

Вестник Челябинского государственного университета. 2015. № 22 (377).
Физика. Вып. 21. С. 163–170.

УДК 537.8

ГРАВИТАЦИОННОЕ РАСЩЕПЛЕНИЕ СПЕКТРАЛЬНЫХ ЛИНИЙ

А. В. Клименко

ООО «Первый Бит», Челябинск, Россия

Показано, что наблюдаемое расщепление эмиссионных линий объекта SS 433, возможно, связано с существованием антифотонов и является важным аргументом в защиту правильности идеи о том, что гравитация различает частицы и античастицы.

Ключевые слова: частицы, античастицы, тяготение, антитяготение, гравитационное расщепление линий, двузнаковая гравитация.

1. Введение

В спектрах источника SS 433 наблюдаются яркие эмиссионные линии водорода, гелия и некоторых других элементов, имеющих следующие особенности. Около каждой основной линии λ_i существуют две дополнительные: λ_{iB} — смещённая в синюю и λ_{iR} — смещённая в красную сторону относительно λ_i (B — blue, R — red). При этом смещения $z_B = (\lambda_{iB} - \lambda_{i0})/\lambda_{i0}$ и $z_R = (\lambda_{iR} - \lambda_{i0})/\lambda_{i0}$ одинаковы для различных спектральных линий λ_i . Спектральные линии λ_{iB} и λ_{iR} являются узкими и чётко наблюдаемыми [1–4].

Наблюдаются периодические изменения во времени в противофазе величин z_B и z_R . Амплитуды колебаний z_B и z_R значительно больше амплитуды колебаний красного смещения $z = (\lambda_i - \lambda_{i0})/\lambda_{i0}$ основных линий λ_i . В источнике SS 433 эти амплитуды: $z_B \approx 0,95$; $z \approx 0,002$. Смещения z_B и z_R взаимосвязаны. Выполняется соотношение $z_B + z_R \approx \text{const}$.

2. Существующее объяснение расщепления

Считается, что расщепление эмиссионных линий на три (в источнике SS 433) связано с доплеровским сдвигом длин волн [1–4]. Предполагается, что в излучающем объекте имеются три области с подходящими условиями для излучения наблюдаемых эмиссионных линий и эти области движутся по отношению к наблюдателю с различной скоростью. Вследствие этого наблюдается не одна эмиссионная линия, а три: λ_i , λ_{iB} , λ_{iR} . Разброс лучевых скоростей, излучающих атомов в рассматриваемых областях, является малым, что объясняет узость спектральных линий. Движение областей, из которых происходит излучение линий

λ_i , λ_{iB} , λ_{iR} является согласованным. Наблюдения показывают, что $z_B + z_R \approx \text{const}$.

Впервые идея трёх источников, ответственных за излучение линий λ_i , λ_{iB} и λ_{iR} , была предложена английскими астрофизиками А. Фабианом и М. Рисом [3]. Они предположили, что в SS 433 имеется некоторый объект (по-видимому, аккреционный диск), из которого в противоположных направлениях истекают две узкие струи газа, имеющего температуру $(1 \div 2)10^4$ К. Одна из струй даёт излучение λ_{iB} , а другая — λ_{iR} .

Предполагаемая геометрия релятивистских струй в SS 433, согласно [3], приведена на рис. 1. Чтобы объяснить закономерности смещений линий λ_{iB} и λ_{iR} относительно λ_i и их узость, приходится предполагать, что струи узкие $\gamma \lesssim 1 \div 2^\circ$, скорость газовых потоков в них около 78 000 км/с, и кроме того, они прецессируют. Период прецессии $\approx 162,5$ суток.

Излучение эмиссионных линий происходит из областей, размер которых много меньше расстояния, на которое струи уходят за время равное периоду прецессии. С учётом этого считается, что излучающие участки струй являются короткими прямолинейными отрезками.

Из-за прецессии струй их ориентация относительно наблюдателя изменяется. Периодически во времени изменяется угол, который излучающие участки струй составляют с лучом зрения. Вместе с этим углом периодически изменяются и их лучевые скорости. Считается, что модель струй правильно воспроизводит кривые красного смещения $z_R(t)$ и $z_B(t)$ источника SS 433, см. рис. 2.

Изучение основных линий λ_i показало, что они не стоят на месте, а совершают периодические смещения, но их амплитуды гораздо мень-

ше, чем амплитуды смещений линий λ_{iB} и λ_{iR} . Эти слабые смещения обусловлены движением излучающего источника со скоростью $v_1 = 70$ км/с, что приблизительно в тысячу раз меньше, чем скорости струй. Период слабых смещений линий λ_i в источнике SS 433 равен приблизительно 162,5 дням. Источник SS 433 представляет собой затменную двойную систему, состоящую из нормальной звезды спектрального класса B и релятивистского объекта, окруженного оптически ярким аккреционным диском, прецессирующим с периодом 162,5 дня. Из центральных частей аккреционного диска вырываются коллимированные релятивистские джеты, перпендикулярные к плоскости диска и отслеживающие прецессию диска. Считается, что источником спектральных линий λ_i является «обычная» звезда двойной системы, а струи, истекающие из окрестности релятивистского объекта (нейтронной звезды, но возможно, и чёрной дыры), являются источником линий λ_{iB} и λ_{iR} [1; 4].

Описанное выше объяснение расщепления спектральных линий является правильным, если выполняется ряд жёстких условий.

Во-первых, должен существовать механизм, стабильно поддерживающий существование двух «холодных» газовых струй, бьющих вдоль одной линии в противоположных направлениях со скоростями, соизмеримыми со скоростью света. Для SS 433 скорость струй приблизительно 0,27.

Во-вторых, изменение скорости газопотока в областях, из которых в основном и идёт излучение линий λ_{iB} и λ_{iR} , должно быть относительно малым, чтобы не происходило «размазывание» этих линий. Струи должны быть не только «холодными» ($T \leq 2 \cdot 10^4$ К), но и узкими $\gamma \leq 1 \div 2^\circ$.

Существование джетов, наличие в них огромных скоростей движения высокотемпературной плазмы, наличие периодов в 13,5 дней для линий λ_i и 162,5 — для λ_{iB} и λ_{iR} , безусловно, факты наблюдений. Что касается утверждений о наличии в джетах «холодных» потоков атомов, имеющих температуру $T \leq 2 \cdot 10^4$ К, скорость $v_1 \approx 0,27c$ и являющихся узкими ($\gamma \leq 1 \div 2^\circ$), то это скорее всего лишь фантастические гипотезы. В астрономии интерпретация наблюдений часто сильно зависит от предубеждений.

В следующем пункте опишем объяснение наблюдаемого расщепления спектральных линий, основанного на другом предубеждении. Возможно, оно является более реалистичным.

3. Альтернативное объяснение расщепления

В работах [5], [6] описан вариант теории гравитации, различающей частицы и античастицы. В этой теории, названной двузнаковой гравитацией, в отличие от эйнштейновской гравитации между частицами и античастицами существует антитяготение. В двузнаковой гравитации предполагается, что у любой частицы, в том числе и у фотона, существует отличная от неё античастица. Есть основание предполагать, что фотоны и антифотоны отличаются спиральностями.

Согласно двузнаковой гравитации, гравитационное поле действует на фотоны и антифотоны по-разному. Звёзды, состоящие из вещества, притягивают фотоны и отталкивают антифотоны, что может являться причиной расщепления эмиссионных линий. Расщепление оказывается значительным, если излучатель находится в сильном гравитационном поле. Рассмотрим эту идею подробнее.

Предположим, что идея об антифотонах является правильной. Считаем, что в области излучения фотонные и антифотонные эмиссионные линии атомов совпадают, а их спектральный состав описывается набором длин волн λ_i .

Чтобы объяснить с учётом идеи об антифотонах смещение и расщепление спектральных линий λ_i , рассмотрим следующую модель излучающей системы. Считаем, что излучение приходит из системы, состоящей из двух звёзд (см. рис. 3). Одна из них (A) является релятивистским объектом (нейтронной звездой или чёрной дырой) и её радиус составляет не более трёх-четырёх гравитационных радиусов $r_g(A)$, а вторая звезда (B) имеет размер в сотни тысяч раз больший, чем её гравитационный радиус $r_g(B)$.

Предполагаем, что поверхности, излучающие эмиссионные линии λ_i , λ_{iB} и λ_{iR} , находятся в окрестности этих звезд. Та из них, которая близка к звезде A , находится на расстояниях нескольких $r_g(A)$ от её центра и является источником линий λ_{iB} и λ_{iR} . Она является поверхностным слоем экваториальной по отношению к джетам кольцевой оболочки, охватывающей звезду A (см. рис. 3). Другая, охватывающая звезду B , находится от её центра на расстояниях во много раз больших её гравитационного радиуса $r_g(B)$ и является источником линий λ_i . Считаем, что расстояния этих поверхностей до центров звёзд могут меняться переодически во времени, что определяется сложным комплексом магнито-газодинамических явлений в двойной звёздной системе (см., например, [7])

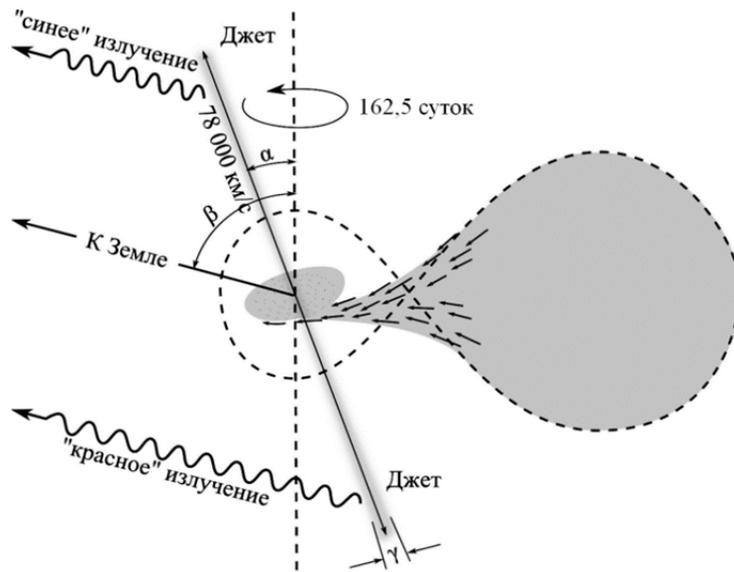


Рис. 1. Геометрия релятивистских струй в SS 433 [3]. Углы $\alpha \approx 20^\circ$, $\beta \approx 80^\circ$, $\gamma \approx 2^\circ$

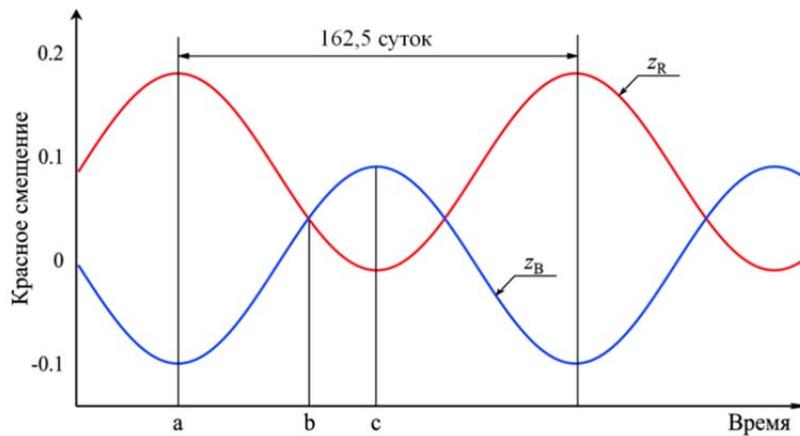


Рис. 2. Периодические изменения красных смещений z_B и z_R для источника SS 433 [1; 4].
 Характерные моменты a, b, c . $(z_R)_a = 0,18$; $(z_B)_a = -0,1$; $(z_R)_b = (z_B)_b = 0,04$; $(z_R)_c = -0,01$; $(z_B)_c = 0,09$.
 Во все моменты $z_B + z_R \approx 0,08$. Амплитуды колебаний z_B и z_R одинаковы и приблизительно равны $0,095$.
 Колебания z_B и z_R происходят вокруг средних значений $\bar{z}_R = 0,085$ и $\bar{z}_B = -0,005$, соответственно.
 Кривая z_R , в среднем, лежит выше, чем z_B на величину $0,09$

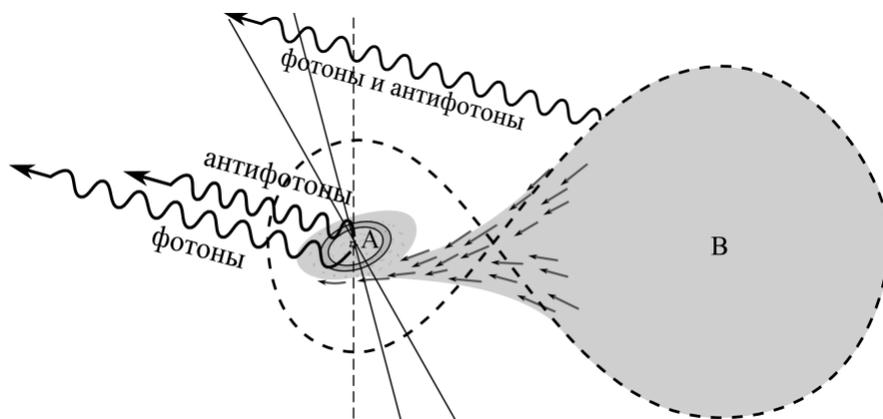


Рис. 3. Предполагаемая конфигурация излучающей системы

Предполагаем, что выполняются температурные и другие условия для протекания процессов, порождающих излучение, содержащее наблюдаемые эмиссионные линии, а также обеспечивающие его выход в окружающее пространство. Полагаем, что объяснение возможности существования таких условий вблизи звезды A должно учитывать наличие мощного потока «холодного» излучения со звезды B на звезду A . Кроме того, должно учитываться влияние сильных магнитных полей, обеспечивающих поддержание огромных температурных градиентов между устьевыми областями истекающих джетов и экваториальной, по отношению к ним, кольцевой оболочкой, охватывающей звезду A . Гипотетически предполагаем, что для источника SS 433 в окрестности звезды A на расстояниях нескольких $r_g(A)$ от её центра существуют условия, при которых порождается излучение, содержащее эмиссионные линии водорода, гелия и некоторых других элементов.

В предлагаемом объяснении считается, что смещение линий λ_i , а также их расщепление на две серии λ_{iB} и λ_{iR} обусловлено двумя причинами: доплеровским эффектом, связанным с движением источника и приёмника, и влиянием гравитационного поля звёзд A и B на фотоны и антифотоны.

Доплеровские сдвиги длин волн для фотонов и антифотонов, излучаемых одним и тем же источником, равны по величине. В случае двойных звёздных систем, характерные относительные скорости движения звёзд в них ~ 100 км/с. Связанные с этими движениями доплеровские сдвиги длин волн $\Delta\lambda_i/\lambda_i \sim v/c \leq 10^{-3}$ являются малыми и далее не учитываются. Не учитываются по этой же причине и доплеровские сдвиги спектральных линий, обусловленные движением Солнца в Галактике и движением Земли вокруг Солнца. При необходимости эти доплеровские сдвиги можно легко учесть.

Если источники, излучающие эмиссионные линии, находятся достаточно далеко, например, квазары, то может иметь место значительное смещение спектральных линий, обусловленное расширением Вселенной. Эту возможность учитываем, предполагая, что хаббловское красное смещение для рассматриваемого источника равно z_H , а длины волн фотонов и антифотонов за время их перехода от источника до приёмника возрастают в $(1 + z_H)$ раз (см., например, [8]).

Рассматриваемый источник излучения состоит из двух сильно отличающихся звёзд. Влияние их гравитационных полей на излучаемые фотоны и антифотоны проявляется в разной мере.

Основная серия эмиссионных линий λ_i связана с излучением источника охватывающего звезду B . Этот источник находится на расстояниях $R \gg r_g(B)$ от центра звезды B . Вследствие этого влияние гравитационного поля этой звезды на фотоны и антифотоны является пренебрежимо малым и поэтому не учитывается. Пренебрегаем доплеровским сдвигом линий λ_i , связанным с движением звезды B в двойной системе, а также с движениями Солнца в Галактике и Земли вокруг Солнца. Соответствующие сдвиги $\Delta\lambda_i \leq 10^{-3}\lambda_i$. Учитывая вышесказанное, формулу, определяющую взаимосвязь значений длин волн λ_i основной серии в месте приёма и их значений λ_{i0} в месте излучения записываем в виде

$$\lambda_i = \lambda_{i0}(1 + z_H). \quad (1)$$

В (1) учтена возможность значительного хаббловского смещения линий.

Считаем, что сопутствующие основной серии линий λ_i серии линий λ_{iB} и λ_{iR} излучаются поверхностью, охватывающей релятивистский объект A . Линии λ_{iR} являются фотонными, а линии λ_{iB} — антифотонными. Предполагаем, что эта поверхность находится от центра объекта A на расстояниях R всего в несколько гравитационных радиусов $r_g(A)$ и влияние гравитационного поля релятивистского объекта A на фотоны и антифотоны является сильным.

Чтобы обеспечить наблюдаемую интенсивность эмиссионных линий, необходимо чтобы излучающая линии λ_{iB} и λ_{iR} поверхность была достаточно большой. Полагаем, что ею является заметная часть атмосферы газовой оболочки, охватывающей релятивистский объект A . Считаем, что она является сферической и её расстояние R от центра объекта A меняется со временем.

Предполагаем, что расстояние R однозначно связано с ориентацией джетов относительно линии соединяющей центры объектов A и B . Полагаем, что состояние атмосферы, охватывающей объект A , в значительной степени зависит именно от этого. Предполагаем, что излучающая линии λ_{iB} и λ_{iR} поверхность находится от центра объекта A на расстоянии R всего в несколько гравитационных радиусов $r_g(A) = 2GM_A/c^2$.

Излучающая поверхность, охватывающая релятивистский объект A , совершает радиальные колебания относительно центра. Её движение происходит в эффективном гравитационном поле, потенциал которого описывается функцией $\Phi_{eff}(R)$. Гравитационное поле $\Phi_{eff}(R)$, кроме гравитационного поля массы M_A объекта A , учитывает также ещё влияние и других полей, которые эф-

эффективно действуют как гравитационные, например, центробежных [9–11]. Возможно, важным фактором, определяющим вид Φ_{eff} является поляризация вакуума в сильном гравитационном поле объекта A .

Приближённое значение метрического коэффициента $g_{00}(R)$ на расстоянии R от центра объекта A , учитывающего наличие эффективного гравитационного поля $\Phi_{eff}(R)$, может быть записано в виде

$$g_{00}(R) = 1 + 2\Phi_{eff}(R)/c^2. \quad (2)$$

Здесь и далее учитываем, что в рассматриваемом случае поправки к частотам спектральных линий, обусловленные влиянием гравитационного поля, не превышают $10 \pm 20\%$ и поэтому используем нерелятивистское приближение (см., например, [9, § 88]). При записи формул, ограничиваемся линейным приближением по $\Phi_{eff}(R)/c^2$.

При расчёте влияния гравитации на спектральные линии учитываем, что у фотонов в гравитационном поле, на траектории их движения, сохраняется величина $v\sqrt{g_{00}}$ [9, § 88]. Согласно двузнаковой гравитации, вдоль траектории для антифотонов сохраняется величина $\bar{v}\sqrt{\bar{g}_{00}}$, где \bar{v} — их частота, а

$$\bar{g}_{00}(R) = 1 - 2\Phi_{eff}(R)/c^2. \quad (3)$$

Учитывая сохранение величин

$$v\sqrt{g_{00}} \quad \text{и} \quad \bar{v}\sqrt{\bar{g}_{00}}$$

малость величины $\Phi_{eff}(R)/c^2$, а также формулы (2) и (3) заключаем, что частоты фотонов и антифотонов, излученных атмосферой источника A на расстояниях много больших, чем $r_g(A)$ становятся равными

$$v_{iR} = v_{i0} \left(1 + \frac{\Phi_{eff}(R)}{c^2} \right), \quad v_{iB} = v_{i0} \left(1 - \frac{\Phi_{eff}(R)}{c^2} \right) \quad (4)$$

соответственно. Считаем, что на излучающей поверхности спектры частот фотонных и антифотонных линий v_{i0} совпадают.

Учитываем гравитационный сдвиг частот фотонов и антифотонов (4) при переходе их из области сильного гравитационного поля объекта A в точку приёма, где оно становится пренебрежимо малым, а также их хаббловское смещение на пути перехода от излучателя к приёмнику. В этом случае формулы, определяющие значения длин волн фотонных λ_{iR} и антифотонных λ_{iB} линий в точке приёма запишем в виде

$$\Delta\lambda_{iR} = \lambda_{i0}(1 - \Phi_{eff}(R)/c^2)(1 + z_H), \quad (5)$$

$$\Delta\lambda_{iB} = \lambda_{i0}(1 + \Phi_{eff}(R)/c^2)(1 + z_H). \quad (6)$$

Значение потенциала Φ_{eff} в точке приёма предполагается равным нулю.

Формулы (1), (5) и (6) преобразуем к виду

$$\Delta\lambda_i = \lambda_i - \lambda_{i0} = z_H \lambda_{i0}, \quad (7)$$

$$\Delta\lambda_{iR} = \lambda_{iR} - \lambda_{i0} = z_R \lambda_{i0}, \quad (8)$$

$$\Delta\lambda_{iB} = \lambda_{iB} - \lambda_{i0} = z_B \lambda_{i0}, \quad (9)$$

где

$$z_R = (1 + z_H)(1 - \Phi_{eff}(R)/c^2) - 1, \quad (10)$$

$$z_B = (1 + z_H)(1 + \Phi_{eff}(R)/c^2) - 1. \quad (11)$$

Схематичное изображение потенциала $\Phi_{eff}(R)$, для которого будет иметь место периодическое радиальное колебание слоя, излучающего линии λ_{iB} и λ_{iR} изображено на рис. 4. При таком виде функции $\Phi_{eff}(R)$ могут быть повторены все наблюдаемые особенности поведения графиков $z_R(t)$ и $z_B(t)$ (см. рис. 2).

При движении излучающего слоя в потенциальной яме $\Phi_{eff}(R)$, когда энергия частиц слоя $\Phi_{min} < E < \Phi_{max}$ (см. рис. 4), излучающий слой будет совершать периодические колебания. При этом, как видно из (5), (6) будут иметь место периодические колебания в противофазе линий λ_{iB} и λ_{iR} .

В случае, когда уровни энергий $\Phi_{min} < E < 0$, пересечения линий λ_{iB} и λ_{iR} не происходит и при всех допустимых R , $\lambda_{iB} > \lambda_{iR}$. Отсутствие пересечения графиков $z_R(t)$ и $z_B(t)$, в случае $\Phi_{min} < E < 0$ не соответствует наблюдаемому расщеплению линий в источнике SS 433.

Для того чтобы были не только периодические колебания графиков $z_R(t)$ и $z_B(t)$ в противофазе, но и их пересечение, необходимо считать, что энергия излучающих частиц $0 < E < \Phi_{max}$ (см. рис. 4). Считается, что в точке приёма $\Phi_{eff}(\infty) = 0$. В случае $0 < E < \Phi_{max}$ имеет место не только колебание в противофазе линий λ_{iB} и λ_{iR} , но и в точках R_2 и R_3 их пересечение. При этом в областях $R_1 < R < R_2$ и $R_3 < R < R_4$, график z_{iB} будет лежать выше графика z_{iR} , а в области $R_2 < R < R_3$, $z_{iR} > z_{iB}$.

В точках пересечения графиков λ_{iR} и λ_{iB} ($\Phi_{eff}(R) = 0$, $R = R_2$, $R = R_3$) $z_B = z_R = z_H$.

Подбором параметров графика Φ_{eff} и уровня энергии E можно обеспечить все наблюдаемые особенности поведения во времени величин для $z_R(t)$ и $z_B(t)$ источника SS 433 (см. рис. 4). Используя формулы (10) и (11), а также данные о значениях функций $z_R(t)$ и $z_B(t)$ в точках a , b , c (см. рис. 2), найдём значения параметров функции $\Phi_{eff}(R)$ и уровня энергии E_2 , при которых предлагаемое объяснение гравитационного расщепления эмиссионных линий источника SS 433 выглядит разумным.

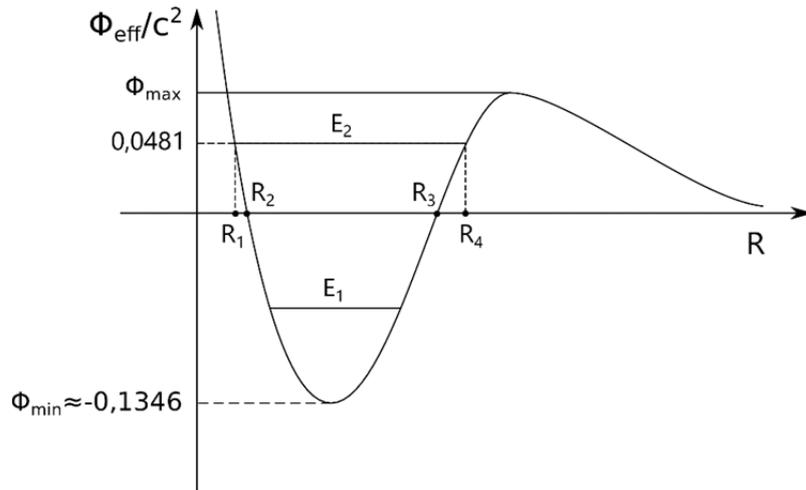


Рис. 4. Качественный вид графика функции $\Phi_{\text{eff}}(R)$, при котором подбором его параметров можно добиться согласия предсказываемого двузнаковой гравитацией расщепления эмиссионных спектральных линий в гравитационном поле (см. (10), (11)) и наблюдаемого для источника SS 433 (см. рис. 2)

Пересечение графиков для источника SS 433 имеет место при значении, равно приблизительно 0,04. Это, как видно из формул (10) и (11), имеет место, если считать, что источник SS 433 имеет красное смещение $z_B = 0,04$. При этом, как следует из (10) и (11), справедливо равенство

$$z_R(t) + z_B(t) = 2z_H \approx 0,08.$$

Максимальное значение z_R и соответственно минимальное значение z_B ($(z_R)_a = 0,18$, $(z_B)_a = -0,1$; см. рис. 2) достигается, если считать, что $\Phi_{\text{min}} \approx -0,1346 c^2$.

Максимальное значение z_B и соответственно минимальное значение z_R ($(z_B)_c = 0,09$, $(z_R)_c = -0,01$; см. рис. 2) достигается при уровне энергии $E = E_2 = 0,0481 c^2$.

Что касается объяснения периода колебаний линий $z_R(t)$ и $z_B(t)$, то он связан с формой кривой $\Phi_{\text{eff}}(R)$ в области $R_1 < R < R_4$, которая может быть подобрана такой, чтобы было полное соответствие расчётных $z_R(t)$ и $z_B(t)$ и наблюдаемых [10. § 12].

Считается, что период изменения положения поверхности, охватывающей объект A и излучающей эмиссионные линии, совпадает с периодом прецессии джетов. Для источника SS 433 этот период составляет приблизительно 162,5 суток. В предлагаемом объяснении прецессия джетов является лишь фактором, определяющим положение излучающей поверхности, охватывающей объект A . Что касается скорости потоков плазмы в джетах и степени их расходимости, то они в предлагаемом объяснении гравитационного расщепления спектральных линий не являются определяющими факторами. Наличие джетов, их прецессия, возможно также и нутация, взаимосвязаны с состоя-

нием атмосферы, охватывающей объект A и являющейся источником эмиссионных линий. Эти факторы учитываются при объяснении динамики расщеплённых спектральных линий.

4. Заключение

В работе обращается внимание на возможность объяснения некоторой части наблюдаемых расщеплений эмиссионных спектральных линий релятивистских объектов на основе представлений об антифотонах и гравитации, различающей частицы и античастицы.

На основе этих представлений предложено объяснение расщепления эмиссионных линий для источника SS 433 альтернативное существующему.

Согласно двузнаковой гравитации [5; 6], предполагающей, что у любой частицы, в том числе у фотона, существует античастица, каждая спектральная линия на выходе из гравитационного поля расщепляется на две. Расщепление тем больше, чем значительнее разность гравитационных потенциалов в точке излучения и приёма. Наблюдаемое расщепление спектральных линий на две, источника SS 433, возможно, подтверждает идею об антифотонах и является указанием на необходимость детального изучения эмиссионных спектров и других релятивистских объектов.

В случае существования антифотонов эффект расщепления эмиссионных спектральных линий должен чётко проявляться во всех случаях, когда излучающие атомы находятся достаточно близко к поверхности релятивистского объекта, а эффекты уширения наблюдаемых спектральных линий малы.

Можно предположить, что условия благоприятные для наблюдения гравитационного расщепления эмиссионных линий должны иметь место в случае, когда их источник находится в окрестности квазаров. Это связано с тем, что предположительно квазары являются чёрными дырами и могут иметь огромные массы ($\sim 10^9 M_\odot$). Градиенты гравитационных полей в окрестности таких чёрных дыр могут быть значительно меньшими, чем в окрестности релятивистских объектов, имеющих массы порядка массы Солнца [8]. Параметры космической среды в окрестности квазаров могут быть «обычными» и подходящими для излучения эмиссионных линий. В то же время их гравитационное поле может оказывать сильное влияние на распространение фотонов и антифотонов. Существенное влияние на положение спектральных линий будет оказывать динамика излучающей по-

верхности, охватывающей ядро квазара. Качественно это пояснено на примере источника SS 433.

Согласно предлагаемому объяснению, расщепления спектральных линий, фотоны и антифотоны линий λ_{iB} и λ_{iR} отличаются друг от друга. Есть основание предполагать, что они отличаются спиральностями. У одних из них направление спина и направление их распространения совпадают, а у других противоположны. Если в реальности это так, то линии λ_{iB} и λ_{iR} должны иметь круговые поляризации разных знаков. Именно это, по нашему мнению, и следует, прежде всего, проверить экспериментально. Если наблюдения подтвердят это предположение, то будут веским аргументом в пользу правильности гипотезы о существовании антифотонов и необходимости существенного уточнения ОТО.

Список литературы

1. Черепашук, А. М. Тесные двойные звёзды : монография : в 2 ч. / А. М. Черепашук. – М. : Физматлит, 2013. – Ч. 1. – 560 с.
2. Черепашук, А. М. Тесные двойные звёзды : монография : в 2 ч. / А. М. Черепашук. – М. : Физматлит, 2013. – Ч. 2. – 571 с.
3. Fabian, A. C. SS433 – a double jet in action? / A. C. Fabian, M. J. Rees // Mon. Not. R. Astr. Soc. – 1979. – Vol. 187. – С. 13–16.
4. Фабрика, С. Н. Струи и сверхкритический аккреционный диск объекта SS433 [Электронный ресурс] / С. Н. Фабрика // Astronet. – URL: <http://www.astronet.ru/db/msg/1223965/index.html>.
5. Клименко А. В. Частицы, античастицы и гравитация. Антигравитация / А. В. Клименко, В. А. Клименко // Вестн. Челяб. гос. ун-та. – 2013. – № 19 (310). Физика. Вып. 17. – С. 78–99.
6. Klimenko, A. V. Gravitationally-Neutral Universe [Электронный ресурс] / A. V. Klimenko, V. A. Klimenko // J. of Modern Physics. – 2014. – Vol. 5, №. 15. – P. 1524–1536. – URL: <http://dx.doi.org/10.4236/jmp.2014.515153>.
7. Бисикало, Д. В. Газодинамика тесных двойных звёзд / Д. В. Бисикало, А. Г. Жилкин, А. А. Боярчук. – М. : Физматгиз, 2013. – 632 с.
8. Зельдович, Я. Б. Строение и эволюция Вселенной / Я. Б. Зельдович, И. Д. Новиков. – М. : Наука, 1975. – 735 с.
9. Ландау, Л. Д. Теоретическая физика : в 10 т. / Л. Д. Ландау, Е. М. Лифшиц. – М. : Наука, 1988. – Т. 2. Теория поля. – 509 с.
10. Ландау, Л. Д. Теоретическая физика : в 10 т. / Л. Д. Ландау, Е. М. Лифшиц. – М. : Наука, 1988. – Т. 1. Механика. – 215 с.
11. Жилкин, А. Г. Динамика двумерных сферических миров / А. Г. Жилкин, В. А. Клименко, А. М. Фридман // Вестн. Челяб. гос. ун-та. – 2013. – № 19 (310). Физика. Вып. 17. – С. 12–28.

Поступила в редакцию 17 сентября 2015 г.

Сведения об авторах

Клименко Алексей Владимирович — кандидат физико-математических наук, ведущий специалист ООО «Первый Бит», Челябинск, Россия. alklimenko@gmail.com.

*Bulletin of Chelyabinsk State University. 2015. № 22 (377).
Physics. Issue 21. P. 163–170.*

THE GRAVITATIONAL SPLITTING OF SPECTRAL LINES

A. V. Klimenko

JSC Pervy Beat, Chelyabinsk, Russia. alklimenko@gmail.com

It is shown what the observed splitting of the emission lines of the object SS 433, possibly due to existence of antiphotons and it is an important argument in favor of the correctness of the idea that gravity distinguishes between particles and antiparticles.

Keywords: *particles, antiparticles, gravitation, antigravitation, gravitational line splitting, two-signed gravity.*

References

1. Cherepashchuk A.M. *Tesnye dvoynye zvezdy. Chast' I* [Close binary stars. Part I]. Moscow, Fizmatlit Publ., 2013. 560 p. (In Russ.).
2. Cherepashchuk A.M. *Tesnye dvoynye zvezdy. Chast' II* [Close binary stars. Part II]. Moscow, Fizmatlit Publ., 2013. 571 p. (In Russ.).
3. Fabian A.C., Rees M.J. SS433 – a double jet in action? *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, 1979, vol. 187, pp. 13–16.
4. Fabrika S.N. *Strui i sverkhkriticheskiy akkretionnyy disk ob'ekta SS433* [Streams and supercritical accretion disk of object of SS433]. Available at: <http://www.astronet.ru/db/msg/1223965/index.html>. (In Russ.).
5. Klimenko A.V., Klimenko V.A. Chastitsy, antichastitsy i gravitatsiya. Antityagotenie [Particles, antiparticles and gravitation. Anti-inclination]. *Vestnik Chelyabinskogo gosudarstvennogo universiteta* [Bulletin of Chelyabinsk State University], 2013, no. 19 (310), Physics, iss. 17, pp. 78–88. (In Russ.).
6. Klimenko A.V., Klimenko V.A. Gravitationally-Neutral Universe. *Journal of Modern Physics*, 2014, vol. 5, no. 15, pp. 1524–1536. Available at: <http://dx.doi.org/10.4236/jmp.2014.515153>.
7. Bisikalo D.V., Zhilkin A.G., Boyarchuk A.A. *Gazodinamika tesnykh dvoynykh zvezd* [Gas dynamics close binary stars]. Moscow, Fizmatgiz Publ., 2013. 632 p. (In Russ.).
8. Zel'dovich Ya.B., Novikov I.D. *Stroenie i evolyutsiya Vselennoy* [Structure and evolution of the Universe]. Moscow, Nauka Publ., 1975. 735 p. (In Russ.).
9. Landau L.D., Lifshits E.M. *Teoreticheskaya fizika. Tom 2. Teoriya polya* [Theoretical physics. Vol. 2. Theory of Field]. Moscow, Nauka Publ., 1988. 509 p. (In Russ.).
10. Landau L.D., Lifshits E.M. *Teoreticheskaya fizika. Tom 1. Mekhanika* [Theoretical physics. Vol. 1. Mechanics]. Moscow, Nauka Publ., 1986. 215 p. (In Russ.).
11. Zhilkin A.G., Klimenko V.A., Fridman A.M. Dinamika dvumernykh sfericheskikh mirov [Dynamics of the two-dimensional spherical worlds]. *Vestnik Chelyabinskogo gosudarstvennogo universiteta* [Bulletin of Chelyabinsk State University], 2013, no. 19 (310), Physics, iss. 17, pp. 12–27. (In Russ.)

Submitted 17 September 2015