

# АСТРОНОМИЯ

Челябинский физико-математический журнал. 2016. Т. 1, вып. 4. С. 94–101.

УДК 524.8

## ГАММА-ВСПЛЕСКИ. АНТИТЯГОТЕНИЕ

А. В. Клименко<sup>1,a</sup>, В. А. Клименко<sup>2,b</sup>

<sup>1</sup>ООО «ДАТЛАБ», Челябинск, Россия

<sup>2</sup>Челябинский государственный университет, Челябинск, Россия

<sup>a</sup>alklimenko@gmail.com; <sup>b</sup>waklimenko@gmail.com

В рамках теории гравитации, согласно которой между частицами и античастицами существует антитяготение, дано качественное объяснение природы гамма-всплесков. Предполагается, что они связаны с падением на массивные чёрные дыры компактных звёзд (белых карликов и нейтронных звёзд). Показано, что одновременно с любым гамма-всплеском имеет место соизмеримый с ним по мощности всплеск антинейтринного излучения.

**Ключевые слова:** гамма-всплеск, антинейтринный всплеск, двузнаковая гравитация, антитяготение.

### Введение

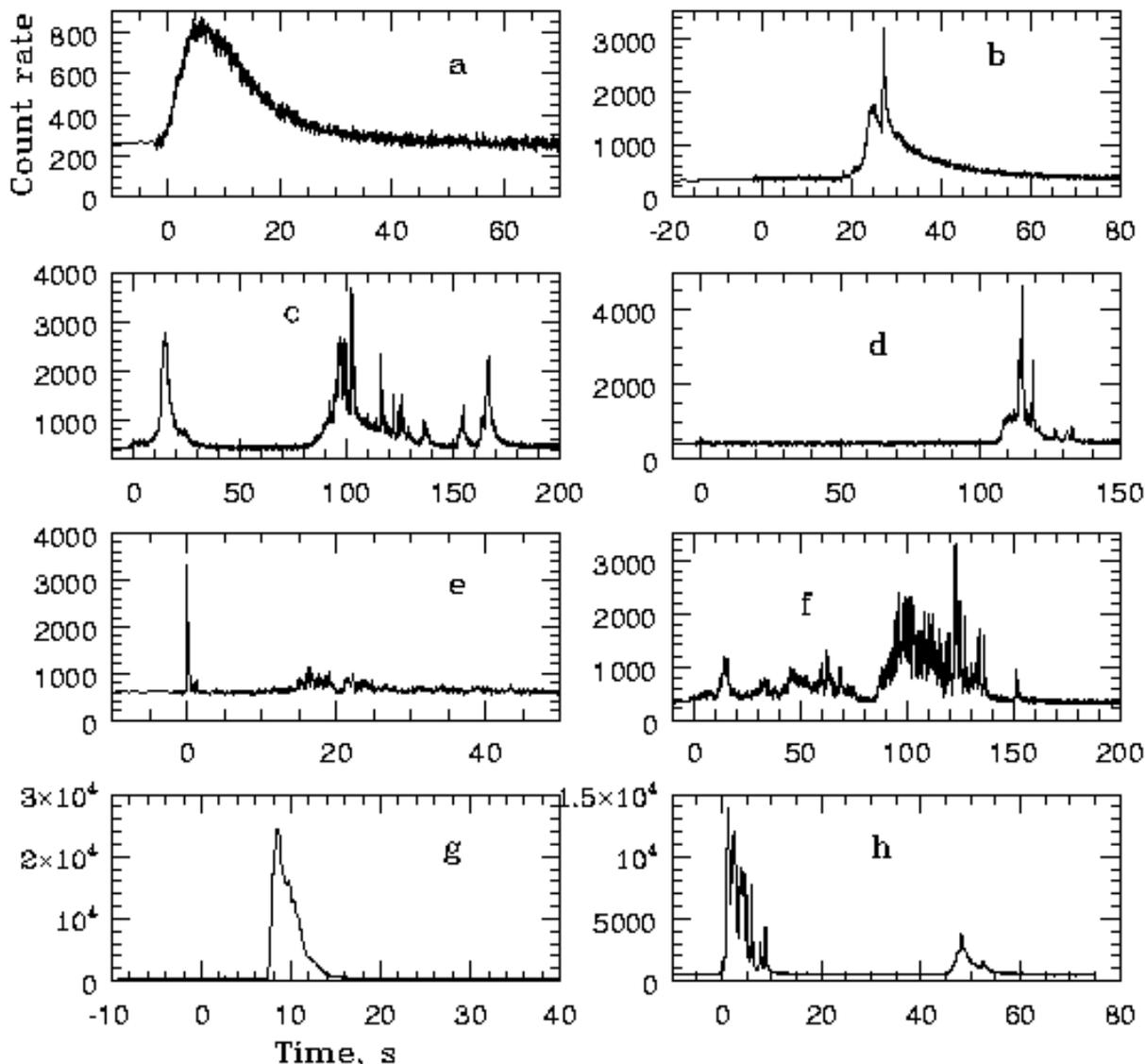
В 1968 г. детекторами американского космического аппарата «Вела» были зарегистрированы всплески отсчёта гамма-квантов. Вначале думали, что гамма-всплески рождаются сравнительно недалеко — в Галактике — и связаны с какими-то процессами на нейтронных звёздах [1].

Для детального изучения гамма-всплесков была запущена специализированная гамма-обсерватория «Комптон». Детекторы BATSE этой обсерватории регистрировали гамма-всплески почти ежедневно. Их продолжительность менялась от долей секунды до сотен секунд. Всплески возникали во времени случайным образом, а их угловое распределение на небесной сфере оказалось изотропным. Временные профили яркости для нескольких типичных гамма-всплесков, зарегистрированных детекторами BATSE [2], приведены на рисунке (с. 95).

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 малой эффективности регистрации слабых всплесков был сделан вывод: общее количество гамма-всплесков — около  $1200 \div 1300$  в год.

Анализ наблюдательных данных о гамма-всплесках выявил следующее [3; 4]:

- Гамма-всплески рождаются на космологических расстояниях. Многие из них имеют значительные красные смещения  $Z \geq 2$ .
- Распределение гамма-всплесков на небесной сфере является изотропным.
- Показано, что значительная часть энергии, выделяющейся в гамма-всплесках, содержится в гамма-квантах, имеющих энергии десятки и сотни КэВ, но иногда и значительно большие. Из наблюдений следовало, что значения энергии гамма-всплесков, если считать, что она излучается равномерно во все стороны, лежат в интервале  $10^{51} \div 10^{55}$  эрг.



Профили яркости для нескольких типичных гамма-всплесков (данные BASTE; по горизонтальной оси — время в секундах, по вертикальной — число отсчётов в секунду)

Энергиям  $10^{51} \div 10^{55}$  эрг соответствуют массы  $10^{30} \div 10^{34}$  грамм. Верхняя граница интервала этих масс соизмерима с массой Солнца ( $m_{\odot} \approx 2 \cdot 10^{33}$  г). Для сравнения отметим: энергии ( $10^{51} \div 10^{52}$  эрг) выделяются при взрывах сверхновых за времена порядка месяца, и при этом значительная их часть уносится нейтрино. В гамма-всплесках такие и даже значительно большие энергии могут выделяться в виде гамма-квантов за доли секунды. 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 диапазонах. Оказалось, что оптическое послесвечение гамма-всплесков может быть в десятки и сотни тысяч раз ярче родительских галактик [3–5]. Максимальная светимость мощного гамма-всплеска бывает сопоставимой с суммарной электромагнитной светимостью всех звёзд видимой Вселенной  $\sim 10^{54}$  эрг/с [6]. Возникает вопрос о причинах и механизмах выделения такой большой энергии за короткие времена гамма-всплеска.

## 1. Существующее объяснение природы гамма-всплесков

Широко распространена идея о том, что гамма-всплески являются следствием слияния двух нейтронных звёзд в чёрную дыру или коллапса гигантской звезды [7; 8]. 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 с ультрарелятивистской скоростью. Считается, что их лоренц-фактор  $\gamma = (1 - v^2/c^2)^{-1/2}$  не меньше ста, иначе они не смогли бы испускать гамма-кванты наблюдаемых энергий. Предполагается, что в источниках гамма-всплесков существует эффективный механизм разгона больших масс материи 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 этой волны возникает очень горячий спутный поток, лоренц-фактор которого более ста и который содержит порождающее гамма-всплески излучение. При этом гамма-кванты, родившиеся за фронтом ударной волны, в спутном потоке в течение 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 энергии, выделяющейся 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; см., например, [9–11]. 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 3–4 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). В этой теории постулируется, что гравитация не различает частицы и античастицы. Есть основания считать, что в реальности правильным является альтернативное ему положение [12]. Теория, в которой гравитация различает частицы и античастицы и согласно которой между ними существует не тяготение, а антитяготение, названа авторами двузнаковой гравитацией. Наши статьи по двузнаковой гравитации размещены на сайте [www.cosmoway.ru](http://www.cosmoway.ru)

На качественном уровне покажем, что в рамках этой теории может быть дано простое и естественное объяснение природы гамма-всплесков.

## 2. Антигамма- и антинейтринные всплески

Согласно двузнаковой гравитации, у любой частицы, в том числе и фотона, существует античастица. Между частицами и античастицами существует не тяготение, а антитяготение. Гравитационные поля сгустков вещества являются полями притяжения для частиц и полями отталкивания для античастиц.

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 телами могут быть белые карлики и нейтронные звезды. При падении на массивные чёрные дыры, масса которых значительно больше солнечной, эти звёзды разгоняются до энергий, соизмеримых с энергией их покоя. В чёрной дыре кинетическая энергия падающих звёзд идёт на рождение частиц и античастиц, которые в экстремальных условиях этого релятивистского объекта достаточно быстро превращаются в излучение (фотоны, антифотоны, нейтрино и антинейтрино). Согласно ОТО нет способа вывести их из чёрной дыры в окружающее пространство (см., например, [13; 14]). Принципиально по-другому видится поведение античастиц, рождающихся в чёрной дыре, в рамках двузнаковой гравитации. Согласно этой теории, для античастиц чёрная дыра является мощнейшим центром антитяготения. За счёт антитяготения из чёрной дыры вылетают все образующиеся в ней античастицы (в рассматриваемом случае — антифотоны и антинейтрино).

**Замечание 1.** При построении количественной теории гамма-всплесков следует иметь в виду, что для античастиц центрально-симметричное поле массы  $M$  является не шварцшильдовским, а описывается метрикой  $K2$ . Метрика  $K2$  отличается от метрики Шварцшильда заменой гравитационного радиуса  $r_g$  на  $-r_g$  ( $r_g = 2GM/c^2$ , где  $M$  — масса чёрной дыры,  $G$  — гравитационная постоянная,  $c$  — скорость света). Подробно об этом можно посмотреть на сайте [www.cosmoway.ru](http://www.cosmoway.ru) в статье «Уравнения двузнаковой гравитации».

Чёрная дыра в предлагаемом нами объяснении природы гамма-всплесков выполняет роль мощного ускорителя не только для падающей на неё компактной звезды, но также и для вылетающих из неё античастиц (антифотонов и антинейтрино). Одновременно чёрная дыра выполняет ещё и роль компактной мишени, которая своим гравитационным полем фокусирует падающие на неё частицы в её центральную часть и создаёт благоприятные условия для преобразования их кинетической энергии в частицы и античастицы.

Предполагаем, что масса чёрной дыры  $M$  значительно больше массы падающего на неё тела (белого карлика, нейтринной звезды). В этом случае размер области взаимодействия падающей звезды и массивной чёрной дыры определяется гравитационным радиусом  $r_g$  последней. Длительность времени этого взаимодействия  $\tau \sim r_g/c$ .

Если в солнечных массах  $M = 10^4$ , то  $\tau \sim 0,1$  с, при  $M = 10^6$  —  $\tau \sim 10$  с. Величина  $\tau$  определяет также и характерное время выброса из чёрной дыры образовавшихся в ней антифотонов и антинейтрино, а следовательно, длительность антигамма-всплеска и, как предсказывает теория, сопутствующего ему антинейтринного всплеска.

Предлагаемое нами объяснение природы этих всплесков позволяет понять, как можно за время порядка секунды превратить массу порядка солнечной в энергию гамма-квантов и нейтрино и значительную её часть излучить изотропно в окружающее пространство.

Наличие во многих гамма-всплесках последовательности следующих друг за другом вспышек яркости (см. рис. на с. 95) можно трактовать как связанное с разрывом падающего тела в окрестности чёрной дыры на много частей, отличающихся друг от друга по массе, различием траекторий их движения, а как следствие этого, и моментов начала преобразования их кинетической энергии в частицы и античастицы. В фазе излучения высокоэнергичных античастиц чёрная дыра находится в сильно неравновесном состоянии. Следствием этого является нетепловой спектр вспышек. Наблюдаемый всплеск является в реальности наложением множества более мелких вспышек различной интенсивности.

Приведённые выше соображения позволяют, по крайней мере на качественном уровне, пояснить, в чём состоит причина большого разнообразия кривых яркости гамма-всплесков, а также и их нетеплового спектра.

В предлагаемом объяснении природы гамма-всплесков содержится ещё и важное предсказание: в нашем Мире [15] 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, следует прежде всего доказать, что между моментами их регистрации существует корреляция.

Отметим также, что можно гипотетически предполагать, что все фотоны высоких энергий в гамма-всплесках имеют одинаковый знак спиральности [16; 17]. Если это подтвердится в наблюдениях, то будет свидетельством правильности гипотезы о том, что антифотоны отличаются от фотонов не только знаком гравитационного заряда, но и знаком спиральности.

Центральным элементом в предлагаемом объяснении природы гамма-всплесков (точнее, антигамма-всплесков), а также 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 [18]. 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 настоящей статьи: обратить внимание специалистов в области астрофизики и физики элементарных частиц на нетривиальный способ доказательства «в чистом виде» различия влияния гравитации на частицы и античастицы.

Если будет доказано, что одновременно с регистрацией гамма-всплесков в нейтринных лабораториях была значительно выше, чем обычно, частота регистрации антинейтрино, то это будет веским аргументом в пользу идеи о том, что гравитация различает частицы и античастицы и является двузнаковой.

## Список литературы

1. Klebesadel, R. W. Observations of gamma-ray bursts of cosmic origin / R. W. Klebesadel, I. B. Strong, R. A. Olson // *Astrophysical J.* — 1973. — Vol. 182. — P. L85–L88.

2. Spatial distribution of gamma-ray bursts observed by BATSE E / С. А. Meegan [et al.] // Nature. — 1992. — Vol. 355. — P. 143–145.
3. **Постнов, К. А.** Космические гамма-всплески / К. А. Постнов // Успехи физ. наук. — 1999. — Т. 169, вып. 5. — С. 545–558.
4. Исследования космических гамма-всплесков и мягких гамма-репитеров в экспериментах ФТИ КОНУС / Р. Л. Аптекарь, С. В. Голонецкий, Е. П. Мазец, В. Д. Пальшин, Д. Д. Фредерикс // Успехи физ. наук. — 2010. — Т. 180, вып. 4. — С. 420–424.
5. Discovery of an X-ray afterglow associated with the big gamma-ray burst of 28 February 1997 / E. Costa [et al.] // Nature. — 1997. — Vol. 387. — P. 783–785.
6. **Постнов, К. А.** Гиперновые и гамма-всплески / К. А. Постнов // Соросов. образоват. журн. — 2004. — Т. 8, № 2. — С. 69–76.
7. **Paczynski, В.** Gamma-ray bursters at cosmological distances / В. Paczynski // Astrophysical J. — 1986. — Vol. 308. — P. L43–L46.
8. Взрывающиеся нейтронные звёзды в ТДС / С. И. Блинников, И. Д. Новиков, Т. В. Переводчикова, А. Г. Полнарев // Письма в Астрон. журн. — 1984. — Т. 10. — С. 422–428.
9. **Богомазов, А. И.** Эволюция тесных двойных систем и гамма-всплески / А. И. Богомазов, В. М. Липунов, А. В. Тутуков // Астрон. журн. — 2007. — Т. 84, № 4. — С. 345–356.
10. **Герштейн, С. С.** Осцилляционная структура гамма-всплесков и их возможное происхождение / С. С. Герштейн // Письма в Астрон. журн. — 2000. — Т. 26, № 11. — С. 848–854.
11. **Докучаев, В. И.** Сверхновые — оптические предшественники коротких гамма-всплесков / В. И. Докучаев, Ю. Н. Ерошенко // Письма в Астрон. журн. — 2011. — Т. 37, № 2. — С. 102–109.
12. **Klimenko, A.V.** Gravitationally-neutral Universe / A. V. Klimenko, V. A. Klimenko // J. of Modern Physics. — 2014. — Vol. 5, no. 15. — P. 1524–1536.
13. **Ландау, Л. Д.** Теория поля / Л. Д. Ландау, Е. М. Лифшиц. — М.: Наука, 1988. — 512 с.
14. **Новиков, И. Д.** Физика чёрных дыр / И. Д. Новиков, В. П. Фролов. — М.: Наука, 1986. — 328 с.
15. **Клименко, А. В.** Миры и антимирры / А. В. Клименко, В. А. Клименко // Вестн. Челяб. гос. ун-та. — 2013. — № 19 (310). Физика. Вып. 17. — С. 100–109.
16. **Клименко, А. В.** Различает ли гравитация фотоны различных спиральностей? / А. В. Клименко, В. А. Клименко // Вестн. Челяб. гос. ун-та. — 2015. — № 22 (377). Физика. Вып. 21. — С. 148–154.
17. **Клименко, А. В.** Гравитационное расщепление спектральных линий / А. В. Клименко, В. А. Клименко // Вестн. Челяб. гос. ун-та. — 2015. — № 22 (377). Физика. Вып. 21. — С. 163–170.
18. **Charman А.Е.** Description and first application of a new technique to measure the gravitational mass of antihydrogen. The ALPHA Collaboration Nature Communications. 2013 [Электронный ресурс]. — URL: <http://www.nature.com/ncomms/journal/v4/n4/full/ncomms2787.html> (дата обращения 01.10.2016).

*Поступила в редакцию 15.10.2016*

*После переработки 05.11.2016*

## Сведения об авторах

**Клименко Владимир Антонович**, кандидат физико-математических наук, доцент кафедры теоретической физики, Челябинский государственный университет, Челябинск, Россия; e-mail: klimenkova@gmail.com.

**Клименко Алексей Владимирович**, кандидат физико-математических наук, главный разработчик ООО «ДАТЛАБ», удалённый центр разработки банка «ХоумКредит», Челябинск, Россия; e-mail: avklimenko@gmail.com.

*Chelyabinsk Physical and Mathematical Journal. 2016. Vol. 1, iss. 4. P. 94–101.*

## GAMMA-RAY BURSTS. ANTIGRAVITATION

A.V. Klimenko<sup>1,a</sup>, V.A. Klimenko<sup>2,b</sup>

<sup>1</sup>ООО "DATLAB", Chelyabinsk, Russia

<sup>2</sup>Chelyabinsk State University, Chelyabinsk, Russia

<sup>a</sup>alklimenko@gmail.com; <sup>b</sup>klimenkova@gmail.com

It is given a qualitative explanation of the nature of gamma-ray bursts within the framework of the gravity theory, according to which there exists antigravitation between particles and antiparticles. It is assumed that gamma-ray bursts are associated with falling of compact stars (white dwarfs and neutron stars) on massive black holes. It is shown that at the same time with any gamma-ray burst a splash of antineutrino radiation occurs that commensurate in power.

**Keywords:** *gamma-ray burst, antineutrino burst, two-signed gravity, antigravitation.*

## References

1. Klebesadel R.W., Strong I.B., Olson R.A. Observations of gamma-ray bursts of cosmic origin. *Astrophysical Journal*, 1973, vol. 182, pp. L85–L88.
2. Meegan C.A. [et al.]. Spatual distribution of gamma-ray bursts observed by BATS E. *Nature*, 1992, vol. 355, pp. 143–145.
3. Postnov K.A. Cosmic gamma-ray bursts. *Physics – Uspekhi*, 1999, vol. 42, no. 5, pp. 469–480.
4. Aptekar' R.L., Golenetskii S.V., Mazets E.P., Pal'shin V.D., Frederiks D.D. Cosmic gamma-ray bursts and gamma repeaters studies with Ioffe Institute Konus experiments. *Physics – Uspekhi*, 2010, vol. 53, no. 4, pp. 401–406.
5. Costa E. [et al.]. Discovery of an X-ray afterglow associated with the big gamma-ray burst of 28 February 1997. *Nature*, 1997, vol. 387, pp. 783–785.
6. Postnov K.A. Gipernovye i gamma-vspleki [Hypernovae and gamma-bursts]. *Sorosovskiy obrazovatel'nyy zhurnal* [Soros educational journal], 2004, vol. 8, no. 2, pp. 69–76. (In Russ.).
7. Paczynski B. Gamma-ray bursters at cosmological distances. *Astrophysical Journal*, 1986, vol. 308, pp. L43–L46.
8. Blinnikov S.I. [et al.]. Exploding neutron stars in close binaries. *Soviet Astronomy Letters*, 1984, vol. 10, pp. 177–179.
9. Bogomazov A.I., Lipunov V.M., Tutukov A.V. Evolution of closed binaries and gamma-ray bursts. *Astronomy Reports*, 2007, vol. 51, no. 4, pp. 308–317.
10. Gershtein S.S. Oscillation structure of gamma-ray bursts and their possible origin. *Astronomy Reports*, 2000, vol. 26, iss. 11, pp. 730–735.

11. **Dokuchaev V.I., Eroshenko Yu.N.** Supernovae — optical precursors of short gamma-ray bursts. *Astronomy Letters*, 2011, vol. 37, no. 2, pp. 83–90.
12. **Klimenko A.V., Klimenko V.A.** Gravitationally-neutral Universe. *Journal of Modern Physics*, 2014, vol. 5, no. 15, pp. 1524–1536.
13. **Landau L.D., Lifshitz E.M.** *Classical Theory of Field*. Fourth revised English edition. Course of Theoretical Physics. Vol. 2. Oxford, Butterworth — Heinemann, 1975.
14. **Frolov V.P., Novikov I.D.** *Black Hole Physics. Basic Concepts and New Developments*. Fundamental Theories of Physics, vol. 96. Kluwer Academic Publ., 1998. 770 p.
15. **Klimenko A.V., Klimenko V.A.** Razlichayet li gravitatsiya fotony razlichnykh spiral'nostey? [Does the gravity distinguish between photons of different helicity?]. *Vestnik Chelyabinskogo gosudarstvennogo universiteta* [Bulletin of Chelyabinsk State University], 2015, no. 22 (377), pp. 148–154. (In Russ.).
16. **Klimenko A.V., Klimenko V.A.** Gravitatsionnoye rasshchepeniye spektral'nykh liniy [Gravitational splitting of spectral lines]. *Vestnik Chelyabinskogo gosudarstvennogo universiteta* [Bulletin of Chelyabinsk State University], 2015, no. 22 (377), pp. 163–170. (In Russ.).
17. **Klimenko A.V., Klimenko V.A.** Miry i antimiry [Worlds and antiworlds]. *Vestnik Chelyabinskogo gosudarstvennogo universiteta* [Bulletin of Chelyabinsk State University], 2013, no. 19 (310), pp. 100–109. (In Russ.).
18. **Charman A.E.** *Description and first application of a new technique to measure the gravitational mass of antihydrogen. The ALPHA Collaboration Nature Communications*. 2013. Available at: <http://www.nature.com/ncomms/journal/v4/n4/full/ncomms2787.html>, accessed 01.10.2016.

*Accepted article received 15.10.2016*

*Corrections received 05.11.2016*