

presence of phase constraints. Dokl. Akad. Nauk SSSR, V.259, Issue 4, Pp 785–789.

7.Satimov, N.Yu., Mamatov, M.Sh. (1981). On a class of linear differential pursuit and evasion games. Trudy TashGU. Issue 670. Pp. 64-75.

8.Satumov, N.Yu., Mamatov, M.Sh. (1983). On the problems of pursuit and evasion of meeting in differential games between groups of pursuers and evaders. Doklady AN UzSSR. Issue 4. Pp. 3-6.

9.Ivanov, R.P. (1980). Simple pursuit-evasion on a compact. Doklady AN SSSR. V. 254. Issue 6. Pp.1318-1321.

10.Mamatov, M.Sh., Zunnunov, A.O. (2016). About the task of simple pursuit-evasion on a compact. Aktualnye problemy gumanitarnykh i yestestvennykh nauk. Issue 1. Pp.15-18.

11.Mamatov, M.SH., Zunnunov, A.O. (2019). The task of prosecuting simple differential games on the square. Samarkand SamSU vestnik Issue1. Pp. 20-26.

12.Mamatov, M.SH., Zunnunov, A.O., Esonov, E.E. (2020). Quantitative Analysis of the Problem of Lion and Man in the Presence of a Circular Obstacle. Journal of Automation and Information. Scopus. V. 52, Issue 1, Pp 42-52.

УДК 521
ГРНТИ 41.29.33

МАССИВНЫЕ ФОТОННЫЕ ПАРЫ И ОСОБЕННОСТИ ИЗМЕНЕНИЙ РЕНТГЕНОВСКОГО ФОНА СОЛНЕЧНОЙ КОРОНЫ И МАГНИТОСФЕРЫ ЗЕМЛИ

Мирзоева Ирина Константиновна

*кандидат физико-математических наук,
Институт космических исследований РАН,
118997, г.Москва, ул. Профсоюзная, д.84/32
DOI: 10.31618/ESU.2413-9335.2020.2.76.902*

АННОТАЦИЯ

В работе проведен анализ рентгеновского фона солнечной короны в диапазоне 2–25 кэВ за три месяца 2003 года, получен интегральный энергетический спектр по данным проекта *RHESSI*. Сопоставление с данными рентгеновского фона магнитосферы Земли по данным проекта *XMM-Newton* в мягком диапазоне рентгеновского излучения позволило сделать вывод о едином характере особенностей сезонных вариаций рентгеновского фона магнитосферы Земли и теплового рентгеновского фона солнечной короны. Основной причиной таких изменений может являться расщепление массивных фотонных пар, рождающихся из вакуума, в магнитном поле солнечной короны и в магнитном поле Земли. По данным проектов *RHESSI*, *XMM-Newton*, *Plank*, приводятся теоретические и экспериментальные доказательства существования массивных фотонных пар (сверхлегких скалярных бозонов).

ABSTRACT

The analysis of the x-ray background of the solar corona in the range of 2-25 Kev for three months of 2003 was carried out. The integrated energy spectrum was obtained according to the *RHESSI* project. Comparison with the data of the x-ray background of The earth's magnetosphere according to the *XMM-Newton* project in the soft range of x-rays allowed us to draw a conclusion about the common nature of the features of seasonal variations of the x-ray background of The earth's magnetosphere and the thermal x-ray background of the solar corona. The main reason for these changes is the splitting of massive photon pairs born from vacuum in the magnetic field of the solar corona and in the magnetic field of the Earth. According to the *RHESSI*, *XMM-Newton*, and *Plank* projects, theoretical and experimental evidence for the existence of massive photon pairs (ultralight scalar bosons) is provided.

Ключевые слова: фотоны, массивные фотонные пары, рентгеновское излучение, рентгеновский фон, солнечная корона, вакуум.

Keywords: photons, massive photon pairs, x-ray radiation, x-ray background, solar corona, vacuum.

ВВЕДЕНИЕ

В 2005 году, на основе данных проекта *Интербол-Хвостовой зонд*, в диапазоне рентгеновского излучения 2 – 15 кэВ было обнаружено явление падения интенсивности этого излучения в области меньших энергий [1]. В дальнейшем это явление нашло подтверждение по данным миссии *RHESSI* и было детально исследовано в работах [2] и [3].

В работах [2] и [3] был так же установлен факт независимости наблюдаемых явлений от вспышек и всех явлений в активных вспышечных областях солнечной короны. Было сделано предположение о том, что физический механизм найденных явлений, скорее всего, лежит в области квантовых

процессов, и, в свою очередь, этот механизм может являться причиной аномального нагрева плазмы солнечной короны.

Для объяснения причины подобных вариаций рентгеновского фона солнечной короны было необходимо привлечь фундаментальные законы астрофизики и квантовой физики. Данное исследование было проведено в работе [4], где впервые было сделано предположение, что в основе аномального нагрева солнечной короны и подобных вариаций рентгеновского фона солнечной короны лежит явление расщепления массивных фотонных пар (сверхлегких скалярных бозонов) в магнитном поле Солнца. При расщеплении массивных фотонных пар,

непрерывно рождающихся как в недрах Солнца, так и в солнечной короне, происходит выделение энергии, которая и нагревает корону до $T = 1,5 \times 10^6$ К°. Одновременно, энергия исходного рентгеновского потока падает, что и наблюдается в виде вариаций интенсивности излучения в диапазоне 2- 15 кэВ.

СВЕРХЛЕГКИЕ СКАЛЯРНЫЕ БОЗОНЫ И ЯВЛЕНИЯ, ОБУСЛОВЛЕННЫЕ ИХ ВЛИЯНИЕМ НА МЕЖПЛАНЕТНОЕ И МЕЖГАЛАКТИЧЕСКОЕ ПРОСТРАНСТВО

Современная модель Вселенной – это фридмановская нестационарная модель расширяющейся Вселенной плюс учет космологической постоянной и темной материи: так называемая стандартная Λ CDM – модель.

В работе [5] рассматривается модель ускоренно расширяющейся Вселенной без Большого Взрыва. Согласно этой модели, материя может находиться в двух состояниях: в вакуумной фазе, то есть в виде искомой сегодня “темной материи”, и в обычной фазе, отличной от вакуума, то есть в виде собственно материи в нашей Вселенной. Вакуум представляет из себя упругую, на квантовом уровне, среду, основными силами в которой являются силы отталкивания. Поэтому, согласно [5] и [6], давление вакуума отрицательно. Благодаря отрицательному давлению вакуум может создавать силы анти-тяготения. Именно эти силы и определяют постоянное расширения нашего пространства.

Основным уравнением состояния вакуума является уравнение, согласно которому плотность энергии вакуума ρ_v равна его отрицательному давлению:

$$\rho_v = - p_v \quad (1)$$

В уравнении для гравитационного поля в Общей теории относительности (ОТО) членом, описывающим свойства вакуума, считается космологическая постоянная λ . Согласно ОТО, λ и плотность энергии вакуума должны быть тождественны и положительны, так как необходим баланс между двумя типами состояния материи:

$$\lambda = \rho_v = - p_v \quad (2)$$

Гравитация определяется не только плотностью среды, но и ее давлением. Эффективная гравитирующая плотность в космологии определяется как:

$$\rho_{\text{eff}} = \rho + 3p \quad (3)$$

С учетом основного уравнения состояния вакуума (1), получаем:

$$\rho_{\text{eff}} = \rho_v + 3p_v = -2p_v \quad (4)$$

Вакуум сам способен влиять на расширение пространства и на плотность материи. Обратное

невозможно. Материя не влияет на вакуум, поэтому наша Вселенная расширяется. Кроме того, в работе [7] показано, что наличие сколь угодно малого количества обычной материи приводит к неустойчивости исходного состояния вакуума. При рождении частиц материи из вакуума, плотность обычного вещества в нашей Вселенной возрастает. А поскольку необходим баланс плотности между вакуумной фазой материи (темной материей) и обычной материей, то это условие соблюдается при увеличении объема нашей Вселенной. Так как процесс рождения частиц из вакуума идет постоянно, а значит, плотность обычной материи растет постоянно, то и расширение нашей Вселенной происходит постоянно и с ускорением. При этом, постоянно идет процесс рождения из вакуума сверхлегких скалярных бозонов. Согласно [5], со сверхлегкими скалярными бозонами, с большой степенью вероятности, можно отождествить самые многочисленные частицы во Вселенной – фотоны. Поскольку фотон, согласно квантовой механике [8], частица векторная, а сверхлегкий скалярный бозон обязан быть скаляром, то вполне реально предположение о том, что фотоны рождаются парами. При этом, пары образуются по принципу противоположной спиральности. Логическим выводом из этих предположений является наличие массы у фотонов. В [5] масса фотонных пар – фундаментальная масса - получается как следствие из уравнений ОТО и составляет величину

$$m_0 \approx 3 \times 10^{-66} \text{ г.} \quad (5)$$

Массивные фотонные пары образуются всюду во Вселенной, однако, они квазистационарны и существуют как пары до момента их попадания в магнитное поле. В магнитном поле пары распадаются с выделением энергии. Дальнейшая судьба фотонов различна и зависит от характеристик окружающей среды.

Межгалактическое пространство заполнено очень разреженной плазмой – межзвездным газом. Плотность межзвездного газа (в основном ионизированный и атомарный водород) много меньше $n_T < 10^{-36} \text{ г/см}^3$. Следы распада массивных фотонных пар в межзвездном пространстве можно найти в реликтовом излучении Вселенной. Так, согласно [4], при учете полученного в [4] же магнитного момента массивной фотонной пары:

$$M = 4.8 \times 10^{-14} \frac{\text{Дж}}{\text{Тл}} \quad (6)$$

для характерной величины межзвездного и межгалактического магнитного поля $H \approx 0.765 \times 10^{-5} \text{ Гс}$, получается величина $T \approx 2.725 \text{ К}$ известная, как температура ФМИ.

Как известно, фоновым микроволновым излучением заполнено все пространство наблюдаемой Вселенной. Это излучение, согласно стандартной Λ CDM – модели, принято считать остаточным излучением после Большого Взрыва.

Однако, по некоторым данным, температура ФМИ $T \approx 2.725 \text{ K}$ распределена не однородно. Эти данные были получены со спутника *Planck*, основной миссией которого было изучение вариаций космического микроволнового фона. Спутник *Planck* являлся проектом Европейского космического агентства и работал с сентября 2009 по октябрь 2013 гг.

Исследователи Пенроуз и Гурзадян, анализируя данные космической обсерватории *Planck*, открыли в микроволновом фоне отпечатки событий, которые, как они считают, случились задолго до Большого Взрыва [9]. Эти отпечатки представляют собой набор концентрических колец, в которых разброс температуры микроволнового фона аномально низок в сравнении с присутствующими по всему небу колебаниями. Эти отклонения в степени хаоса, полагают авторы работы [9], вызваны катастрофами – столкновениями сверхмассивных черных дыр, выбрасывавшими в космос большие порции энергии. Но эти же авторы обнаружили одну странность: как следует из расчетов, столкновения эти происходили не после Большого Взрыва, а до него [9].

Позволим себе маленькое замечание по поводу последнего вывода. События, происходившие до Большого Взрыва не могли оставить отпечаток в нашей Вселенной, поскольку ее еще не существовало. Пенроуз и Гурзадян предприняли на этот счет весьма экзотическое объяснение. Согласно их мнению, все сущее проходит ряд больших циклов – эонов - разделенных Большими Взрывами. При этом, понятие пространства у данных авторов весьма расплывчато. Даже если принять это за истину, то все равно остается не понятно, как столь четкая структура концентрических колец весьма слабого ФМИ выдержала переход от одного эона к другому, да и сам Большой Взрыв. Такое объяснение представляется весьма сомнительным. Но не проще ли предположить, что Большого Взрыва и вовсе не было? Открытие анизотропии ФМИ в виде концентрических колец – это лишнее доказательство того, что возникли множественные неустойчивости в вакуумной фазе материи и эти неустойчивости стали центрами возникновения фундаментальной массы вещества – массивных фотонных пар.

РЕНТГЕНОВСКИЙ ФОН СОЛНЕЧНОЙ КОРОНЫ И МАГНИТОСФЕРЫ ЗЕМЛИ

Работы [1], [2] и [3] были посвящены изучению вариаций интенсивности рентгеновского излучения Солнца в диапазоне энергий от 2 до 15

кэВ в период спокойного Солнца. В 2005 году было обнаружено явление падение интенсивности рентгеновского излучения Солнца в узких диапазонах рентгеновского спектра от 2 до 15 кэВ [1] на основе анализа данных проекта *Интербол-Хвостовой зонд*. В дальнейших исследованиях это явление нашло подтверждение по данным проекта *RHESSI*. В работах [2] и [3] общий диапазон мягкого рентгеновского излучения от 3 до 11 кэВ был разделен на узкие поддиапазоны с шагом 1 кэВ, т.е. рассматривались данные в следующих поддиапазонах рентгеновского спектра: 3-4 кэВ, 4-5 кэВ, 5-6 кэВ, 6-7 кэВ, 7-8 кэВ, 8-9 кэВ, 9-10 кэВ, 10-11 кэВ. Такое спектральное разбиение позволило наблюдать падение, а в некоторых случаях, и увеличение интенсивности рентгеновского излучения микровспышек и теплового фона солнечной короны. В отдельных случаях наблюдалось смещения максимума падения интенсивности рентгеновского излучения в сторону более жестких энергий. Более детальный анализ данных позволил установить компоненты излучения, которые чаще других ответственны за падение интенсивности: это компонента 3-4 кэВ и 4-5 кэВ, а в ряде случаев 7-8 кэВ и 8-9 кэВ. В работах [2] и [3] был установлен факт независимости наблюдаемых явлений от вспышек и всех явлений в активных вспыхивающих областях солнечной короны. А также было сделано предположение о том, что физический механизм найденных явлений, скорее всего, лежит в области квантовых процессов, и, в свою очередь, этот механизм может являться причиной аномального нагрева плазмы солнечной короны.

Систематизация данных, полученных в проекте *RHESSI* в течении трех месяцев 2003 года, позволила получить интегральный энергетический спектр теплового рентгеновского фона солнечной короны в диапазоне энергий 2-25 кэВ. На рис. 1 представлен энергетический спектр рентгеновского излучения солнечной короны за три месяца. По оси X приводятся значения энергий в кэВ-ах, по оси Y – значения интенсивностей энергетического спектра от 2 до 25 кэВ в имп/с. Как видно из графика, особенности поведения рентгеновского фона наблюдаются в диапазоне энергий 3-4 кэВ, 5-6 кэВ, а так же в 12-13 кэВ. “Провалы” в интенсивности рентгеновского излучения солнечной короны, видимые на интегральном спектре за трехмесячный период, свидетельствуют в пользу масштабности данного явления и исключают ошибку в интерпретации данных.

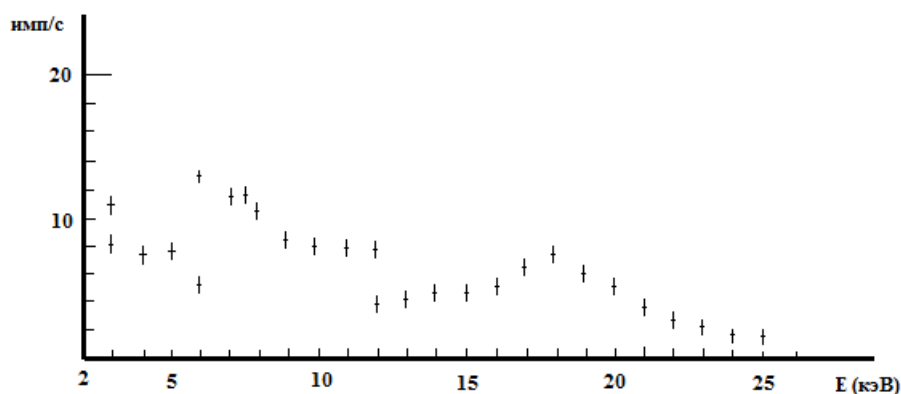


Рис. 1 Энергетический спектр теплового фона солнечной короны, полученный по данным RHESSI с января по март 2003 года

Таким образом, вывод, сделанный в работе [4] о существовании массивных фотонных пар и их распаде в магнитном поле солнечной короны подтверждается еще графиком, представленным на рис. 1, и свидетельствует в пользу теории нагрева плазмы солнечной короны энергией, выделяющейся при распаде массивных фотонных пар. При этом, как уже отмечалось в работе [4], энергия исходного рентгеновского потока падает, что мы и наблюдаем в виде снижений интенсивностей в спектрах теплового фона солнечной короны.

Интересным фактом, свидетельствующим в пользу существования массивных фотонных пар и их распада в магнитных полях, являются и вариации интенсивности рентгеновского фона магнитосферы Земли, при чем в близком диапазоне энергий: 2-6 кэВ. Эти данные были получены в миссии *XMM-Newton* [10]. Основной целью проекта *XMM-Newton* являлась попытка зарегистрировать солнечные аксионы. Аксионы, гипотетические псевдоскалярные элементарные частицы, являются одним из кандидатов на роль частиц темной материи. Аксионы, согласно существующим гипотезам, должны излучаться недрами Солнца и звезд. Это - электрически нейтральные частицы, участвующие в электромагнитном и гравитационном взаимодействиях. Теоретически, под действием статического электрического или магнитного поля, аксион должен спонтанно распадаться на два фотона. Следовательно, аксионы, при их наличии, должны конвертироваться в фотоны в магнитном поле Земли. Именно этот эффект был основной целью миссий *XMM-Newton* [10] и *XMM-Newton* зарегистрировал сезонное изменение рентгеновского фона магнитосферы Земли.

На основании результатов, полученных от *XMM-Newton*, был сделан вывод [10] о том, что аксионы – кандидаты частиц темной материи – действительно производятся в ядре Солнца и действительно превращаются в мягкие рентгеновские лучи в магнитном поле Земли, что приводит к возникновению сезонно-переменной компоненты рентгеновского фона в диапазоне 2-6 кэВ. Однако, такое объяснение найденных вариаций рентгеновского фона магнитосферы

Земли, противоречит простой логике и теоретическим представлениям о свойствах аксионов. Согласно теоретическим представлениям, аксионы – частицы слабо взаимодействующие. Потому-то, как считают сторонники существования аксионов, их до сих пор не зарегистрировали. Но если аксионы рождаются в недрах Солнца и звезд, то они сразу же попадают в под влияние сильнейшего магнитного поля Солнца или звезды и обязаны конвертироваться в фотоны за долго до их попадания в межзвездное пространство. Таким образом, попасть в магнитосферу Земли, и оказывать влияние на рентгеновский фон околоземного пространства аксионы просто не могут успеть. Именно поэтому, версия о том, что причиной сезонных вариаций рентгеновского фона магнитосферы Земли являются аксионы, представляется не верной. Скорее всего, причиной этих вариаций служат массивные фотонные пары, которые рождаются не только в недрах звезд, но и повсюду в пространстве. Попадая в магнитное поле Земли, фотонные пары распадаются и вызывают те самые эффекты, которые зарегистрировал *XMM-Newton* [4].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В работе приводятся теоретические и экспериментальные доказательства в пользу модели ускоренно расширяющейся Вселенной без Большого Взрыва. Эти же данные свидетельствуют в пользу существования массивных фотонных пар (сверхлегких скалярных бозонов) и теории нагрева солнечной короны при распаде массивных фотонных пар. В результате проведенного анализа и на основании данных с космических миссий *RHESSI*, *XMM-Newton*, *Plank* можно сделать следующие выводы:

1. Полученный интегральный энергетический спектр теплового фона солнечной короны в диапазоне энергий 2-25 кэВ по данным проекта *RHESSI*, подтверждает явление падения интенсивности рентгеновского излучения солнечной короны в диапазоне малых энергий.

2. Существование “провалов” в интегральном энергетическом спектре теплового фона солнечной короны свидетельствует о масштабности данного явления и исключает возможность ошибки в интерпретации данных.

3. Наличие явления падения интенсивности в энергетическом спектре рентгеновского фона солнечной короны в диапазоне малых энергий свидетельствует в пользу наличия массивных фотонных пар, рождающихся в плазме солнечной короны и в недрах Солнца, а так же в пользу явления распада этих пар в магнитном поле солнечной короны, и в пользу нагрева плазмы солнечной короны энергией, выделяющейся при распаде массивных фотонных пар.

4. Вариации интенсивности рентгеновского фона магнитосферы Земли в диапазоне энергий 2-6 кэВ, полученные в проекте *XMM-Newton*, свидетельствуют в пользу существования массивных фотонных пар.

5. Вариации космического микроволнового фона, представляющие из себя набор концентрических колец, в которых разброс температуры микроволнового фона аномально низок в сравнении с присутствующими по всему небу колебаниями, полученные в миссии *Planck*, свидетельствуют в пользу возникновения множественных неустойчивостей в вакуумной фазе материи, и формирования из этих неустойчивостей центров возникновения фундаментальной массы вещества – массивных фотонных пар в первые моменты существования нашей Вселенной.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Мирзоева И.К. Энергетический спектр временных профилей слабых всплесков мягкой компоненты рентгеновского излучения Солнца. // Письма в Астрономический журнал. 2005. Т.31. №1. С.57. [И. К. Mirzoeva Energy Spectrum of the Time Profiles for Weak Solar Soft X-ray Bursts. *Astronomy Letters*. 2005. Vol.31. №1. P.57]
2. Мирзоева И.К. Падение интенсивности рентгеновского излучения Солнца в диапазоне энергий от 2 до 15 кэВ и нагрев солнечной короны // Физика плазмы. 2013. Т.39. №4. С.355-366. [Mirzoeva I.K. Reduction in the Intensity of Solar X-ray Emission in the 2- to 15-keV Photon Energy Range and Heating of the Solar Corona. *Plasma Physics Reports*. 2013. Vol.39. №4. P.P. 355-366]
3. Мирзоева И.К. Мелкомштанная структура теплового рентгеновского фона солнечной короны и микровспышек в диапазоне энергий от 3 до 16 кэВ// Физика плазмы. 2018. Т.44. №1 . С.102-111. [Mirzoeva I. K. Small-Scale Structure of Thermal X-Ray Background of the Solar Corona and Microflares in the Photon Energy Range of 3-16 keV. *Plasma Physics Reports*. 2018. Vol. 44. №1. P.P.102-111]
4. Мирзоева И.К., Чефранов С.Г. Вариации интенсивности рентгеновского излучения солнечной короны и нагрев корональной плазмы в свете квантовой теории фотонных пар // Физика плазмы. 2018. Т.44. №10. С.791-797[Mirzoeva I.K., Chefranov S.G. Variations in the X-ray Intensity of the Solar Corona and Heating of the Coronal Plasma in the Context of the Quantum Theory of Photon Pairs. *Plasma Physics Reports*. 2018. Vol. 44. №10. P.P. 920 - 925].
5. Чефранов С.Г, Новиков Е.А. Гидродинамические вакуумные источники самозарождения темной материи в ускоренно расширяющейся Вселенной без “Большого Взрыва”// Журнал Экспериментальной и Теоретической Физики. 2010. Т.138. Вып. 5(11). С. 830-843 [S. G. Chefranov S. G. Novikov E. A. Hydrodynamic vacuum sources of dark matter self-generation in accelerated universe without Big Bang. *Journal of Experimental and Theoretical Physics*. 2010. Vol. 111. № 5. P.P. 731-743].
6. Глинер Э.Б. Алгебраические свойства тензора энергии-импульса и вакуумоподобное состояние материи // Журнал Экспериментальной и теоретической Физики. 1965. Т.49. С. 542 [Gliner E.B. Algebraic properties of the Energy-Momentum Tensor and Vacuum-Like States of Matter. *Journal of Experimental and Theoretical Physics*. 1966. Vol.22. №2. P.P. 378-372]
7. Глинер Э.Б. Вакуумоподобное состояние среды и фридмановская космология // Доклады Академии Наук СССР. 1970. Т.192. №4 С. 771-774
8. Л.Д. Ландау, Е.М. Лифшиц // Теория поля. Наука. Москва. 1973.
9. V.G. Gurzadyan and R. Penrose. CCC and Fermi paradox / Официальный сайт международного научного архива 2015. arXiv:1512.00554v2. URL: <https://arxiv.org>.
10. G.W. Fraser , A.M. Read , S. Sembay , J.A. Carter and E. Schyns. Potential solar axion signatures in X-ray observations with the XMM-Newton observatory / Официальный сайт международного научного архива. 2014. arXiv:1403.2436. URL: <https://arxiv.org>.