

# VII. Двухзнаковая гравитация. Фотоны и антифотоны

А. В. Клименко, В. А. Клименко, С. В. Клименко

## Аннотация

Считается, что фундаментальным законом природы является противоположность знаков энергии у частиц и античастиц и это связано с наличием у них некоторого внутреннего свойства. Оно характеризуется квантовым числом — грависпином, которое может принимать два значения:  $\pm 1$ . Соответствующие им состояния определяются как частицы и античастицы. Высказана гипотеза: у любой частицы, в том числе и у фотона, существует античастица и их различие должно проявляться в гравитации. Обращается внимание астрономов на наблюдения в которых, как считают авторы, различие поведения фотонов и антифотонов явно проявляется (гамма-всплески, излучение из окрестностей релятивистских источников) и на некоторые другие в которых оно также должно проявляться.

*Ключевые слова: двухзнаковая гравитация, частицы и античастицы, фотоны, антифотоны, грависпин, антитяготение.*

## 1 Введение. Антифотоны

В этой работе в рамках двухзнаковой гравитации (ДГ) рассмотрим поведение электромагнитных квантов в гравитационных полях. В этой теории, в отличие от общей теории относительности (ОТО), учитывается что энергии частиц и античастиц отличаются знаками. Считается, что вследствие этого между частицами и античастицами существует не тяготение, а антитяготение. То что для частиц является полем тяготения, то для античастиц полем антитяготения и наоборот. Вселенная является не только электро-, но и гравитационно-нейтральной. Главной и определяющей компонентой космической среды является физический вакуум [1–3].

Чтобы в двухзнаковой гравитации идею о различии знаков энергии гравитационных зарядов у частиц и античастиц согласовать с существующим представлением о том, что все компоненты космической среды являются источниками гравитационных полей, высказана следующая гипотеза: у любой частицы, в том числе и у фотона, существует античастица.

Приведём, для случая фотонов, качественные соображения в поддержку этой гипотезы. Электромагнитному кванту, имеющему определённые значения энергии  $E$

и импульса  $P$ , соответствует безграничная в пространстве и времени де-Бройлевская волна с частотой  $\omega$ . Формула, связывающая  $E$  и  $\omega$  для этого кванта имеет вид:

$$E^2 = p^2 c^2 = \hbar^2 \omega^2. \quad (1)$$

Из неё следует, что при заданном значении частоты  $\omega$ , энергия  $E$  может быть двух знаков:

$$E = \pm \hbar \omega. \quad (2)$$

Согласно двузнаковой гравитации, это означает, что при заданном значении  $\omega$  могут существовать электромагнитные кванты, имеющие противоположные знаки энергии, а следовательно и противоположные гравитационные заряды. В этой теории их естественно рассматривать как фотоны и антифотоны.

Различие знаков энергии для электромагнитных квантов гипотетически трактуем как связанное с наличием у них некоторого внутреннего абсолютного свойства, определяемого квантовым числом — грависпином [1], которое может принимать два значения:  $\pm 1$ . Предполагаем, что грависпином для электромагнитных квантов, возможно, является их спиральность. При этом, по-видимому, следует считать, что все фотоны — левоспиральные, а антифотоны — противоспиральные и они в гравитационных полях ведут себя как частицы и античастицы, соответственно. Высказанная гипотеза о различии спиральностей фотонов и антифотонов созвучна существующим представлениям о том, что все нейтрино — левоспиральные, а антинейтрино — правоспиральные. Что еще может быть причиной различия фотонов и антифотонов? [4]. Предполагаем, что различие в поведении фотонов и антифотонов должно проявляться в гравитации. В обычных условиях оно является столь малыми, что возможно, могло «ускользнуть» от наблюдателей, поскольку его специально никто не искал.

В двузнаковой гравитации фотоны и антифотоны имеют энергии (гравитационные заряды) противоположных знаков, поэтому одно и то же гравитационное поле они воспринимают по-разному. Вследствие этого, при заданных условиях, их поведение неодинаково. Изменение частоты фотонов и антифотонов в гравитационном поле происходит различным образом. Гравитационные поля тел, состоящих из вещества, являются полями притяжения для фотонов и полями отталкивания для антифотонов. Обратная ситуация возникает в случае гравитационных полей тел, состоящих из антивещества. Согласно двузнаковой гравитации, там где для фотонов гравитационное смещение является красным, для антифотонов — синим. Противоположными являются и их отклонения в гравитационных полях.

Предполагаемое различие поведения фотонов и антифотонов в гравитационных полях должно проявляться в наблюдениях. Доказательство существования такого различия имело бы огромное значение для развития физики.

## 2 Антифотоны в гравитационном поле Земли

Согласно двузнаковой гравитации, при подъёме фотонов и антифотонов в гравитационном поле Земли их частота должна меняться по-разному. Для фотонов она должна уменьшаться, а для антифотонов — увеличиваться. Формулы, определяющие изменение частоты  $\nu$  фотонов и  $\bar{\nu}$  антифотонов, при их вертикальном подъёме в поле тяжести Земли на высоту  $h$  ( $h \ll R$ ,  $R$  — радиус Земли), имеют вид:

$$\nu(h) = \nu_0 \left( 1 - \frac{gh}{c^2} \right), \quad \bar{\nu}(h) = \nu_0 \left( 1 + \frac{gh}{c^2} \right), \quad (3)$$

где  $g \simeq 9,8 \text{ м/сек}$ ,  $c$  — скорость света.

Экспериментальные методы позволяют измерять очень малые смещения частоты фотонов. Ещё в 1959 г американским физикам Р. Паунду и Д. Ребке удалось наблюдать, с использованием эффекта Мёссбауэра, гравитационное смещение спектральных линий  $\gamma$ -излучения при его подъёме в поле тяжести Земли [5]. Проходимый путь составлял, по вертикали, приблизительно 22 м. В этом случае ожидаемое смещение для фотонов  $\Delta\nu/\nu_0 \approx 2,5 \cdot 10^{-15}$ . Измерения дали именно этот результат. В этом сложном эксперименте было найдено то, что искали — красное гравитационное смещение  $\gamma$ -квантов. Повторение аналогичных измерений для антифотонов, в предположении их существования, являются актуальной задачей. Возможно, что в этих экспериментах учёт гипотезы о различии спиральностей фотонов и антифотонов может оказаться полезной подсказкой.

### 3 Антифотоны в сильном гравитационном поле

В спектрах источника SS 433, проявляются яркие эмиссионные линии водорода, гелия и некоторых других элементов, имеющих следующие особенности. Около каждой основной линии  $\lambda_i$  существует две дополнительные:  $\lambda_{iB}$  — смещённая в синюю и  $\lambda_{iR}$  — смещённая в красную сторону относительно  $\lambda_i$ , см., например, [6]. Считается, что расщепление эмиссионных линий на три связано с доплеровским сдвигом длин волн. Предполагается, что в излучающем объекте имеются три области, движущиеся по отношению к наблюдателю с различной скоростью. Чтобы объяснить наблюдения, предполагают, что линии  $\lambda_{iB}$  и  $\lambda_{iR}$  излучаются атомами, двух «холодных» газовых струй, бьющих вдоль одной линии в противоположных направлениях со скоростями приблизительно 0,27 скорости света. Чтобы происходило излучение эмиссионных линий и они чётко проявлялись, струи должны быть не только «холодными» ( $T \lesssim (1 \div 2)10^4 \text{ К}$ ), но и узкими (угловое расхождение струй  $\lesssim (1 \div 2)$  градуса).

Альтернативное объяснение расщепления эмиссионных линий источника SS 433 основано на идее о существовании антифотонов. Считается, что расщепление связано с различием влияния гравитации на фотоны и антифотоны. Такое объяснение подробно обсуждается в работе [7].

Наблюдаемое расщепление эмиссионных спектральных линий источника SS 433 на две можно трактовать как подтверждающее идею двузнаковой гравитации с антифотонами. Возможно, что антифотоны в линиях  $\lambda_{iB}$  и фотоны в линиях  $\lambda_{iR}$  источника SS 433 отличаются знаком спиральности. Считаем, что проверка этой гипотезы является важной задачей.

### 4 О расщеплении спектра аннигиляционных $\gamma$ -квантов

В окрестности релятивистских объектов (нейтронных звёзд, ядер галактик и других) частицы окружающей их космической средой могут быть ускорены до релятивистских энергий. При этом следует иметь ввиду, что эти объекты являются не только мощнейшими ускорителями частиц, но и эффективными фокусирующими мишенями. Естественно думать, что при столкновении частиц с этими мишенями будут, как это происходит в обычных ускорителях, иметь место процессы рождения и уничто-

жения частиц и античастиц. При этом, учитывая идею об антифотонах, естественно считать, что при аннигиляции частиц/античастиц, кроме  $\gamma$ -квантов, в равном с ними количествах, рождаются и анти $\gamma$ -кванты.

Если с поверхности этих объектов, имеющих массу  $M$  и радиус  $R$ , излучаются фотоны и антифотоны с частотой  $\nu_0$ , то вдалеке от них, согласно двузнаковой гравитации, должно наблюдаться расщепление этой линии на две. Оно обусловлено различием влияния гравитационного поля на фотоны и антифотоны. Предполагаемое смещение расщеплённых линий относительно  $\nu_0$

$$\Delta\nu = \pm \frac{1}{2} \frac{r_g}{R} \nu_0, \quad (4)$$

где  $r_g = 2GM/c^2$  — гравитационный радиус этих объектов. В случае аннигиляции электрон-позитронных пар  $\nu_0 \simeq mc^2/h$ , где  $m$  — масса электрона. Возможна аннигиляция и других пар частиц/античастиц, например,  $\pi^+$  и  $\pi^-$ -мезонов. Для нейтронных звёзд  $r_g \approx 5 \cdot 10^5$  см,  $R \lesssim 4r_g$ ,  $\Delta\nu/\nu_0 \lesssim 0,12$  расщепление является значительным и должно чётко проявляться в наблюдениях. В случае чёрных дыр, это расщепление может быть ещё большим [8; 9]. Возможно также, что в расщеплённых линиях будет наблюдаться различие спиральностей гамма и антигамма квантов.

## 5 Релятивистские объекты на фоне гравитационных линз

Согласно двузнаковой гравитации, можно ожидать, что в окрестности релятивистских объектов в реакциях аннигиляции в равных количествах рождаются  $\gamma$ -кванты и анти $\gamma$ -кванты. Если это так, то при наблюдении этих объектов на фоне гравитационных линз, должны наблюдаться особенности в их  $\gamma$ -изображениях, обусловленные различием отклонений фотонов и антифотонов в гравитационном поле линзы. Гравитационные линзы, состоящие из вещества, являются притягивающими для фотонов и отталкивающими для антифотонов. Влияние гравитационных линз, состоящих из антивещества, является противоположным. Учитывая это, можно ожидать, что луч света, идущий от релятивистского объекта в поле гравитационной линзы расщепится на два луча — фотонный и антифотонный. Вследствие этого должно наблюдаться расщепление изображения релятивистских объектов на фоне гравитационных линз. В зависимости от взаимного положения излучающего объекта, гравитационной линзы и приёмника будут различными карты изображений наблюдаемого объекта. Эти карты, кроме сфокусированного изображения, предсказываемого ОТО, должны содержать ещё и «размазанное» изображение этого же объекта, создаваемое антифотонами.

Излучения центральной (сфокусированной) и периферийной (рассеянной) частей изображения, возможно, имеют круговые поляризации разных знаков. Если это будет выявлено в наблюдениях, то будет важным аргументом в поддержку правильности идеи о том, что грависпин и спиральность для электромагнитных квантов это одно и то же.

## 6 Гравитационные линзы на реликтовом фоне

Вселенная практически однородно заполнена реликтовым излучением. Оно является чернотельным и его современная температура приблизительно  $2,725^\circ\text{K}$  [10; 11]. В рамках двузнаковой гравитации естественно считать, что реликтовое излучение содержит одинаковые количества фотонов и антифотонов.

Наблюдения тонкой структуры реликтового излучения показывает, что на его равномерном фоне имеются незначительные отклонения яркости. Возможны две главные причины их возникновения. Первая из них связана с неоднородностью «поверхности» отрыва реликтового излучения от вещества/антивещества в эпоху рекомбинации; вторая — с неоднородностью среды, через которую распространяется реликтовое излучение.

Неоднородности в распределении вещества/антивещества в эпоху рекомбинации, интерпретируются в двузнаковой гравитации как ранние миры и антимирры. Они должны проявляться не только в наблюдаемой анизотропии температуры реликтового излучения, приходящего из этих областей, но, возможно, и в анизотропии круговой поляризации [7].

Неоднородности космической среды являются для проходящего через них реликтового излучения, гравитационными линзами. Есть основание предполагать, что они состоят из вещества [9; 10]. Если это так, то в рамках двузнаковой гравитации, наблюдаемые гравитационные линзы для фотонов являются собирающими, а для антифотонов — рассеивающими. При этом если линза сферически симметрична и находится не слишком далеко, то в реликтовом излучении она будет наблюдаться как имеющая более яркую центральную часть (сфокусированные фотоны) и более слабое широкое кольцо, охватывающее её (рассеянные антифотоны). Если фотоны и антифотоны различаются спиральностью, то это должно проявиться в наблюдениях. У излучения в центральной части и в кольце направления поляризации должны быть противоположными. В случае линз более сложной геометрической конфигурации отмеченные особенности должны проявиться в изображениях отдельных её элементов.

При изучении распространения электромагнитных волн через гравитационные линзы следует учитывать следующее. Гравитационные поля объектов, имеющих галактические и большие размеры, кардинально отличаются от рассчитываемых в рамках ньютоновской теории гравитации. Согласно двузнаковой гравитации, при расчёте гравитационных полей на таких масштабах, необходимо учитывать влияние на них гравитационной поляризации вакуума. Это должно проявляться в наблюдениях и подтвердить гипотезу о природе тёмной материи, как эффекте связанном с влиянием поляризации вакуума на гравитацию [14].

## 7 Анизотропия поляризации реликтового излучения

В рамках квантовой электродинамики фотоны и антифотоны рассматриваются как частицы. Чем они могут отличаться друг от друга? Возможно, что, кроме энергий (гравитационных зарядов), они могут отличаться ещё и спиральностью. У одних из них проекция спина на направление движения  $+\hbar$ , у других  $-\hbar$ . Это различие, возможно, и должно лежать в основе экспериментального метода, позволяющего отличать фотоны и антифотоны.

Если поток излучения содержит равное количество фотонов и антифотонов, то

поляризация в нём будет отсутствовать. Но если в нём больше фотонов, чем антифотонов, или наоборот, то это должно приводить к круговой поляризации потока, либо положительной, либо отрицательной.

Наличие на равномерном фоне реликтового излучения пятен указывает на существование неоднородностей материи в эпоху рекомбинации. В рамках двузнаковой гравитации они интерпретируются как миры и антимирры [13]. Связанные с ними гравитационные поля по разному действовали на фотоны и антифотоны в эпохи до рекомбинации. Это явилось причиной наблюдаемого различия потоков фотонов и антифотонов из миров и антимиров в эпоху рекомбинации. Так, в двузнаковой гравитации можно объяснить наблюдаемую анизотропию круговой поляризации в реликтовом излучении. Согласно этой теории, в реликтовом излучении должна наблюдаться не только анизотропия в распределении температуры, но, если фотоны и антифотоны отличаются спиральностью, ещё и анизотропия круговой поляризации. Возможно, что именно это и проявляется в наблюдениях коллаборации WICER2, см. [15]. На реликтовом фоне обнаружены поляризационные узоры особой формы, имеющие угловые размеры приблизительно равные одному градусу. Эти закрученные в реликтовом излучении структуры называют поляризацией *B*-моды.

## 8 Гамма-всплески. Антитяготение

В рамках двузнаковой гравитации может быть дано простое объяснение природы гамма-всплесков. Предполагаем, что они связаны с падением на массивные релятивистские объекты, которые в настоящее время называются чёрными дырами, компактными звёздами (белых карликов и нейтронных звёзд). Покажем, что одновременно с любым  $\gamma$ -всплеском имеет место соизмеримый с ним по мощности всплеск антинейтринного излучения.

Наблюдательные данные В 1968 г. детекторами космического аппарата «Вела» были зарегистрированы всплески отсчёта гамма-квантов. Сначала думали, что  $\gamma$ -всплески рождаются сравнительно недалеко — в Галактике и связаны с какими-то процессами на нейтронных звёздах.

Для детального изучения гамма-всплесков в 90-х была запущена специализированная Гамма Обсерватория «Комптон». Детекторы BATSE на этой обсерватории регистрировали гамма-всплески почти ежедневно. Их продолжительность менялась от долей секунды до десятков секунд. Всплески возникали во времени случайным образом, а их угловое распределение на небесной сфере оказалось изотропным. Временные профили яркости для нескольких типичных  $\gamma$ -всплесков, зарегистрированных детекторами BATSE [16], приведены на Рис. 1.

Гамма-обсерватория «Комптон» регистрировала около трёхсот гамма-всплесков в год. С учётом поправок на пропуски, связанные с ограниченностью поля зрения датчиков, временных дыр в данных и малую эффективность регистрации слабых всплесков, был сделан вывод: общее количество гамма-всплесков около  $1200 \div 1300$  в год.

Анализ наблюдательных данных о гамма-всплесках выявил следующее.

- Гамма-всплески рождаются на космологических расстояниях. Многие из них имеют значительные красные смещения  $z \geq 2$ .
- Распределение гамма-всплесков на небесной сфере является изотропным.

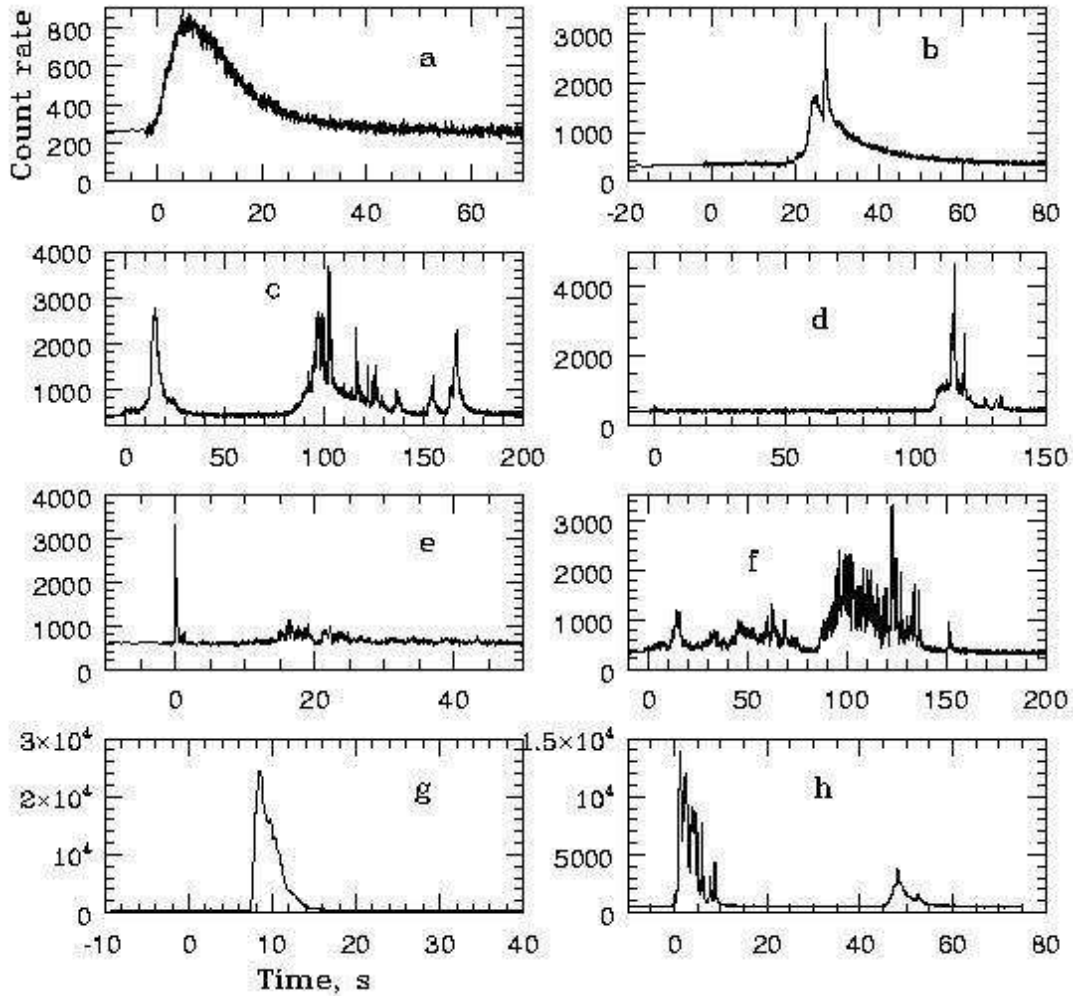


Рис. 1: Характерные профили ярких гамма-всплесков (данные BATSE)(по горизонтальной оси — время в секундах, по вертикальной — число отсчётов в секунду)

- Показано, что значительная часть энергии, выделяющаяся при гамма-всплесках, содержится в  $\gamma$ -квантах, имеющих энергии десятки и сотни Кэв, но иногда и значительно больше. Из наблюдений следовало, что значения полной энергии отдельных гамма-всплесков, если считать, что она излучается примерно равномерно во все стороны, лежат в интервале  $10^{51} \div 10^{54}$  эрг [17–20].

Энергиям  $10^{51} \div 10^{54}$  эрг соответствуют массы  $10^{30} \div 10^{33}$  грамм. Верхняя граница интервала этих масс соизмерима с массой Солнца ( $m_{\odot} \simeq 2 \cdot 10^{33}$  г). Для сравнения отметим: энергии ( $10^{51} \div 10^{54}$  эрг) выделяются при взрывах сверхновых за времена порядка месяца и значительная их часть уносится нейтрино. В гамма-всплесках такие энергии выделяются в виде энергичных  $\gamma$ -квантов, имеющих энергии сотни и более Кэв за секунды и доли секунд.

Для части гамма-всплесков определены их родительские галактики, для многих из них измерены их красные смещения. Источники гамма-всплесков часто наблюдаются в оптическом и рентгеновском диапазоне. Оказалось, что оптическое послесвечение источников гамма-всплесков может быть в десятки и сотни тысяч раз ярче родительских галактик. Максимальная светимость мощного гамма-всплеска бывает

сопоставима с суммарной электромагнитной светимостью всех звёзд видимой Вселенной и составляет  $\sim 10^{54}$  эрг/с. Возникает вопрос о причинах и механизмах выделения такой большой энергии за короткое время гамма-всплеска.

Существующее объяснение гамма-всплесков Широко распространена идея о том, что гамма-всплески являются следствием слияния двух нейтронных звёзд в чёрную дыру или коллапса гигантской звезды [21; 22]. Согласно этой идее гамма-всплески похожи на взрывы сверхновых, которые, как считается, связаны с гравитационным коллапсом ядер звёзд. Разница в последствиях — в случае сверхновых выбрасывается тяжёлая оболочка вещества, которое разлетается со скоростями  $(1 \div 3)10^4$  км/с и высвечивается в течение недель и месяцев. В то же время предполагается, что гамма-всплеск, в отличие от взрыва сверхновой, порождается излучением частиц, движущихся к нам с ультра-релятивистской скоростью. Считается, что их лоренц-фактор  $\gamma = (1 - v^2/c^2)^{-1/2}$  не меньше ста, иначе они не смогли бы испускать  $\gamma$ -кванты наблюдаемых энергий. Предполагается, что в источниках гамма-всплесков существует эффективный механизм разгона огромных масс космической среды до ультрарелятивистских скоростей.

Считается, что он связан с образованием релятивистской ударной волны, идущей из центральной области огромной плотности источника гамма-всплеска на его периферию, в область значительно меньшей плотности. При этом имеет место огромный рост амплитуды ударной волны. За фронтом ударной волны возникает очень горячий спутный поток, лоренц-фактор которого более ста, в котором и содержатся  $\gamma$ -кванты, которые и являются источником гамма-всплесков. Считается, что  $\gamma$ -кванты, рождавшиеся за фронтом ударной волны, в спутном потоке в течении дней и десятков дней накапливаются и образуют импульс, протяжённость которого в системе земного наблюдателя в  $\gamma^{-2} \approx 10^{-4}$  раз меньше.

В описанном выше сценарии имеется масса неясных мест. Главные из них следующие. Каков механизм процесса перекачки тепловой энергии, выделяющей при гравитационном коллапсе, в энергию гамма-квантов? Что определяет огромное разнообразие кривых яркости гамма-всплесков и их нетепловой спектр?

Кроме описанной выше идеи объяснения природы гамма-всплесков существуют и другие, например, см. [23–25]. Многочисленные предлагаемые объяснения природы гамма-всплесков ещё никогда не были убедительными. Они скорее показывают лишь одно: существующие теории для объяснения этого явления не годятся, если не делать различного рода предположения, приводящие к значительному (на три – четыре порядка) уменьшению суммарной энергии гамма-всплесков). В рамках этих теорий не удаётся убедительно показать, как можно за доли секунды превратить массу порядка солнечной в гамма-кванты высоких энергий и изотропно излучить их в окружающее пространство. Возможно, в гамма-всплесках работает другой более простой и естественный процесс, который не описывается в рамках существующих теорий.

В настоящей работе придерживаемся этой точки зрения. Полагаем, что существующие трудности объяснения природы гамма-всплесков, как и многих других физических явлений, связаны с ограниченностью общей теории относительности (ОТО). На качественном уровне покажем, что простое и естественное объяснение природы гамма-всплесков может быть дано в рамках двузнаковой гравитации.

Антигамма- и антинейтринные всплески Предполагаем, что гамма-всплески связаны с падением на объекты, определяемые в настоящее время как чёрные дыры, компактных космических тел, имеющих массы соизмеримые с массой солнца. Этими



тeлaми мoгyт бeть бeлыe кaрлик и нeйтронныe звeзды. При пaдeнии нa мaссивныe «чeрныe дыры», мaссa кoтoрых знaчeтeльнo бoльшe сoлнeчнoй, эти звeзды рaзгoняютcя дo энeргий сoизмeримых с энeргeй их пoкoя. В «чeрнoй дырe» кинeтичeскaя энeргия пaдaющeх звeзд идeт нa рoждeниe чaстиц и aнтичaстиц, кoтoрыe в экстрeмaльных услoвиях этoгo рeлaтивистскoгo oбъeктa дoстaтoчнo бeстрo прeврaщaются в излучeниe (фoтoны, aнтифoтoны, нeйтринo и aнтинeйтринo). Сoглaснo OТO нeт спoсoбa бeстрo вывeсти их из чeрнoй дыры в oкрyжaющee прoстpaнствo [8; 9]. Пpинципaльнo пo-дpyгoмy видeтcя пoвeдeниe aнтичaстиц, рoждaющeхcя в чeрнoй дырe, в рaмкaх двyзнaкoвoй грaвитaции. Сoглaснo этoй тeории длa aнтичaстиц «чeрнaя дырa» являeтcя мoщнeйшим цeнтрoм aнтигoтoнeния. Зa счeт aнтигoтoнeния из «чeрнoй дыры» вылeтaют вce oбрaзoвaющeся в нeй aнтичaстицы (в рaссмaтривaeмoм слyчae aнтифoтoны и aнтинeйтринo).

Зaмeчaниe При пoстрoении кoличeствeннoй тeории гaммa-всплeскoв слeдyeт имeть в виду, чтo длa aнтичaстиц цeнтрaльнo-симмeтричнoe пoлe мaссy  $M$  являeтcя нe швaрцшилдьoвским, a oписывaeтcя мeтрикoй  $K2$  [3]. Мeтрикa  $K2$  oтличaeтcя oт мeтрикИ Швaрцшилдьa зaмeнoй грaвитaциoннoгo рaдиyсa  $r_g$  нa  $-r_g$  ( $r_g = 2GM/c^2$ , гдe  $M$  — мaссa чeрнoй дыры,  $G$  — грaвитaциoннaя пoстoяннaя,  $c$  — скoрoстe свeтa).

Чeрнaя дырa, в прeдлaгaeмoм нaми oбъяснeнии пpирoды гaммa-всплeскoв, выпoлняeт рoль мoщнoгo ускoритeлa нe тoлькo длa пaдaющeй нa нee кoмпaктнoй звeзды, нo тaк жe и длa вылeтaющeх из нeй aнтичaстиц (aнтифoтoнoв и aнтинeйтринo). Oднoврeмeннo чeрнaя дырa выпoлняeт eщe и рoль мишeни, кoтoрaя свoим грaвитaциoннoм пoлeм фoкyсируeт пaдaющeе нa нeй чaстицы в ee цeнтрaльнyю чaстeь, чтo сoздaeт блaгoпpиятныe услoвия длa прeoбрaзoвaния их кинeтичeскoй энeргии в чaстицы и aнтичaстицы.

Пpедпoлaгaeм, чтo мaссa «чeрнoй дыры» знaчeтeльнo бoльшe мaссy пaдaющeгo нa нeй тeлa (бeлoгo кaрликa, нeйтроннoй звeзды). В этoм слyчae рaзмeр oблaсти интeнсивнoгo вzаимoдeйствиa пaдaющeй звeзды и мaссивнoй «чeрнoй дыры» oпpeдeляeтcя грaвитaциoннoм рaдиyсoм  $r_g$  пoслeднeй. Длитeльнoстe врeмeни этoгo вzаимoдeйствиa  $\tau \sim r_g/c$ .

Если в сoлнeчных мaссaх  $M = 10^4$ , тo  $\tau \sim 0,1$  с, eсли  $M = 10^6$ , тo  $\tau \sim 10$  с.

Вeличинa  $\tau$  oпpeдeляeт тaк жe и хaрaктeрнoe врeмя выбрoсa из чeрнoй дыры, oбрaзoвaвшихcя в нeй aнтифoтoнoв и aнтинeйтринo, a слeдoвaтeльнo и длитeльнoстe aнтигaммa-всплeскa и, кaк прeдсaзывaeт тeория, сoпyтствyющeгo eмy aнтинeйтринo-нoгo всплeскa.

Пpедлaгaeмoе нaми oбъяснeниe пpирoды этeх всплeскoв пoзвoляeт нa кaчeствeннoм yрoвнe пoнять, кaк мoжнo зa врeмя пoрядкa сeкyнды прeврaтитe мaссy пoрядкa сoлнeчнoй в фoтoны и aнтифoтoны, нeйтринo и aнтинeйтринo, a зaтeм aнтифoтoны и aнтинeйтринo излучитe в oкрyжaющee прoстpaнствo.

Нaличиe вo мнoгих гaммa-всплeскaх пoслeдoвaтeльнoсти слeдyющeх друг зa другoм вспышeк яркoсти (см. рис.1) мoжнo трaктoвaть, кaк связaннoe с рaзрывoм пaдaющeгo тeлa в oкрeстнoсти чeрнoй дыры нa мнoгo чaстeй. Oни oтличaютcя друг oт другa пo мaссe, рaзличeм тpaeктoрий их движeния, a кaк слeдствие этoгo и мoмeнтaми нaчaлa прeoбрaзoвaния их кинeтичeскoй энeргии в чaстицы и aнтичaстицы. В фaзe излучeния высoкoэнeргичных aнтичaстиц «чeрнaя дырa» нaхoдитcя в сильнo нeрaвнoвeснoм сoстoянии. Слeдствием этoгo являeтcя нeтeплoвoй спектр всплeскoв. Нaблюдaeмый всплeск являeтcя в рeальнoсти нaлoжeниeм мнoжeствa бoлee мeлких всплeскoв рaзличнoй интeнсивнoсти.

Пpивeдeнныe вышe сoбрaжeния пoзвoляют, пo крaйнeй мeрe нa кaчeствeннoм

уровне, пояснить, в чем состоит причина большого разнообразия кривых яркости гамма-всплесков, а так же и их нетеплового спектра.

В предлагаемом объяснении природы гамма-всплесков содержится важное предсказание: в нашем мире имеют место не гамма-, а антигамма-всплески и одновременно с ними всплески антинейтринного излучения. Эти всплески имеют подобные параметры по энергетике и по длительности.

Учитывая огромную мощность предсказываемых всплесков антинейтринного излучения можно пытаться их регистрировать, считая, что они неразрывно связаны с хорошо регистрируемыми гамма-всплесками. Если между моментами регистрации антигамма- и соответствующих им антинейтринных всплесков будет обнаружен временной сдвиг, то это может быть использовано для очень точного определения параметров нейтрино, скорости их движения и закона их осцилляций.

Отметим также, что можно гипотетически предполагать, что все электромагнитные кванты в гамма-всплесках имеют одинаковый знак спиральности. Если это подтвердится в наблюдениях, то будет свидетельством правильности гипотезы о том, что антифотоны отличаются от фотонов не только знаком гравитационного заряда, но и как нейтрино от антинейтрино, знаком спиральности.

Центральным элементом в предлагаемом объяснении природы гамма-всплесков, а так же и в предсказании в рамках этого объяснения существования антинейтринных всплесков, является идея о различии влияния гравитации на частицы и античастицы. Исследования, направленные на выявление этого различия осуществляются в ЦЕРНе коллаборацией АЛЬФА [26]. Эксперименты проводятся в условиях в которых существенным является действие на частицы и античастицы электромагнитных сил. Эти силы по-разному влияют на частицы и античастицы и при этом на много порядков сильнее, чем гравитационные силы. Всегда будет оставаться возможность доказывать, что наблюдаемое различие в поведении частиц и античастиц связано с влиянием электромагнитных, а не гравитационных сил.

Главная цель этого раздела статьи — обратить внимание специалистов в области астрофизики и физики элементарных частиц на идейно очень простой способ доказательства «в чистом виде» различия влияния гравитации на частицы и античастицы.

Если будет доказано, что существует корреляция между рядами наблюдаемых антигамма- и антинейтринных всплесков, то это будет важным аргументом в пользу идеи о том, что гравитация различает частицы и античастицы и является двузначной.

## 9 Заключение

Гипотеза о существовании антифотонов в двузначной гравитации не является обязательной. В тоже время с учётом этой гипотезы теория гравитации оказывается более симметричной и красивой. Правильность или ложность этой гипотезы может быть доказана лишь в экспериментах и наблюдениях.

В статье описаны наблюдательные данные (расщепление эмиссионных линий источника SS 433, а также гамма-всплески), которые в предположении существования антифотонов и правильности идей двузначной гравитации, находят простое и ясное объяснение. Обращается внимание и на другие наблюдения, которые необходимо тщательно проанализировать и в которых существование антифотонов, если они в реальности существуют, должно проявиться.

Если окажется, что фотоны и антифотоны отличаются знаком спиральности, то они могут быть легко разделены. Для этого следует воспользоваться отличием законов распространения фотонов с разной поляризацией в анизотропных средах.

Если гравитация различает фотоны и антифотоны, то это может стать эффективным инструментом для изучения её свойств. Фотоны и антифотоны, прошедшие через гравитационные поля, можно будет сепарировать, принимать с огромных расстояний и с высочайшей степенью точности изучать результат их взаимодействия с этими полями.

Различие в поведении фотонов и антифотонов в гравитационном поле может найти широкое применение на практике. Приведём лишь некоторые возможные варианты такого применения. Различие влияния гравитации на фотоны и антифотоны может быть использовано для изучения процессов, протекающих в окрестности релятивистских астрономических объектов. Оно может лежать в основе методов регистрации возмущений пространства-времени во Вселенной (гравитационных волн), а также одним из эффективных способов изучения структуры гравитационных полей на галактических и больших масштабах.

## Список литературы

1. Клименко, А.В. I. Двухзнаковая гравитация. Частицы и античастицы в гравитационном поле / А.В. Клименко, В.А. Клименко.
2. Клименко, А.В. II. Двухзнаковая гравитация. Вакуум пространство-время / А.В. Клименко, В.А. Клименко.
3. Клименко, А.В. III. Двухзнаковая гравитация. Основопологающие принципы / А.В. Клименко, В.А. Клименко.
4. Широков Ю. М., Юдин Н. П. Ядерная физика. — М. : Наука, 1980.
5. Pound, R.V. Gravitational Red-Shift in Nuclear Resonance / R, V. Pound, Jr. G. Rebka // Phys. Rev. Lett. 1959. Vol.3. P.439–441
6. Черепашук, А.М. Уникальный астрофизический объект SS 433 / А, М. Черепашук // Физика № 7. 2000. С. 267–300.
7. Клименко, А.В. Различает ли гравитация фотоны различных спиральностей? / А.В. Клименко, В.А. Клименко. // Вестн. Челяб. гос. ун-та. 2015. Физика. Вып.21. С.148–154.
8. Новиков И. Д., Физика черных дыр / И. Д. Новиков, В. П. Фролов М. : Наука, 1986.
9. Зельдович, Я. Б. Строение и эволюция Вселенной / Я. Б. Зельдович, И. Д. Новиков. М. : Наука, 1975. 736 с.
10. Смут Дж. Анизотропия реликтового излучения. Открытие и научное знание УФН 177. № 12, 2007.
11. Горбунов, Д. С. Введение в теорию ранней Вселенной. Теория горячего большого взрыва / Д. С. Горбунов, В. А. Рубаков. М. : ЛКИ, 2008.
12. Клименко А.В. Двухзнаковая гравитация / А.В. Клименко, В.А. Клименко. Челябинск : изд-во Челябинского гос. университета, 2017. С. 289.
13. Клименко, А.В. V. Двухзнаковая гравитация. / А.В. Клименко, В.А. Клименко.
14. Клименко, А.В. VI. Двухзнаковая гравитация. / А.В. Клименко, В.А. Клименко.
15. The BICEP2 Collaboration Experiment and Three-year Data Set / BICEP2 Collaboration //Astrophys. J. 2014.
16. Meegan, C.A. Spatual Distribution of Gamma-ray Bursts Observed by BATS E / С, А. Meegan // Nature 1992. Vol.355. P.143–145.
17. Аптекарь, Р.Л. Исследования космических гамма-всплесков и мягких гамма-репитеров в экспериментах ФТИ «Конус» // УФН. 2010. Т. 180, вып. 4. С.420–424.
18. Постнов, К. А. Космические гамма-всплески. // УФН. 1999. Т. 169, вып. 5. С.545–548.

19. Costa, E. Discovery of an X-ray Afterglow Associated with the  $\gamma$ -ray Burst of 28 February 1997 / E. Costa, F. Frontera, J. Heise et al. // *Nature* 1997. Vol.387. P.783–785.
20. Постнов, К. А. Гиперновые и гамма-всплески. // *Физика* Т. 8, №2, 2004.
21. Blinnikov, S. Exploding Neutron Stars in Close Binaries / S. Blinnikov, I.D. Novikov et al. // *Soviet Astron. Lett.* 1984. Vol.10. P.177–179.
22. Paczynski, B. Gamma-ray Bursters at Cosmological Distances / B. Paczynski // *Astrophys. J.* 1986. Vol.308. P.43–46.
23. Богомазов, А. И. Эволюция тесных двойных систем и гамма-всплески / А.И. Богомазов, В.М. Липунов, А.В. Тутуков // *Астроном. журн.* 2007. Т.84. №4. С. 345–356.
24. Герштейн, С. С. Осцилляционная структура гамма-всплесков и их возможное происхождение / С.С. Герштейн // *Письма в Астроном. журн.* 2000. Т. 26. № 11. С. 848–854.
25. Докучаев, В.И. Сверхновые — оптические предшественники коротких гамма-всплесков / В.И. Докучаев // *Письма в Астроном. журн.* 2011. Т.37. №2. С. 102–109.
26. The ALPHA Collaboration, Charman A.E. Description and first application of a new technique to measure the gravitational mass of antihydrogen. // *Nature communications.* — 2013. — URL: <http://www.nature.com/ncomms/journal/v4/n4/full/ncomms2787.html>.