может быть иная [10]. Как отмечалось, это может быть либо циклотронное и синхротронное излучение электронов, либо излучение ионов (например, гелия, лития), движущихся с огромными скоростями в магнитном поле звёзд (рис. 6). Скорости таких ионов, вылетающих из звезды во время вспышек, высоки, а в короне звезды они могут быть сравнимы со скоростью света. Соответственно, излучение таких ионов, которое по мощности соотносится с излучением самой звезды примерно так же, как яркость солнечной короны соотносится с яркостью Солнца, может в поле тяготения звёзд переводиться в радиодиапазон. А за счёт высокой скорости ионов и эффекта размытия у таких звёзд радиоизображения могут далеко отстоять от оптического изображения звезды вперёд и назад вдоль траектории полёта [5]. Так и возникают тройные радиоизображения галактик, состоящих из таких звёзд, т.е. галактика в виде оптического и радиоизображения и пара «радиоушей», часто и впрямь напоминающих уши кролика или бреленосца.

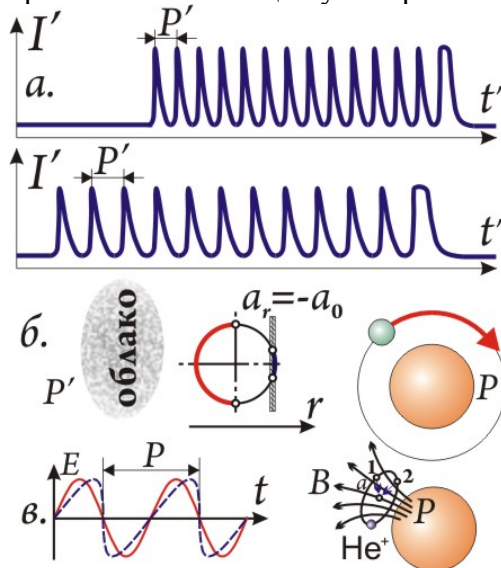


Рис. 6. Два возможных механизма генерации вспышек барстера (а): при переизлучении облаками газа (б), при движении сгустков в поле B (в).

В случае отдельных звёзд внутри нашей Галактики колебания лучевого ускорения звезды-пульсара или барстера, которые приводят к появлению вспышек, импульсов, должны в таком случае охватывать и всю туманность вокруг них. Тогда у туманности, в такт с колебаниями лучевого ускорения a_r звезды, должны немного меняться размеры и яркость, поскольку синхронно с ускорением меняются положения секущих плоскостей, выделяющих на эллипсоиде кольца туманностей (рис. 2). Действительно, у многих туманностей, например, у туманности Ожерелье и других можно наблюдать колебания яркости, а у некоторых туманностей – и колебания размеров, движения волокон, словно сполохи зарниц или пламени на стене. Это ещё раз показывает, что туманности – это результат отражения, рассеяния света звезды на облаках газа и пыли, а не самосветящиеся образования.

Подобным же образом могут формироваться кольцевые области мазерного и лазерного излучения туманностей. В этом случае уравнение секущей плоскости задаётся уже не обязательно условием $\lambda''=0$, а возможно, ещё и условием постоянного коэффициента

компрессии $g=\lambda/\lambda''$, переводящего излучение некоторой эмиссионной линии в излучение других эмиссионных линий (на резонансных частотах излучающего газа) оптического или радиодиапазона, что и ведёт к высвечиванию межзвёздного газа.

Интересно, что на подобном принципе сходящихся электромагнитных волн даже пробовали строить машины времени, правда, безрезультатно [11]. Однако сходящиеся волны интересны тем, что позволяют выделять гигантскую мощность, что предлагают использовать, например, для получения мощного лазерного излучения, в том числе для установок термоядерного синтеза. Действительно, некоторые лазерные резонаторы устроены по сходному принципу: резонатор представляет собой цилиндрическое зеркало с направляющей в форме эллипса, в одном из фокусов которого расположен источник света, а в другом – стержень с активной средой (например, монокристалл рубина, рис. 7.а). В итоге, все лучи, испущенные источником, собираются на рубиновом стержне, причём одновременно, т.к. проходят при отражении от стенок эллиптического резонатора одинаковое расстояние. Но есть схемы резонаторов и в форме шара или эллипсоида вращения, заполненных активной средой, например, молекулами газа или монокристаллом типа титан-сапфира.

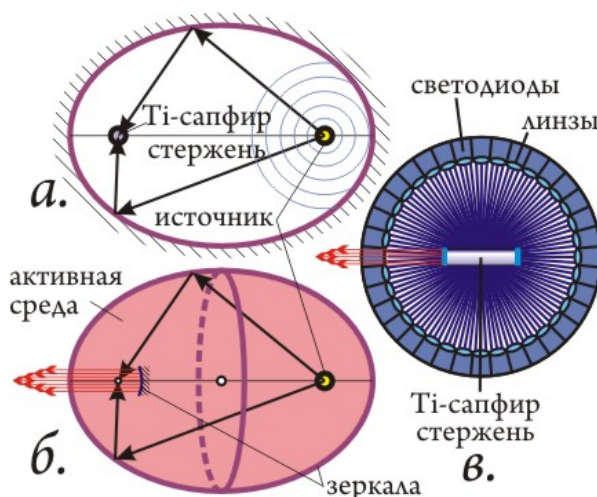


Рис. 7. Разные схемы лазерных и оптических систем с эллиптическим (эллипсоидальным) резонатором и сходящимися фронтами волн.

Тогда при каждом цикле отражения сферические волны будут, отражаясь от стенок, сходиться в центре шара (или в фокусе образующей эллипсоида), а потом снова расходятся от него, чтобы вновь отразиться от стенок и вернуться в исходную точку – фокус (у эллипсоида) или центр (у шара). Возле центра шара можно разместить полупрозрачное параболическое зеркало (формируемое в толще прозрачной активной среды примерно так же, как лазер проявляет и скрывает зеркальный фотоматериал, формируя дорожки на компакт-диске CD RW) для вывода получившегося излучения через узкий туннель (рис. 7.б). Такая схема лазерного резонатора позволит использовать пространство намного эффективней, получая гигантскую мощность излучения. В итоге такой лазерный излучатель, напоминающий «Звезду смерти», может получить ряд применений. Однако эффективность такого «резонатора Эренфеста» по ряду причин будет мала, в основном за счёт малого размера источника света. Поэтому более эффективен сферический излучатель, у которого поверхность представляет собой не зеркало, а составлена из отдельных фасеток с линзами, фокусирующими свет на центральном элементе – титан-сапфировом стержне или диске, на параллельных гранях-основаниях которого нанесено зеркальное покрытие (рис. 7.в).

Возможны также резонаторы в виде трёхосного эллипсоида или в виде комбинации эллипсоидов и гиперболоидов вращения. Интересно, что структуру расположения фокусов таких эллипсоидов и гиперболоидов подробно исследовал и описал в своей книге Д. Гильберт [12], некоторое время работавший вместе с Г. Минковским наставником В. Ритца в Университете Гёттингена, где учился Ритц. Гильберт, кстати, во многом и разработал теорию искажения пространства-времени в полях тяготения, хотя в рамках другой теории (теории относительности), чем Ритц. В произведениях научных фантастов именно такое искажение позволяет путешествовать во времени, например, в поле тяготения чёрной дыры, захватывающей на орбиту кольцевой аккреционный поток газа с другой звезды и поглощающей всё, включая световые лучи. Так что чёрная дыра в рамках теории относительности это и есть своего рода «Звезда смерти».

А с точки зрения баллистической теории, объекты, которые считают чёрными дырами, например, Лебедь X-1, в действительности представляют собой обыкновенные звёзды, преобразующие оптическое излучение в рентгеновский диапазон. При этом, казалось бы, звезда должна длительно обладать ускорением близким к критическому $-a_0 = -c^2/r$. А для этого требуется массивное скопление звёзд, как в случае «сверхмассивной чёрной дыры» в центре нашей и других галактик. Тогда у звёздных систем, удерживаемых и ускоренно движущихся в полях тяготения этих гигантских «спрутов», длительно наблюдается компрессия времени – все орбитальные периоды сжаты в тысячи, а иногда в миллионы раз. Но в случае рентгеновских источников, таких как барстеры, рентгеновские звёзды и «чёрные дыры», можно наблюдать колебания, в том числе лучевой скорости, частоты вспышек, составляющие несколько часов, что говорит об отсутствии компрессии периода. Поэтому у ряда двойных рентгеновских звёзд, «чёрных дыр», типа объекта Лебедь X-1, звезда не обязательно должна двигаться с критическим ускорением. С таким ускорением могут двигаться просто излучающие атомы, ионы, например, в поле тяготения звезды, в магнитном поле [13, 14].

Действительно, в отдельных точках потоков газа и плазмы в виде газового кольца или аккреционного диска, которые встречаются и вокруг обычных звёзд главной последовательности, ускорение как раз может достигать критической величины. Так же и потоки плазмы в магнитном поле звёзд в ряде точек на поверхности звезды спорадически достигают ускорения равного критическому, так что оптическое излучение, в том числе, в виде эмиссионных линий, преобразуется в рентгеновские и гамма-лучи. Кроме того, возможен режим преобразования циклотронного излучения электронов, вращающихся в магнитном поле B звезды с частотой ω , которые генерируют волны в виде гармонических колебаний поля $E(t)$ (рис. 6). Но за счёт разной скорости движения разных участков волн, профиль волны по мере движения искажается, и возникают гармоники радиоизлучения, т.е. излучение на кратных много больших частотах $N\omega$. А при больших искажениях, в точках, где касательная к профилю волны $E(t)$ вертикальна, возникает особенно интенсивное всеволновое излучение. Импульсы такого излучения повторяются с периодом $P = 2\pi/\omega$ обращения электронов в магнитном поле.

Так могут возникать серии периодичных вспышек оптического, рентгеновского и гамма-излучения – от сгустков электронов, заряженной плазмы и протуберанцев, закрученных в магнитном поле звезды и следующие с периодом вращения сгустков. Если сгустки электронов или ионов движутся по винтовым линиям, которые навиваются на силовые линии магнитного поля B (рис. 6), тогда плазменные выбросы, протуберанцы движутся вдоль линий – «вморожены» в магнитное поле. При этом периодичные импульсы рентгеновского излучения могут быть либо результатом генерации гармоник, либо результатом регулярного прохождения сгустком (излучающих ионов) точек винтовой траектории, в которых ускорение равно критическому. Поскольку на каждом витке таких точек две (1 и 2 на рис. 6), то многие импульсы должны быть двойными, что реально наблюдается [8, 10], например, у барстера МХВ 1636-53. Таким образом, и в случае, когда ускорение самой звезды отличается от критического, звезда может служить источником заметного рентгеновского излучения. При этом серия вспышек начинается либо в момент вылета сгустка заряженных частиц, либо в момент, когда ускорение начинает достигать критического $a_r \approx -a_0 = -c^2/r$. Но едва ускорение превышает критическое $a_r > -a_0$, вспышки исчезают. Так что серия вспышек длится мало времени, поскольку магнитное поле быстро убывает с удалением от звезды, и падает ускорение, а потому звезда даёт лишь несколько десятков вспышек.

Этим, в частности, можно объяснить серии квазипериодичных вспышек тех барстеров, у которых серии вспышек не удаётся описать математически строгой закономерностью, хотя в других случаях такие барстеры можно объяснить движением двойных звёзд, меняющих период по эффекту Ритца. Именно такие серии генерирует быстрый барстер, у которого, в отличие от других барстеров, импульсы следуют с интервалом в минуты, а не в часы (рис. 6). При этом замыкающий импульс обычно самый длинный и мощный. Это связано, во-первых, с расплыванием импульса за счёт разбегания электронов по траектории при отталкивании. А во-вторых, когда ускорение достигает критического лишь в самой дальней точке орбиты, интервал времени, в котором $a_r = -a_0$ с точностью до Δa , захватывает значительную часть траектории, и вспышка получается яркой и долгой (рис. 6). А при дальнейшем спаде ускорения частиц в ходе отдаления сгустков от звезды и ослабления магнитного поля,

ускорение после вспышки оказывается уже меньше критического, и вспышки прекращаются. Именно такие вспышки и наблюдаются у быстрого барстера. Прекращаются вспышки и тогда, когда ускорение, подобно Икару, слишком приближается к критическому [8, 15].

Но возможно и другое объяснение серий вспышек с разными периодами. Звезда может двигаться по орбите с периодом P , а вспышки наблюдаются с периодом $P'=P(1+ra_r/c^2)$. При этом, если перед звездой проходят облака межзвёздного газа на разных расстояниях r от звезды, тогда и степень сжатия периода будет разной. Так и возникают серии квазипериодичных рентгеновских вспышек, разделённые интервалами, в которые свет звезды проходит в окна между облаками или через облака, для которых критическое условие $a_r \approx -c^2/r$ не выполняется. Так что полоса облаков должна идти на примерно одинаковом расстоянии от звезды, которое меняется опять же на величину порядка одной тысячной от критической дистанции $r = -c^2/a_r$. Интересно отметить, что наблюдаемые у Солнца серии квазипериодичных рентгеновских и радио-вспышек, тоже могут быть следствием эффекта Ритца, когда сгустки электронов или ионов регулярно проходят точки траектории, в которых $a_r \approx -a_0$. Конечно, это критическое ускорение a_0 существенно выше, чем у далёких звёзд $a_0 = c^2/r \approx 6 \cdot 10^5$ м/с², но тем не менее вполне достижимо в электрических и магнитных полях Солнца. Для этого требуются электрические поля $E \sim 10^8$ В/м, или магнитные поля $B \sim 10^9$ Тл = 10^{-5} Гс. Причём, такие сгустки и вспышки можно обнаружить визуально с помощью телескопов и проверить правильность теории, путём измерения поля B по эффекту Зеемана, который показывает, что на Солнце есть и намного большие магнитные поля.

Что же касается барстеров, у которых вспышки следуют с периодом в часы, у них вспышки, вероятнее всего, обусловлены периодичным движением звезды под влиянием звезды-спутника, создающей рентгеновские вспышки при достижении орбитальным лучевым ускорением критической величины. При этом постоянный рентгеновский фон звезды может создаваться по механизмам, которые рассмотрены выше. Так что ни к чему привлекать мифические чёрные дыры, поглощающие всю материю и космические корабли, наподобие мифической Сциллы и Харибды [16]. Хотя не исключено, что именно ионизирующее излучение (в том числе корпускулярное), возникшее в ходе этих вспышек и приводило в древности к эволюции видов, мутациям и появлению подобных чудовищ, вымерших в ходе естественного отбора и эволюции земной биосферы, породившей все известные виды земных существ [17].

Таким образом, геометрия формирования туманностей и эффект Ритца подсказывают и ряд технических приложений и решений, в том числе для создания лазерной и мазерной техники, например, для военных целей. Кстати, как раз Эренфест, видимо, одним из первых предложил военную модель баллистической теории – модель взрывающейся бомбы или гранаты, которая выбрасывает осколки или сегменты во все стороны с фиксированной скоростью относительно бомбы, хотя Эренфест выступал и как защитник теории относительности. При этом он отмечал, что «смерть лишила Ритца возможности развить свои идеи... Он начал создавать теорию, избегая сокращений и иных изменений в движущихся приборах, и мы не знаем как бы ему удалось преодолеть те затруднения, на которые мы наталкиваемся» [2]. Если учесть, что Ритц всегда умел найти третий неочевидный путь, он бы, наверняка, нашёл решение. Примерно так же было, когда Эренфест выступал в поддержку Эйнштейна (сокурсника Ритца [18]) в споре против квантовой механики и принципа неопределённости, когда в итоге ни тот ни другой не смогли найти доказательств справедливости классического детерминизма [3, 4], который наверняка бы смог защитить Ритца. Так что Эренфест, так же как Ритц, был такой же неоднозначной личностью как Никола Тесла, который во многом и положил начало новой электродинамике и проектам мощных станций электромагнитного излучения типа «Звезды смерти» в виде СВЧ-излучающих башен в авроральной области [19].

Итак, хотя, с точки зрения баллистической теории, новые и сверхновые звёзды SN II не взрываются, движение света подчиняется именно взрывному баллистическому принципу, что и приводит к яркой вспышке таких звёзд. Пример такой вспышки, охватывающей значительную часть небосвода или гигантской сферы из космического металла, который переизлучает энергию вспышки и преобразует небосвод с Землёй от прихода к наблюдателю в центре лучей света, и рассмотрел Эренфест в своём примере. Таким образом, трансформация излучения происходит, как в мультфильме «Титан после гибели Земли», где энергия космической вспышки, поглощённой и переизлучённой спрятанной в туманности сферой (своего рода «Звездой жизни»), преобразила окружающий мир. Из-за этого и от

неоднозначности на графиках вспыхивающие звёзды в туманностях формируют на ветвях прямые и обратные изображения, словно «яблоки жизни и смерти» (эволюции и дизэволюции, рис. 3), до неузнаваемости меняя свою внешность, как в сказке Р. Киплинга о появлении на Земле неоднозначных броненосцев в ходе превращений звёзд и животных [17-21].

С.А. Семиков

Источники:

1. Семиков С.А. Космические узоры и картины // Инженер. 2012. №8-9.
2. Эренфест П. Относительность. Кванты. Статистика. М.: Наука, 1972.
3. Кузнецов Б.Г. Эйнштейн. М.: Наука, 1979.
4. Френкель В.Я. Пауль Эренфест. М.: Атомиздат, 1977.
5. Семиков С.А. Космические метаморфозы времени // Инженер. 2016. №8-9.
6. Паули В. Теория относительности. М.: Наука, 1980.
7. Семиков С.А. Кольца и туманности в космосе и на Земле ([www: ritz-btr.ru/koltso.pdf](http://www.ritz-btr.ru/koltso.pdf)).
8. Семиков С.А. Пульсары, барстеры и другие космические стрелки // Инженер. 2014. №3-4.
9. Струве О., Линдс Б., Пилланс Э. Элементарная астрономия. М.: Наука, 1967.
10. Семиков С.А. Методы экспериментальной проверки баллистической теории Ритца. Н. Новгород: Кириллица, 2017.
11. Чернобров В. Встретимся вчера // Техника-молодёжи. 2002. №2.
12. Гильберт Д., Кон-Фоссен С. Наглядная геометрия. М.-Л.: Техтеоргиз, 1951.
13. Семиков С.А. Ключ к загадкам космоса // Инженер. 2006. №3.
14. Семиков С.А. Космические мифы и привидения // Техника-молодёжи. 2012. №6.
15. Физика космоса. М.: Наука, 1986.
16. Гэтланд К. Космическая техника. М.: Мир, 1986.
17. Семиков С.А. Эволюция природы, техники и культуры. Н. Новгород: Кириллица, 2017.
18. Зелиг К. Альберт Эйнштейн. М.: Атомиздат, 1966.
19. Бегич Н., Мэннинг Дж. Никола Тесла и его дьявольское оружие. М.: Яуза, 2008.
20. Шкловский И.С. Звёзды, их рождение, жизнь и смерть. М.: Наука, 1975.
21. Семиков С.А. Баллистическая теория Ритца и картина мироздания. Н. Новгород: Пресс-Контур, 2009.