

Создание пакета программ для численных расчётов траектории частиц в магнитосфере Земли и его применение для обработки данных эксперимента PAMELA.

Content

В настоящее время получены научные данные прецизионного эксперимента PAMELA [1], проводящего измерение направленных потоков различных частиц в околоземном пространстве с 2006 по 2016 годы. Определенные прибором характеристики частиц (тип, энергия, направление прилета) позволяют провести численные расчеты их траекторий движения в магнитном поле Земли (магнитосфере) до попадания в прибор. С помощью полученных траекторий можно определить источник частиц, механизмы проникновения и движения частиц в магнитосфере, и др.

Существуют различные способы расчета траектории заряженной частицы в магнитном поле, основанные на методах решения дифференциальных уравнений, таких как Рунге-Кутта, частица-в-ячейке и др. В работе реализован метод частица-в-ячейке по схеме Бунеман-Борис [2,3] для расчета траектории заряженной частицы путем решения уравнения движения в неоднородном магнитном поле. Особенностью этой схемы является сохранение кинетической энергии частицы в магнитном поле, а также достаточно высокая производительность, которая позволяет применять её к экспериментальным данным. Для описания магнитосферы Земли в пакет программ введены модели IGRF [4] и Цыганенко [5]. Реализованный метод применен к экспериментальным данным спектрометра PAMELA: восстановлены траектории частиц, зарегистрированных в области Бразильской магнитной аномалии, проводится анализ результатов.

Литература

1. Trapped proton fluxes at low earth orbits measured by the pameLA experiment, <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/2041-8205/799/1/L4>
2. Yuting Ng «Introduction to motion of charged particles in Earth's magnetosphere» <https://www.s.u-tokyo.ac.jp/en/utrip/archive/2013/pdf/06NgYuting.pdf>
3. Vay, J. L. Simulation of beams or plasmas crossing at relativistic velocity Phys. Plasmas 15 056701, 2008.
4. International Geomagnetic Reference Field (IGRF) Model <https://link.springer.com/article/10.5047/eps.2010.07.006>
5. Tsyganenko, N. A., A magnetospheric magnetic field model with a wrapped tail current sheet, Planet. Space Sci., 37, 5-20, 1989.

Primary author: ГОЛУБКОВ, Владислав

Co-author: МАЙОРОВ, Андрей (НИЯУ МИФИ)

Submitted by ГОЛУБКОВ, Владислав on Monday 18 May 2020

ПКЛ1:

Прямые измерения и теория (ядра, электроны, гамма)

Временные вариации потока ядер лития ГКЛ с 2006 по 2016 гг. по данным эксперимента PAMELA

Content

Изучение временной зависимости потоков легких ядер позволяет дополнить существующую модель долговременной солнечной модуляции галактических космических лучей (ГКЛ). На сегодняшний день отсутствует информация о вариациях потоков ядер лития в течение 11-ти летнего цикла солнечной активности с жесткостью выше 2 ГВ (соотв. кин. энергии от ≈ 0.35 ГэВ/н.) [1]. В работе приведены энергетические спектры ядер лития галактического происхождения, измеренные в рамках эксперимента PAMELA в диапазоне жесткостей от 0.5 до сотен ГВ. Полученные спектры усреднены по 4-6 месячным интервалам и покрывают часть 23-24 циклов солнечной активности с 2006 по 2016 гг. Установлены вариации низкоэнергетической части спектра до $\approx 5-7$ ГВ.

1. Bindi V., et. al, 2017. *Overview of galactic cosmic ray solar modulation in the AMS-02 era*, Advances in Space Research, 60 (4), 865-878, <https://doi.org/10.1016/j.asr.2017.05.025>

Primary authors: EPIFANOV, Artem (NRNU MEPhI); MAYOROV, Andrey (NRNU MEPhI)

Co-author: PAMELA COLLABORATION

Submitted by EPIFANOV, Artem on Monday 18 May 2020

Амплитудные и временные характеристики 27-дневных вариаций потока ГКЛ, зарегистрированных в эксперименте PAMELA с 2006 по 2016 г.

Content

С июня 2006 года по январь 2016 года магнитный спектрометр PAMELA [1] проводил прецизионные измерения потоков космических лучей на околоземной орбите. В эксперименте получены суточные дифференциальные энергетические спектры частиц различного типа в широком диапазоне энергий от нескольких десятков МэВ до сотен ГэВ, что позволяет изучать временную динамику их потоков.

В течение 10 лет измерений обнаружены несколько эпизодов возникновения 27-дневных вариаций галактических космических лучей [2]. В работе определены энергетическая и временная зависимости амплитуды вариаций в потоках протонов и гелия. Для определения амплитуды использован вейвлет-анализ, позволяющий работать с нестационарными временными рядами и выделять 27-дневные гармоники в различные моменты времени.

Проведено сравнение полученных амплитудно-энергетических зависимостей, соответствующих разным случаям возникновения вариаций. Показано, что в области высоких энергий (> 1 ГВ) они могут быть описаны степенным законом с различными показателями степени. Обнаружено отклонение от этого закона в интервале 0.4 – 1 ГВ. Рассмотрение вариаций при низких энергиях (< 0.4 ГВ) по данным других экспериментов подтверждает эффект.

Список литературы

[1] Picozza P., Galper A.M., Castellini G. et al. PAMELA // *Astropart. Phys.*, 2007, v. 27, p. 296.

[2] Troitskaya I.K., Mayorov A.G., Malakhov V.V. et al. // *Bull. Russ. Acad. Sci. Phys.*, 2019, v. 83, p. 576.

Primary authors: YULBARISOV, Rustam (NRNU MEPhI); MAYOROV, Andrey (NRNU MEPhI)

Submitted by YULBARISOV, Rustam on Monday 18 May 2020

Измерение потоков протонов прямого и возвратного альbedo в эксперименте PAMELA

Content

Работа посвящена измерению дифференциальных энергетических спектров протонов прямого и возвратного альbedo в разных областях околоземного пространства с использованием данных, полученных спектрометром PAMELA [1]. PAMELA — это спутниковый эксперимент, основанный на магнитном спектрометре, предназначенный для изучения потоков заряженных частиц в космическом излучении. Он был запущен в 2006 г. на околоземную орбиту и завершил работу в 2016 году. Магнитный спектрометр включает набор детекторных систем, служащих для идентификации типа частицы, измерения величины и знака заряда, жёсткости, скорости, массы и энергии частиц.

Частицы альbedo широко изучаются с 1950-х гг., но до сих пор существует множество не решённых проблем, которые сохраняют научный интерес к этой теме. Эксперимент PAMELA дает возможность провести независимые прецизионные измерения потоков протонов прямого и возвратного альbedo в широком энергетическом диапазоне в различных областях околоземного пространства.

При помощи моделирования прохождения частиц через прибор PAMELA в среде Geant 4 [2] выбраны критерии отбора для идентификации протонов прямого и возвратного альbedo. Полученные критерии применены к экспериментальным данным и после проведенной обработки и анализа восстановлены дифференциальные энергетические спектры протонов прямого и возвратного альbedo для низких и высоких геомагнитных широт.

Литература

1. O. Adriani, G. Barbarino, G.A. Bazilevskaaya et al, PAMELA - A Payload for Antimatter Matter Exploration and Light-nuclei Astrophysics, *Astroparticle Physics*, V.27, pp. 296–315, 2007
2. S. Agostinelli et al., Geant4 - A Simulation Toolkit, *Nucl. Instrum. Meth. A* 506, pp. 250-303, 2003

Primary author: GOLUB, Olga (NRNU MEPhI)

Co-authors: MAYOROV, Andrey (NRNU MEPhI); Mrs MOROZOVA, Daria (MEPhI)

Submitted by **GOLUB, Olga** on **Friday 22 May 2020**

Ускорение космических лучей в остатках сверхновых с неоднородным распределением плотности

Content

Исследуется ускорение космических лучей ударными волнами, распространяющимися в кавернах горячего разреженного газа, созданных звездным ветром предсверхновой. Определены спектры ускоренных частиц и тепловое излучение остатка. Обсуждается возможность наблюдения галактических ПэВ-ных ускорителей космических лучей (Пэватронов).

Primary authors: Dr ZIRAKASHVILI, Vladimir (IZMIRAN); PTUSKIN, Vladimir (IZMIRAN)

Comments:

устный доклад

Submitted by **ZIRAKASHVILI, Vladimir** on **Wednesday 27 May 2020**

Определение спектров эволюционирующих пространственно распределенных источников космических лучей сверхвысоких энергий

Content

Исследуется влияние космологической эволюции и пространственного распределения источников на решение обратной задачи об определении спектров источников космических лучей сверхвысоких энергий. Решение учитывает распространение и потери энергии протонов и ядер в расширяющейся Вселенной. Спектры источников космических лучей сверхвысоких энергий определяются из наблюдательных данных обсерватории Auger.

Primary authors: Dr ZIRAKASHVILI, Vladimir (IZMIRAN); PTUSKIN, Vladimir (IZMIRAN); Mrs ROGOV-AYA, Svetlana (IZMIRAN)

Comments:

постер

Submitted by ZIRAKASHVILI, Vladimir on Wednesday 27 May 2020

Основные результаты эксперимента НУКЛОН

Content

Представлены основные научные результаты, полученные в течение трех лет экспозиции орбитального эксперимента НУКЛОН и последующей обработки данных. В ходе эксперимента был измерен химический состав и энергетический спектр космических лучей в области 2-500 ТэВ. Получены отдельные спектры обильных ядер. Измерен спектр ядер никеля высоких энергий. Измерены потоки высокоэнергичных вторичных ядер. Исследована зависимость отношения потоков протонов и ядер гелия от магнитной жесткости. Обнаружено универсальное "колесо" в спектрах различных ядер по магнитной жесткости. Сделан вывод о наличии возможного близкого источника космических лучей.

Primary author: TURUNDAEVSKIY, Andrey (SINP MSU)

Submitted by TURUNDAEVSKIY, Andrey on Wednesday 27 May 2020

Молодые звездные скопления как источники обогащенных Ne-22 галактических космических лучей

Content

В результате измерения изотопного состава космических лучей (КЛ) еще в конце 1970-х были обнаружены существенные отличия от стандартного солнечного химического состава, одним из наиболее важных среди которых является избыток ^{22}Ne в космических лучах (изотопное отношение $^{22}\text{Ne}/^{20}\text{Ne}$ в КЛ выше, чем в солнечном ветре, более чем в 5 раз). Согласно современным моделям звездного нуклеосинтеза, значительное количество ^{22}Ne генерируется в звездах Вольфа-Райе, а именно в их углеродной последовательности. Отношение $^{22}\text{Ne}/^{20}\text{Ne}$ в ветрах таких звезд может во много раз превышать стандартное значение. В данной работе обсуждаются молодые массивные звездные скопления, содержащие популяцию звезд Вольфа-Райе, как потенциальные источники галактических КЛ энергий порядка ГэВ, обогащенных ^{22}Ne . Предполагается, что эти частицы ускоряются на совокупности ударных волн от ветров массивных звезд. Представлены оценки доли космических лучей от таких источников, необходимой для того, чтобы удовлетворить наблюдаемому изотопному отношению $^{22}\text{Ne}/^{20}\text{Ne}$.

Primary authors: КАЛЯШОВА, Мария (ФТИ им. А.Ф.Иоффе); Др БЫКОВ, Андрей (ФТИ им. А.Ф. Иоффе); ОСИПОВ, Сергей (ФТИ им. А.Ф.Иоффе)

Submitted by KALYASHOVA, Maria on Friday 29 May 2020

Нелинейное Монте-Карло моделирование ускорения частиц бесстолкновительной ударной волной при различных законах рассеяния

Content

Вблизи фронтов бесстолкновительных ударных волн в остатках сверхновых звезд происходит ускорение частиц по механизму Ферми первого порядка при их рассеянии на флуктуациях магнитного поля до энергий порядка $10(15)$ эВ. Магнитные поля в предфронте ударной волны усиливаются за счет плазменных неустойчивостей, вызванных анизотропией функции распределения ускоренных частиц. Значительная часть потока энергии, натекающего на фронт ударной волны, идет на ускорение частиц. Градиент давления ускоренных частиц модифицирует течение плазмы в предфронте ударной волны. В процессе развития неустойчивостей, рассеивающие центры начинают двигаться относительно системы покоя фоновой плазмы. Значение скорости относительного движения рассеивающих центров и системы покоя фоновой плазмы значительно влияет на процесс ускорения частиц и, соответственно, на усиление магнитных флуктуаций. В работе представлена нелинейная модель Монте-Карло, в которой спектры ускоренных частиц и магнитных флуктуаций рассчитаны самосогласованно, с учетом плазменных неустойчивостей. Модель включает нелинейный турбулентный каскад и нагрев фоновой плазмы при диссипации турбулентной энергии. Рассмотрены различные законы рассеяния. Показано, что спектр ускоренных частиц значительно смягчается в случае использования обобщенного режима мелкомасштабного рассеяния, по сравнению с Бомовским законом рассеяния.

Primary author: ОСИПОВ, Сергей (ФТИ им. А.Ф. Иоффе)

Co-author: Др БЫКОВ, Андрей (ФТИ им. А.Ф. Иоффе)

Submitted by ОСИПОВ, Сергей on Saturday 30 May 2020

Методика восстановления направленных потоков в околоземном пространстве

Content

До недавнего времени измерения потоков вторичных космических лучей в околоземном пространстве не отличались высокой пространственно-угловой точностью, поскольку существовавшие приборы не были оснащены необходимыми для этого координатно-чувствительными детекторами. При этом характеристики частиц, связанные с их движением в магнитном поле Земли (например, пугч-угол), определялись относительно вертикальной оси прибора и могли принимать любые значения, ограничиваясь только углом раствора его апертуры. Новые возможности экспериментального изучения потоков частиц в околоземном пространстве появились недавно, когда на орбите стали проводиться наблюдения на современных спектрометрах, таких как PAMELA и AMS-01, 02. Возможности используемой научной аппаратуры позволяют с высокой точностью определять энергию частиц, а также направление их прилёта с угловым разрешением около нескольких градусов (~ 2 градусов для прибора PAMELA). Однако, такая прецизионная информация требует усложнения процедуры восстановления направленных потоков и дифференциальных энергетических спектров регистрируемых частиц: прибор обладает разными характеристиками (например, светосилой, экспозицией) по отношению к регистрации частиц, входящих в прибор под разными углами. Определение отклика прибора особенно важно в условия анизотропных потоков частиц в радиационных поясах Земли. В докладе будет подробно рассмотрен метод, позволяющий рассчитать все характеристики прибора PAMELA, время наблюдения и др. для измерения потоков вторичных частиц в околоземном космическом пространстве. Будет показано, как в эксперименте определяются типы и природа частиц, вычисляются инварианты их движения, а также приведены предварительные результаты восстановления химического состава и направленных потоков вторичных космических лучей.

Primary authors: MALAKHOV, Vitaly (NRNU MEPhI); MAYOROV, Andrey (NRNU MEPhI); Mrs RODENKO, Svetlana (National Research Nuclear University MEPhI); ГОЛУБКОВ, Владислав; ОТ ИМЕНИ КОЛЛАБОРАЦИИ ПАМЕЛА

Submitted by MALAKHOV, Vitaly on Sunday 31 May 2020

Распространение космических лучей в гало Галактики с учетом возбужденных ими волн

Content

Задачи о происхождении, эволюции и перемещении космических лучей в Галактике требуют указать область пространства, в котором заряженные частицы проводят большую часть времени – галактическое гало. Концепция гало космических лучей была предложена в 1953 году В.Л. Гинзбургом, а в 1964 году Гинзбург и Сыроватский предложили рассматривать гало Галактики как цилиндр фиксированной высоты. Эта модель до сих пор используется для большинства астрофизических задач, в том числе и в широко известном коде GALPROP. Данная модель успешно описывает как наблюдаемый изотопный состав космических лучей, так и гамма-излучение, вызванное взаимодействием заряженных частиц с веществом и мягкими фотонами.

Несмотря на успехи модели гало с фиксированной высотой, нерешенным остается вопрос о природе данного гало. В частности, не ясно, какой физический процесс определяет его характерную высоту. Также не очевидно, почему коэффициент пространственной диффузии должен быть постоянен по всему объему гало, параметры газа в котором сильно меняются с высотой.

В рамках нашей работы мы предполагаем, что турбулентность, ответственная за диффузию частиц, генерируется в диске Галактики, а затем выносится в галактическое гало. В процессе взаимодействия с убегающими из Галактики космическими лучами, данная турбулентность усиливается, формируют в результате согласованный поток космических лучей. В рамках данной модели ограниченный размер гало получается автоматически из-за градиента плотности газа в Галактики и связанными с ним адиабатическими потерями.

Primary authors: Prof. DOGIEL, Vladimir (LPI); Prof. IVLEV, Alexei (MPE); Dr CHERNYSHOV, Dmitry (LPI)

Submitted by CHERNYSHOV, Dmitry on Sunday 31 May 2020

A possibility of interpretation of the cosmic ray knee near 10 TV as a contribution of a single close source

Content

This report presents a description of a cosmic rays diffusive propagation model of a close point-like flash lamp like source and an approximation of experimentally observed spectral irregularity with this model. We show that this spectral irregularity can be explained using the presented model and provide the most probable characteristics of such a source as well as several observed and identified sources which can be candidates for this role.

Primary authors: Mr KUDRYASHOV, Ilya (sinp msu); Dr LATONOV, Vasily; Prof. PANOV, Alexandr

Submitted by KUDRYASHOV, Ilya on Sunday 31 May 2020

Отношения спектров вторичных космических лучей к первичным по результатам эксперимента НУКЛОН

Content

В данном докладе представлены отношения спектров ядер бора к углероду, азота к кислороду и группы ядер с зарядами 16-24 к железу, измеренные орбитальным экспериментом НУКЛОН за период с 2015 по 2017 год. Полученные результаты позволяют уточнить оценки параметров распространения галактических космических лучей.

Primary author: KOVALEV, Igor (SINP MSU)

Submitted by KOVALEV, Igor on Sunday 31 May 2020

Текущий статус миссии НУКЛОН-2

Content

НУКЛОН-2 - разрабатываемый эксперимент по прямому измерению изотопного и зарядового состава средних, тяжелых и сверхтяжелых ядер космических лучей ($Z < 82$) в диапазоне энергий 300 МэВ/Нуклон - 1 ТэВ/Нуклон. В докладе представлены текущий статус миссии, новые результаты проведенных симуляций, а также проект ДЧС-НИКА, в рамках которого планируется провести часть пучковых экспериментов.

Primary author: KURGANOV, Aleksandr (SINP MSU)

Co-authors: Mr KARMANOV, Dmitriy (SINP MSU); KOVALEV, Igor (SINP MSU); Mr KUDRYASHOV, Ilya (SINP MSU); Dr PANOV, Aleksandr (SINP MSU); Mr PETR, Tkatchev (SINP MSU); Mr PODOROZHNYI, Dmitriy (SINP); Mr TURUNDAEVSKIY, Andrey (SINP MSU); Mr VASILIEV, Oleg (SINP MSU)

Submitted by KURGANOV, Aleksandr on Sunday 31 May 2020

Можно ли поставить ограничения на напряжённость внегалактического магнитного поля по наблюдению каскадных гамма-квантов от гамма-всплеска GRB 190114C?

Content

Гамма-кванты высоких и очень высоких энергий на пути от внегалактических источников к наблюдателю могут поглощаться [1] в процессе $\gamma + \gamma_{\text{EBL}} \rightarrow e^+ + e^-$ на фотонах фонового внегалактического света (extragalactic background light, EBL). В результате поглощения гамма-кванта на фотонах EBL образуется электрон-позитронная пара (далее для краткости – просто электроны). Электроны, двигаясь в межгалактическом пространстве в присутствии внегалактического магнитного поля (extragalactic magnetic field, EGMF), отклоняются от первоначального направления и теряют свою энергию в процессах обратного рассеяния Комптона преимущественно на фотонах реликтового излучения: $e + \gamma \rightarrow e + \gamma$. Каскадные гамма-кванты γ также могут наблюдаться у Земли, однако они приходят с задержкой во времени по сравнению с первичными непоглощёнными гамма-квантами γ , поскольку электроны, их излучившие, отклоняясь в магнитном поле, проходят больший путь по сравнению с первичными гамма-квантами. Величина задержки зависит от напряжённости B EGMF и его длины когерентности λ – характерного расстояния, на котором поле приблизительно можно считать однородным. Помимо задержки каскадных γ -квантов можно наблюдать уширение их углового распределения.

Постановка ограничений на напряжённость слабых магнитных полей $B \leq 10^{-18} - 10^{-17}$ Гс возможна по наблюдению каскадных гамма-квантов от гамма-всплесков [2]. 14-го января 2019 г. детекторы Burst Alert Telescope (BAT) и Gamma-ray Burst Monitor (GBM) зарегистрировали гамма-всплеск GRB 190114C [3, 4]. По их сигналу был наведён наземный черенковский гамма-телескоп MAGIC, который зарегистрировал высокоэнергичное гамма-излучение от этого же гамма-всплеска GRB 190114C [5]. Регистрация излучения гамма-всплеска такой высокой энергии (до ~ 1 ТэВ) позволяет восстановить первичный (intrinsic) спектр источника. Затем по известному спектру можно промоделировать развитие электромагнитного каскада при различных значениях параметров EGMF и сравнить так называемый спектр каскадного эха, полученный в результате моделирования, с данными наблюдений космических гамма-телескопов.

В нашей работе [6] мы проводим анализ данных гамма-телескопа Fermi-LAT по наблюдению каскадных фотонов от гамма-всплеска GRB 190114C и приходим к выводу, что чувствительность данного телескопа недостаточно. Однако, проектируемый массивный аргоновый космический телескоп MAST [7] мог бы поставить ограничения на напряжённость EGMF $B \leq 10^{-18} - 10^{-17}$ Гс.

Литература:

1. Nikishov A. I. // Sov. Phys. JETP. — 1962. — Vol. 14. — P. 393.
2. Plaga, R. // Nature. — 1995. — Vol. 374. — P. 430–432.
3. Gropp J. D., Kennea J. A., Klingler N. J. et al. // GCN Circulars. — 2019. — 23688. — <https://gcn.gsfc.nasa.gov/gcn3/23688.gcn3>.
4. Hamburg R., Veres P., Meegan C. et al. // GCN Circulars. — 2019. — 23707. — <https://gcn.gsfc.nasa.gov/gcn3/23707.gcn3>.
5. MAGIC Collaboration. // Nature. — 2019. — Vol. 575, no. 7783. — P. 455–458.
6. Dzhataoev T., Podlesnyi E., Vaiman I. // Phys. Rev. D. — 2020, under review. — <https://arxiv.org/abs/2002.06918>.
7. Dzhataoev T., Podlesnyi E. // Astropart. Phys. — 2019. — Vol. 112. — P. 1–7.

Primary author: PODLESNYI, Egor (Lomonosov Moscow State University)

Co-authors: Dr DZHATDOEV, Timur (Lomonosov Moscow State University); VAIMAN, Igor (Lomonosov Moscow State University)

Submitted by PODLESNYI, Egor on Monday 01 June 2020

Регистрация антипротонов в радиационном поясе Земли в эксперименте PAMELA

Content

Магнитный спектрометр PAMELA на борту космического аппарата Ресурс-ДК1 измерял потоки заряженных частиц и античастиц в космическом излучении с июня 2006 года по январь 2016 года [1]. В 2011 году по результатам измерений были впервые обнаружены антипротоны вторичного происхождения в околоземном пространстве и измерен энергетический спектр альбедной и захваченной компонент в энергетическом диапазоне от 60 до 750 МэВ [2].

Таким образом, механизмы генерации потоков вторичных частиц распространяются на образование и захват магнитным полем Земли античастиц. В частности, для антинейтронов и антипротонов справедлив механизм CRANbarD аналогично механизму CRAND для нейтронов и протонов, а также не исключается процесс генерации антипротонов от прямого рождения протон-антипротонных пар в атмосфере [3, 4].

В работе приводятся результаты измерения потока антипротонов в радиационном поясе Земли по данным эксперимента PAMELA, полученным за весь период его проведения с использованием усовершенствованных алгоритмов обработки и выделения событий. Приводится анализ полученных результатов.

Литература

1. P. Picozza et al. PAMELA – A payload for antimatter matter exploration and light-nuclei astrophysics. *Astroparticle Physics*. 2007. Vol. 27. P. 296-315.
2. O. Adriani et al. *ApJL* 2011. 737: L 29 P. 5
3. M. Fuki, *Int. J. Mod. Phys. A*. 20, P. 6739
4. R. S. Selesnick et al. *Geophys. Res. Lett.* 2007. 34, P. 20

Primary authors: Mrs RODENKO, Svetlana (National Research Nuclear University MEPHI); MAYOROV, Andrey (NRNU MEPHI); MALAKHOV, Vitaly (NRNU MEPHI); ОТ ИМЕНИ КОЛЛАБОРАЦИИ PAMELA

Submitted by **RODENKO, Svetlana** on **Thursday 04 June 2020**

ИЗОТОПЫ БОРА И УГЛЕРОДА В ЭКСПЕРИМЕНТЕ PAMELA

Content

Анализ изотопного состава ядер в галактических космических лучах (ГКЛ) в орбитальном эксперименте PAMELA позволяет исследовать проблемы происхождения и распространения космических лучей в Галактике. Данные магнитного спектрометра PAMELA благодаря высокой статистической и методической точности обеспечили значительный прогресс в исследовании изотопного состава лёгких ядер от H до Be в ГКЛ в энергетической области $\sim 0.1-1$ ГэВ/нуклон и впервые позволили оценить вклад в ГКЛ локальных источников от близких (~ 100 пс) недавних (\sim млн. лет) взрывов сверхновых. Изотопный анализ ядер бора в ГКЛ к настоящему времени проведен только в энергетической области $\sim 0.08-0.17$ ГэВ/нуклон в космических экспериментах Voyager, Ulysses, ACE/CRIS, а отношение изотопов углерода $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$ измерено в эксперименте Voyager 1,2 при энергии 0.05-0.13 ГэВ/нуклон и в эксперименте ACE/CRIS оценен верхний предел для $^{14}\text{C}/^{12}\text{C}$ -отношения при энергиях 0.12-0.43 МэВ/нуклон. В настоящей работе с использованием данных PAMELA 2006-2014 гг. о жёсткости регистрируемых ядер и их скорости (времяпролётный анализ и ионизационные потери в многослойном калориметре) предпринята попытка определить впервые $^{11}\text{B}/^{10}\text{B}$ отношение в области энергий $\sim 0.1-1.0$ ГэВ/нуклон и оценить отношение $^{14}\text{C}/^{12}\text{C}$ при энергиях $\sim 0.1-1.5$ ГэВ/нуклон с использованием данных PAMELA для бора. Новые данные PAMELA расширяют энергетический диапазон предшествовавших измерений, согласуются с существующими измерениями и ожидаемыми из моделирования, но статистическая и методическая точность измерений не позволяет выделить вклад локальных источников бора в ГКЛ, а данные по отношению $^{14}\text{C}/^{12}\text{C}$ позволяют оценить нижние пределы расстояний до возможных локальных источников ^{14}C . Представлены результаты изотопного анализа ядер бора и углерода в ГКЛ (спектры ^{10}B , ^{11}B , $^{11}\text{B}/^{10}\text{B}$ -отношения, ^{12}C , ^{13}C , верхние пределы для отношения $^{14}\text{C}/^{12}\text{C}$ в зависимости от жёсткости и энергии ядер) в сравнении с существующими данными измерений и расчётами.

Список литературы

1. Adriani O., Barbarino G.C.,...Bogomolov E.A. et al., Ten Years of PAMELA in Space, *Rivista del Nuovo Cimento*, V.40, Issue 10, P.473-522, 2017;
2. Menn W., Bogomolov E.A., Simon M. et al., Lithium and Beryllium Isotopes with the PAMELA Experiment, *Astrophys. J.*, V.862, Issue2, P.141-152, 2018;
3. Богомолов Э.А., Васильев Г.И. от коллаборации PAMELA, Изотопы Li и Be в эксперименте PAMELA из полётных данных 2006-2014 гг., *Изв. РАН, сер. физ.*, Т.83, №8, С.1068-1071, 2019;
4. Bogomolov E.A., Vasilyev G.I., Menn W. and Voronov S.A., Boron Isotopes in the PAMELA Experiment, *Phys. Atom. Nucl.*, V.82, N6, P.704-709, 2019.

Primary author: БОГОМОЛОВ, Эдуард (ФТИ им. А.Ф.Иоффе)

Co-authors: ВАСИЛЬЕВ, Геннадий (ФТИ им. Иоффе); МЕНН, Вольфганг (Physics Department of Siegen University)

Submitted by **БОГОМОЛОВ, Эдуард** on **Friday 05 June 2020**

Спектры электронов и позитронов космических лучей выше 50 МэВ по данным эксперимента ПАМЕЛА

Content

Эксперимент ПАМЕЛА проводился почти десять лет на борту спутника Resurs DK1, который 15 июня 2006 года был выведен на околоземную орбиту с наклонением 70 ° и высотой 350–610 км. Прибор непрерывно измерял потоки электронов и позитронов космических лучей в широком диапазоне энергий от 50 МэВ до сотен ГэВ.

Спектры электронов и позитронов, усредненные за шесть месяцев, были получены с 2006 до 2015 годы, то есть с конца 23-го и в начале 24-го солнечного цикла, включая период обращения полярности межпланетного магнитного поля.

Прецизионные длительные измерения спектров электронов и позитронов дают важную информацию о распространении заряженных частиц через гелиосферу.

Проводится сравнение экспериментальных результатов с теоретическими моделями.

Primary author: МИХАЙЛОВ, Владимир (НИЯУ МИФИ)

Comments:

PAMELA collaboration

Submitted by МИХАЙЛОВ, Владимир on Tuesday 23 June 2020

О диффузии космических лучей с обратным влиянием на каскад магнитозвуковых волн в межзвездной среде

Content

Расчитан коэффициент диффузии галактических космических лучей с энергиями 106 - 1011 эВ в Галактике. Уравнение переноса космических лучей решается совместно с уравнением для плотности энергии турбулентности. Последнее является дифференциально-интегральным уравнением, описывающим нелинейный каскад магнитозвуковых волн к большим волновым числам и затухание волн за счет резонансного взаимодействия с частицами космических лучей. Полученные спектры ядер в космических лучах согласуются с экспериментальными данными, включая пик в отношении потоков вторичных ядер к первичным при энергии порядка 1 ГэВ/нуклон. Работа является развитием ранней работы V. Ptuskin et al ApJ 642, 902 (2006).

Primary authors: Dr PTUSKIN, Vladimir (IZMIRAN); Dr ZIRAKASHVILI, Vladimir (IZMIRAN); Dr MOSKALENKO, Igor (Stanford University); Prof. SEO, Eun-Suk (University of Maryland)

Submitted by Dr PTUSKIN, Vladimir on Friday 03 July 2020

Cherenkov radiation registration system from extensive air showers in Yakut array

Content

Four integral Cherenkov detectors, which observe impulse form, are developed and to put into operation. We have measured Cherenkov radiation time structure of extensive air showers in Yakut array during fall 2019 – spring 2020. Detectors description, their location and preliminary results of data treatment are given.

Primary authors: Mr MATARKIN, Stanislav (Yu.G. Shafer Institute of Cosmophysical Research and Aeronomy of Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences); TIMOFEEV, Lev (SHICRA SB RAS); Dr IVANOV, Anatoly (Yu.G. Shafer Institute of Cosmophysical Research and Aeronomy of Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences)

Submitted by Mr MATARKIN, Stanislav on Wednesday 04 March 2020

ПКЛ2:

Наземные измерения и теория (ядра, электроны, гамма)

О связи между коллайдерным «ridge»-эффектом и компланарностью частиц в космических лучах

Content

Рассматривается возможная связь т.п. «long-range ridge»-эффекта, обнаруженного Коллаборацией CMS на LHC при энергиях $\sqrt{s} = 7$ ТэВ с компланарностью в т.п. гамма-адронных семействах (группах отдельных частиц и электронно-фотонных каскадов с энергиями выше ~ 10 ТэВ) в стволах ШАЛ, впервые обнаруженную в экспериментах с рентгеноэмульсионными камерами. На основе моделирования протон-протонных взаимодействий с использованием модели FANSY 2.0 показано, что эти эффекты не противоречат друг другу и могут быть объяснены в рамках единого физического процесса.

Primary author: Dr MUKHAMEDSHIN, Rauf (INR RAS)

Submitted by Dr MUKHAMEDSHIN, Rauf on Tuesday 10 March 2020

Галактическая модель происхождения космических лучей.

Content

Существование в КЛ проникающей компоненты может играть решающую роль в интерпретации колена в спектре ШАЛ. Ряд экспериментов (ШАЛ, ПАМИР, АДРОН, ГОРИЗОНТ-Т) указывают на астрофизическое и возможно неядерное происхождение колена в спектре ШАЛ. С учетом необходимого условия стабильности частиц ПКЛ есть только один вариант неядерного происхождения КЛ, это квази-ядра - гипотетические частицы странной кварковой материи (странглеты). Приводятся основные характеристики модели КЛ с включением странглетов. Модель предполагает, что все космические лучи имеют Галактическое происхождение.

Primary author: Prof. SHAULOV, Sergey (FIAN)

Submitted by SHAULOV, Sergey on Monday 20 April 2020

Потоки нейтронов и гамма-излучения низкой энергии в ШАЛ, принадлежащих к области излома первичного спектра космических лучей

Content

В результате эксперимента, который проводился на Тянь-Шаньской высокогорной станции ФИАН, обнаружено, что в течение нескольких миллисекунд после прохождения широкого атмосферного ливня (ШАЛ) наблюдаются потоки нейтронов, имеющие тенденцию концентрироваться в области ствола ШАЛ. Основная масса этих нейтронов принадлежит к тепловому диапазону кинетических энергий. Интегральный по площади поперечного сечения ШАЛ флюенс нейтронов имеет степенную зависимость от первичной энергии ливня E_0 , причем показатель этой зависимости увеличивается вдвое при $E_0 \sim 3 \cdot 10^{15}$ эВ, то есть в области излома первичного спектра космических лучей.

Помимо нейтронов, ШАЛ сопровождается связанным с ним потоком гамма-излучения с преобладающей энергией $\sim(30-50)$ кэВ, интенсивность которого в центральной области ливня остается выше фоновой на протяжении нескольких секунд после момента его прохождения. Интегральный флюенс гамма-квантов также зависит от E_0 степенным образом, с удвоением показателя в области излома первичного спектра.

Поскольку любые особенности в поведении потока запаздывающих частиц должны отражать какие-то нетривиальные эффекты, имеющие место в процессе взаимодействия адронов ШАЛ, которые представляют собой источник регистрируемых нейтронов и гамма-лучей, дальнейшие эксперименты такого рода открывают новый канал для получения информации о характеристиках адронных взаимодействий высокой энергии.

Primary author: ЩЕПЕТОВ, Александр (ФИАН)

Co-authors: ВИЛЬДАНОВА, Людмила (ФИАН); ЖУКОВ, Валерий (ФИАН); КАЛИКУЛОВ, Оразалы (Казахский Национальный Университет им. Ал-Фараби, Институт экспериментальной и теоретической физики); КРЯКУНОВА, Ольга (Институт Ионосферы); МАМИНА, Светлана (ФИАН); РЯБОВ, Владимир (ФИАН); САДУЕВ, Нуржан (Казахский Национальный Университет им. Ал-Фараби, Институт экспериментальной и теоретической физики); САДЫКОВ, Турлан (Университет им. Сатпаева, Физико-технический институт); САЛИХОВ, Назыф (Институт Ионосферы); ЧУБЕНКО, Александр (ФИАН)

Submitted by **SHEPETOV, Alexander** on **Friday 24 April 2020**

Некоторые особенности широких атмосферных ливней при исследовании мюонов и запаздывающих частиц, зарегистрированных на установке ШАЛ МГУ.

Content

На установке ШАЛ МГУ изучались временные распределения частиц в ШАЛ. Исследования проводились с помощью двух неэкранированных сцинтилляционных детекторов, расположенных на поверхности и экранированного сцинтилляционного детектора, расположенного под слоем грунта эквивалентным 20 метрам водного столба.

В 3.5% ШАЛ с помощью неэкранированных детекторов были зарегистрированы сигналы от запаздывающих частиц, а в 60% были зарегистрированы мюоны с помощью экранированного детектора. В работе сравниваются свойства ШАЛ, в которых наблюдались запаздывающие частицы и ШАЛ в которых наблюдались мюоны с обычными ливнями, зарегистрированными установкой ШАЛ МГУ. Показано, что число частиц в ШАЛ, в которых наблюдались запаздывающие частицы, значительно превышает число частиц в ШАЛ, в которых наблюдались мюоны. Причем в ШАЛ, отобранных с зарегистрированными мюонами, большее число частиц наблюдалось в ШАЛ с числом частиц в интервале от 105 до 106 частиц, а с запаздывающими частицами от 106 до 107 частиц.

Полученные данные, возможно, содержат указания на разные процессы в ШАЛ, при которых возникают мюоны и запаздывающие частицы.

Primary author: Dr GARIPOV, Gali (Skobel'syn Institute of Nuclear Physics, Moscow State University, Moscow, 119234 Russia)

Submitted by **GARIPOV, Gali** on **Tuesday 28 April 2020**

Изучение характеристик космических лучей предельных энергий радиометодом на Якутской установке

Content

В работе рассматривается возможность изучения космических лучей предельных энергий с помощью измерений отклика радиоданной, настроенных на частоту 30-35 МГц. Показано, что с помощью радиометода в ливнях с энергией выше 1 ЕэВ были определены: углы прихода θ и ϕ , энергия частицы генерирующей широкий атмосферный ливень, продольное развитие ливня, а именно, глубина максимума каскадной кривой ШАЛ. Полученные характеристики дали возможность оценить атомный вес первичной частицы и заняться поиском источников космических лучей.

В работе приводятся результаты, полученные методом измерения радиоизлучения ШАЛ на Якутской установке, по изучению космических лучей в области предельных энергий.

Primary authors: Mr PETROV, Igor (Yu. G. Shafer Institute of Cosmophysical Research and Aeronomy SB RAS); Dr KNURENKO, Stanislav (Yu. G. Shafer Institute of Cosmophysical Research and Aeronomy SB RAS)

Submitted by Mr PETROV, Igor on Tuesday 05 May 2020

Оценка состава космических лучей по доле мюонов в ШАЛ с энергией выше 5 ЕэВ на Якутской установке

Content

В работе анализируется соотношение мюонов с порогом $\epsilon \geq 1$ ГэВ и заряженных частиц на расстоянии 600 м от оси ливня. Рассмотрены ливни с энергией выше 5 ЕэВ и зенитными углами $\theta < 60$ градусов. Экспериментальные данные сравниваются с расчетами по модели QGSJETП-04 для разных первичных ядер, включая гамма-квант. Качественно показано, что массовый состав первичных частиц в области энергий 5-10 ЕэВ в основном состоит из протонов и ядер гелия с небольшой долей тяжелых ядер. Выше энергий 20 ЕэВ состав становится тяжелее с меньшей долей протонов и ядер гелия. Отмечается, что в выборке ливней также присутствуют ливни с малой долей мюонов, которые вероятнее всего образованы первичными гамма-квантами.

Primary authors: Dr KNURENKO, Stanislav (Yu. G. Shafer Institute of Cosmophysical Research and Aeronomy SB RAS); PETROV, Igor (Yu. G. Shafer Institute of Cosmophysical Research and Aeronomy SB RAS)

Submitted by Mr PETROV, Igor on Tuesday 05 May 2020

Статус высокогорной установки ENDA-LHAASO

Content

В декабре 2019 г. в Тибете, на высоте 4410 м над уровнем моря в рамках международного проекта LHAASO была развернута и начала работу в тестовом режиме первая очередь установки ENDA (Electron-Neutron Detector Array), состоящая из 16 разработанных в ИЯИ РАН электронно-нейтронных детекторов (эн-детекторов). Целью исследований является, изучение энергетического спектра и массового состава космических лучей в диапазоне 1 – 100 ПэВ. Уникальной особенностью установки является одновременная регистрация по всей площади установки двух главных компонент ШАЛ, адронной и электронной, с помощью одних и тех же детекторов. В работе представлены основные параметры установки, полученные как в расчетах, так и в измерениях.

Primary authors: Dr СТЕНЬКИН, Юрий (ИЯИ РАН); ENDA, collaboration

Comments:

устный

Submitted by Dr STENKIN, Yuri on Tuesday 05 May 2020

Первые результаты полученные на установке из 16 электронно-нейтронных детекторов в ИЯИ РАН

Content

В рамках проекта LHAASO (Large High Altitude Air Shower Observatory) в Тибете создается установка ENDA (Electron Neutron Detector Array). На территории ИЯИ РАН в Москве создан прототип кластера установки ENDA из 16 электронно-нейтронных детекторов для изучения широких атмосферных ливней с энергиями выше 1 ПэВ. Проведена калибровка детекторов по электронной компоненте. В установке был применен новый метод сбора данных с использованием 32-канального АЦП фирмы CAEN. Метод отбора нейтронных импульсов проверен с использованием радиоактивных источников. В проекте полностью реализован метод одновременной регистрации широких атмосферных ливней и вариаций фона тепловых нейтронов. Получены первые данные.

Primary author: Dr SHCHEGOLEV, Oleg (INR RAS)

Co-authors: STENKIN, Yuri (INR RAS); Dr KULESHOV, Denis (INR RAS); Mr LEVOCHKIN, Kirill (INR RAS); Dr ALEKSEENKO, Victor (INR RAS); Dr STEPANOV, Vladimir (INR RAS)

Submitted by SHCHEGOLEV, Oleg on Wednesday 06 May 2020

Эксперимент «УФ атмосфера» (mini-EUSO) – широкоугольный линзовый телескоп на борту МКС

Content

В 2019 году на борт международной космической станции (МКС) был доставлен детектор Mini-EUSO в рамках космического эксперимента «УФ атмосфера». Научная аппаратура представляет собой широкоугольный ($\pm 20^\circ$) линзовый телескоп с высоким временным разрешением (2,5 мкс), устанавливаемый на прозрачный в УФ диапазоне иллюминатор Служебного модуля Российского сегмента станции. Прибор разработан и изготовлен международной коллаборацией JEM-EUSO и является полноценным прототипом флуоресцентного орбитального детектора космических лучей предельно высоких энергий (КЛ ПВЭ) K-EUSO. Оптическая схема телескопа Mini-EUSO представляет собой две плоские линзы Френеля диаметром 25 см, а фотоприемная поверхность – матрица многоанодных фотоэлектронных умножителей, обеспечивающих угловое разрешение ~ 16 мрад. Прибор проводит регистрацию событий как по триггеру (4 события в секунду) с высоким временным разрешением, так и непрерывный мониторинг свечения в поле зрения с интервалом 40 мс. Основные цели эксперимента – отработка методики орбитального эксперимента (оптической схемы, электроники фотодетектора, алгоритмов регистрации и анализа данных) и исследование транзитного УФ свечения атмосферы. За первые 6 месяцев работы аппаратуры на МКС было проведено 14 сеансов эксперимента по 8 часов измерений. Проведена регистрация медленных вариаций УФ свечения: облачного покрова и антропогенных источников, молниевых разрядов и транзитных высоко атмосферных явлений грозового происхождения (события типа «эльф») и метеоров. Зарегистрирован ряд необычных УФ вспышек длительностью около 150 мкс, природа которых не ясна на данный момент. Показана надежность работы аппаратуры и эффективность регистрации явлений разнообразного типа, что является важным шагом при разработке детектора КЛ ПВЭ.

В докладе приводится подробное описание аппаратуры, режимов работы, обсуждаются предварительные результаты проведения эксперимента в ходе 62-й экспедиции МКС.

Primary authors: Dr KLIMOV, Pavel (SINP MSU); Dr BELOV, Alexander (SINP MSU)

Comments:

On behalf of the JEM-EUSO collaboration

Submitted by **KLIMOV, Pavel** on **Thursday 07 May 2020**

Статус установки УРАН

Content

С 2018 года в НОЦ НЕВОД ведется эксперимент по регистрации тепловых нейтронов, сопровождающих широкие атмосферные ливни (ШАЛ) на установке УРАН. Установка состоит из 72 эн-детекторов и имеет кластерную структуру (12 детекторов в кластере) общей площадью около 1000 кв.м.

С начала эксперимента на установке было зарегистрировано более 3 миллионов событий. Ведется постоянный мониторинг основных параметров работы установки в режиме real-time: темпа счета событий и нейтронов в ШАЛ, изменений пьедестала и сигмы пьедестала, амплитудных распределений в каждом детекторе

В рамках развития экспериментального комплекса НЕВОД, параллельно с регистрацией нейтронов ШАЛ, ведутся работы по подготовке исследований вариаций тепловых нейтронов вблизи поверхности Земли, которые позволят контролировать фоновые условия эксперимента и изучать вариации космических лучей.

Primary author: ЮРИН, Константин (НИЯУ МИФИ)

Co-authors: Мг ГРОМУШКИН, Дмитрий (НИЯУ МИФИ); Дг СТЕНЬКИН, Юрий (ИЯИ РАН); Мг ЯШИН, Игорь (НИЯУ МИФИ); Мг БОГДАНОВ, Фёдор (НИЯУ МИФИ); Мг ШУЛЬЖЕНКО, Иван (НИЯУ МИФИ)

Comments:

ПКЛ2 (Постер)

Submitted by **ЮРИН, Константин** on **Thursday 07 May 2020**

Метод полетной калибровки орбитального телескопа космических лучей «TUS»

Content

С апреля 2016 года по декабрь 2017 г. на околоземной солнечносинхронной орбите (высота около 500 км, наклонение $97,4^\circ$, период примерно 94 мин) находился спутник «Ломоносов», в состав научной аппаратуры которого входил детектор космических лучей предельно высоких энергий (КЛ ПВЭ) «TUS». «TUS» - зеркальный телескоп флуоресцентного свечения широкого атмосферного ливня. В фокусе зеркала «TUS» располагался многоканальный фотоприемник, осуществляющий преобразование падающего на него УФ-излучения (в диапазоне 300-400 нм) в цифровой сигнал во время пролета спутника на ночной стороне Земли. Предполетные контрольные измерения детектора позволили оценить эффективность оптической системы детектора, а также осуществить калибровку всех 256 каналов, представляющих собой ФЭУ R1463 фирмы Hamamatsu (Япония). Однако на начальном этапе работы детектора в его системе управления произошел сбой, приведший к тому, что детектор в течение некоторого времени был экспонирован и на дневной стороне. Предварительный анализ регистрируемых данных показал, что чувствительность большинства каналов при этом изменилась. В рамках космического эксперимента «TUS» специального дополнительного оборудования для проведения полетной калибровки предусмотрено не было, ввиду чего возникла необходимость разработки и реализации метода, позволяющего оценить коэффициенты чувствительности каналов по данным, зарегистрированным детектором во время работы на орбите.

Идея новой методики заключается в вычислении двух статистических характеристик стационарного сигнала – его среднего и дисперсии. Несмотря на то, что триггерная система детектора «TUS» осуществляет отбор событий с резким нарастанием сигнала в одном или нескольких соседних каналах («вспышка»), большое количество сигналов в каналах носило ярко выраженный стационарный характер. УФ-излучение (квази)постоянной интенсивности в канале детектора преобразуется в цифровой код АЦП, флуктуирующий во времени возле некоторого среднего значения – базового уровня кода АЦП A . Время накопления сигнала (длительность такта) равно 0,8 мкс, длительность развертки цифровой осциллограммы 256 тактов. При этом ФЭУ работает в так называемом режиме постоянного тока с нагрузкой на аноде с RC , равным 0,6 мкс. В этом режиме чувствительность канала при известной квантовой эффективности (для фотокатодов R1463 она была оценена на уровне 21%) пропорциональна коэффициенту усиления диодной системы ФЭУ G . С другой стороны, дисперсия флуктуаций кода АЦП σ_A^2 относительно A пропорциональна G^2 . Теоретический расчет показал, что в режиме постоянного тока в случае отсутствия шума в диодной системе и темнового тока $G = 2C/(\alpha q_e) \cdot \sigma_A^2/A$, где $C = 30$ пФ – анодная емкость, а $\alpha = 512 \text{ В}^{-1}$ – коэффициент преобразования напряжения в код АЦП (q_e – фундаментальный заряд). В общем случае зависимость $\sigma_A^2(A)$ носит приближенно линейный характер, а ее угловой коэффициент с точностью до фиксированного множителя совпадает с G , $\sigma_A^2(A) = kGA + B$. Построение линейной аппроксимации для стационарных сигналов, зарегистрированных «TUS», позволило вычислить kG для всех работающих каналов детектора. Для уточнения значения коэффициента k (его отличия от теоретического) в лабораторных условиях был проведен специальный контрольный лабораторный эксперимент с модулем фотоприемника, идентичным тем, что установлены в детекторе.

В результате были получены новые оценки коэффициентов усиления G всех каналов фотоприемника детектора «TUS» уже в процессе проведения эксперимента на борту.

Primary authors: Dr КЛИМОВ, Павел (НИИЯФ МГУ); Dr ШАРАКИН, Сергей (НИИЯФ МГУ); Mrs СИГАЕВА, Ксения (НИИЯФ МГУ)

Submitted by **KLIMOV, Pavel** on **Thursday 07 May 2020**

Регистрация гамма-квантов от Крабовидной туманности в области энергий более 4 ТэВ Атмосферным Черенковским телескопом с регистрацией имиджа в эксперименте ТАЙГА

Content

В Тункинской долине в 50 км от озера Байкал в настоящее время проводятся работы по созданию гамма-обсерватории TAIGA, предназначенной для исследования гамма-излучения и потоков заряженных космических лучей в энергетическом диапазоне 10^7 – 10^{18} эВ. В эксперименте TAIGA для регистрации гамма-квантов выше нескольких десятков ТэВ реализован метод гибридной регистрации событий атмосферным черенковским телескопом TAIGA-IACT и широкоугольной установкой TAIGA-HiSCORE. В статье представлены предварительные результаты по регистрации гамма-квантов от Крабовидной туманности только телескопом TAIGA-IACT, оцененный порог регистрации составил около 4 ТэВ. Данные представлены за 90 часов наблюдения в сезоне 2019-2020. Описаны экспериментальные методы восстановления параметров имиджей, методы подавления адронного фона, разработанные на базе Монте-Карло расчетов, методы оценки статистической значимости и восстановления энергетических спектров гамма-квантов. Приведено сравнение с мировыми данными.

Primary authors: Dr СВЕШНИКОВА, Любовь (НИИЯФ МГУ); TAIGA COLLABORATION

Submitted by **СВЕШНИКОВА, Любовь** on **Friday 08 May 2020**

Установка TAIGA-Muon: основные цели, опыт развертывания первых станций и современный статус.

Content

В 2019 году установка TAIGA была расширена тремя новыми детектирующими станциями TAIGA-Muon на основе сцинтилляционных счетчиков. Каждая станция включает в себя 8 наземных и 8 подземных сцинтилляционных детекторов площадью 1 м^2 . Данные сцинтилляционные детекторы были разработаны в НГУ и ИЯФ СО РАН специально для условий Тункинской долины. Счетчики герметичны и могут быть помещены под землю. Станции TAIGA-Muon будут работать совместно с уже существующей установкой Tunka-Grande. С помощью программы моделирования была определена оптимальная глубина для подземных счетчиков, а также оптимизировано расположение первых станций. Первая станция введена в эксплуатацию: подобрано оптимальное напряжение питания счетчиков, измерен темп счета, мертвое время, амплитудные спектры.

Primary author: KRAVCHENKO, Evgeniy (NSU/BINP)

Comments:

доклад от имени коллаборации TAIGA

Submitted by KRAVCHENKO, Evgeniy on Friday 08 May 2020

Поиск источников гамма-излучения сверхвысоких энергий по данным установки TAIGA-HiSCORE

Content

Установка TAIGA-HiSCORE регистрирует космические лучи с энергиями 50 ТэВ - 1000 ПэВ с помощью широкоугольных детекторов черенковского излучения широких атмосферных ливней (ШАЛ). Совместная работа установки с атмосферными черенковскими телескопами нацелена на поиск источников гамма-излучения. Такой поиск предполагает классификацию первичных частиц, порождающих ШАЛ, на гамма-кванты и адроны. В работе предложен метод обнаружения известных источников без применения классификации ШАЛ по превышению сигнала (потока первичных частиц от источника) над фоновым потоком. Представлены результаты обработки экспериментальных данных установки TAIGA-HiSCORE. Приведены оценки необходимого уровня сигнала для обнаружения источника предложенным методом.

Primary author: SAMOLIGA, Vladimir (Irkutsk State University)

Submitted by SAMOLIGA, Vladimir on Sunday 10 May 2020

Перспективы использования кремниевых фотоумножителей в детекторной камере черенковского гамма-телескопа TAIGA-IACТ

Content

Представлены результаты моделирования полезного и шумового сигналов, ожидаемых в камере черенковского телескопа TAIGA-IACТ с модернизированной камерой на кремниевых фотоумножителях (SiPM). На основе этого моделирования определена пороговая энергия наблюдений телескопа TAIGA-IACТ с модернизированной камерой. Показано, что использование в качестве детектирующего элемента кремниевых фотоумножителей OnSemi/SensL MicroFJ-60035 вместо вакуумных фотоумножителей XP1911 позволит примерно в два с половиной раза понизить пороговую энергию регистрации космических гамма-квантов (с ~ 1.5 ТэВ до ~ 0.6 ТэВ). Также показано, что применение маски-фильтра с полосой пропускания 260 - 400 нм позволит снизить средний уровень шумового сигнала, создаваемого в камере телескопа фоновыми фотонами от ночного неба, примерно в 6 раз при снижении уровня полезного сигнала примерно в 3 раза, что позволит увеличить рабочий цикл телескопа (вести наблюдения в лунные ночи и в сумерках) и дает возможность еще более понизить пороговую энергию наблюдений (до ~ 0.3 ТэВ при наблюдении гамма-источников с малыми зенитными углами в темные ночи). Также показано, что применение специального УФ-фильтра с полосой пропускания 260 - 300 нм позволит повысить эффективность определения типа первичной частицы (гамма-адронной сепарации) в диапазоне энергий 25 - 50 ТэВ посредством измерения доли УФ-излучения в общем потоке черенковского излучения ШАЛ.

Primary authors: Dr KRASSILCHTCHIKOV, Alexander (Ioffe Institute); Dr KHOLUPENKO, Eugene (Ioffe Institute); Mr BADMAEV, Danr (Ioffe Institute)

Submitted by KRASSILCHTCHIKOV, Alexander on Tuesday 19 May 2020

Анизотропия космических лучей при энергиях более 1 ПэВ по данным регистрации групп мюонов

Content

В данной работе исследование анизотропии КЛ с энергией выше 1 ПэВ проводится по группам мюонов от наклонных ШАЛ. Благодаря высокой проникающей способности мюонов, они с хорошей точностью сохраняют направление движения первичной частицы. Регистрация групп мюонов проводилась на координатно-трековом детекторе ДЕКОР, который является частью уникальной научной установки "Экспериментальный комплекс НЕВОД", созданной в Национальном исследовательском ядерном университете «МИФИ». За время длительного эксперимента, проведенного в период с 2012 по 2020 годы, детектором ДЕКОР было зарегистрировано около 12 млн. групп мюонов с кратностью не менее трёх частиц в диапазоне зенитных углов от 15 до 75 градусов. Проведённые расчёты с использованием программного пакета CORSIKA и хорошо известных моделей взаимодействия частиц свидетельствуют о том, что энергия первичных частиц в этих событиях превышает значение 1 ПэВ. В работе приводится описание методов обработки данных и оценки параметров дипольной анизотропии КЛ. Для компенсации влияния атмосферных эффектов на поток мюонной компоненты на уровне регистрации использовался специально разработанный метод учёта состояния атмосферы. Полученные параметры дипольной анизотропии КЛ с энергией более 1 ПэВ сравниваются с данными других экспериментальных установок.

Primary authors: АМЕЛЬЧАКОВ, Михаил (НИЯУ МИФИ); ИЖБУЛЯКОВА, Зарина (НИЯУ МИФИ); Prof. КОКОУЛИН, Ростислав (НИЯУ МИФИ); ХОХЛОВ, Семён (НИЯУ МИФИ); ШУТЕНКО, Виктор (НИЯУ МИФИ)

Comments:

МОД, устный

Submitted by АМЕЛЬЧАКОВ, Михаил on Saturday 23 May 2020

Температурная зависимость чувствительности кремниевых фотоумножителей в режиме пофотонной регистрации ультрафиолетового излучения

Content

В настоящее время в Тункинской долине разворачивается черенковская гамма-обсерватория TAIGA, в состав которой входят черенковские телескопы TAIGA-IACT, построенные на базе вакуумных фотоумножителей. Развитие кремниевых фотоумножителей позволяет создавать системы, превосходящие вакуумные фотоумножители по ряду важных параметров. В ФТИ им. А.Ф. Иоффе ведутся разработки детекторного кластера для камеры черенковского гамма-телескопа TAIGA-IACT на базе кремниевых фотоумножителей (SiPM), чувствительных к излучению как в видимом (300-600 nm), так и в ультрафиолетовом (250-300 nm) диапазонах.

Температурный режим оказывает существенное влияние на работу кремниевых фотоумножителей. С целью тестирования и калибровки создаваемой детектирующей аппаратуры созданы два блока температурной стабилизации двух типов SiPM – OnSemi/SensL MicroFJ-60035 и Hamamatsu VUV4 S13370. В работе изложено устройство и принцип работы блоков и тестовой установки для калибровки эффективности регистрации слабых импульсов ультрафиолетового излучения.

В результате проведенных измерений определена величина эффективности регистрации фотонов (PDE) на длине волны 277 nm при температуре 25 °C: около 6% для детектора MicroFJ-60035, и около 17% для S13370. Также измерена зависимость PDE и темнового счёта этих детекторов от температуры в диапазоне от 10 до 30 °C.

Primary authors: Мг БОГДАНОВ, Александр (ФТИ им. А.Ф. Иоффе); Мг ТУБОЛЬЦЕВ, Юрий (ФТИ им. А.Ф. Иоффе); Мг ЧИЧАГОВ, Юрий (ФТИ им. А.Ф. Иоффе)

Submitted by **BOGDANOV, Alexander** on **Tuesday 26 May 2020**

Автономный триггер для радиодетекторов широких атмосферных ливней

Content

Регистрация широких атмосферных ливней радиометодом относительно молодое, но перспективное направление в экспериментальной астрофизике сверхвысоких энергий, которое позволяет вести наблюдения в независимости от погодных условий и времени суток, а точность восстановления характеристик первичных частиц сопоставима с классическими методами. Основным недостатком данного метода является сложность реализации триггера. Радиосигналы от широких атмосферных ливней обладают длительностью всего в десятки наносекунд и амплитудами, сопоставимыми с окружающим фоном (т. е. низким соотношением сигнал-шум). Помимо этого, измерениям зачастую мешают промышленные шумы, сигналы теле- и радиовещания, а также шумы от сопутствующего работе эксперимента оборудования. В большинстве существующих установок для регистрации радиоизлучения широких атмосферных ливней используется внешний триггер от оптических детекторов, либо детекторов частиц. Несмотря на многочисленные попытки создания автономных (работающих на внутреннем триггере) радиодетекторов космических лучей, устоявшейся технологии, позволяющей эффективно производить независимые измерения радиоизлучения широких атмосферных ливней, до сих пор не существует. В настоящей работе представлены разработанные методики генерации триггера по радиоданным, расчет их эффективности на архивных данных установки Tunka-Rex, а также изучается возможность их практической реализации в аппаратном обеспечении.

Primary author: FEDOROV, Oleg (ISU)

Submitted by **FEDOROV, Oleg** on **Wednesday 27 May 2020**

Юстировка атмосферных черенковских телескопов установки TAIGA-IACT с помощью метода Боке.

Content

Гамма-обсерватория TAIGA с гибридной системой детекторов, расположенная в Тункинской долине, создается для решения широкого круга фундаментальных задач гамма-астрономии и астрофизики элементарных частиц, в том числе: поиск космических ускорителей, в которых протоны ускоряются до энергий 100–1000 ТэВ, методами гамма-астрономии и физики космических лучей; поиск предела ускорения частиц в известных остатках сверхновых и пульсарных туманностях; исследование края энергетического спектра ярких блазаров как метод поиска аномалий в распространении гамма-квантов во Вселенной и поиска аксионо-подобных частиц; поиск нарушений Лоренц-инвариантности и темной материи.

В состав пилотного комплекса гамма-обсерватории TAIGA входят: широкоугольная установка TAIGA-HiSCORE, три атмосферных черенковских телескопа (АЧТ) установки TAIGA-IACT и сцинтилляционная установка TAIGA-Muon.

АЧТ установки TAIGA-IACT имеют составные зеркала системы Дэвиса-Коттона площадью ~ 10 м² из 34 сегментов каждое, фокусное расстояние 4.75 м. В фокусе зеркал установлены регистрирующие камеры из 560 фотоумножителей (ФЭУ) с диаметром фотокатода 2 см каждый (XP1911). Диаметр камер около 110 см. Угол обзора камеры 9.6°, угловой обзор одного пикселя 0.36°.

АЧТ регистрируют изображением очень коротких вспышек черенковского излучения, генерируемых каскадами релятивистских заряженных частиц, возникающими при взаимодействии гамма-квантов и ядер сверхвысокой энергии с ядрами атомов атмосферы.

Для того чтобы получить четкое изображение в камерах АЧТ, необходимое для оценки параметров события и гамма-адронного разделения, очень важно правильно настроить оптику телескопа. В докладе будет рассмотрен простой и эффективный метод Боке для юстировки сегментированных зеркал на примере АЧТ телескопа TAIGA-IACT.

Настройка с помощью данного метода может быть проведена в любое время суток, не требует выполнения сложной процедуры снятия камеры, дает информацию об отдельных зеркалах. Юстировка сегментов зеркала по методу Боке предполагает расчет и изготовление шаблона, являющегося четким изображением сегментированного зеркала при его освещении точечным изотропным источником света, и подгонку изображения под данный шаблон.

Primary authors: Mrs ИВАНОВА, Александра (Денисовна); Mr ЖУРОВ, Дмитрий (Павлович); Mr ТАРАЩАНСКИЙ, Борис (Абрамович)

Submitted by IVANOVA, Alexandra on Thursday 28 May 2020

Эффективность регистрации тепловых нейтронов детекторами на основе оксида бора

Content

Проведены исследования эффективности регистрации тепловых нейтронов детекторами на основе оксида бора, разработанных в ИЯИ РАН для изучения широких атмосферных ливней с энергиями выше 1 ПэВ. Получены результаты численного моделирования детектора с источником нейтронов на основе Cf-252 в программной среде Geant4. Результат сопоставлен с экспериментальными данными.

Primary author: Dr KULESHOV, Denis (INR RAS)

Co-authors: STENKIN, Yuri (INR RAS); SHCHEGOLEV, Oleg (Institute for Nuclear Research Russian Academy of Sciences); Mr LEVOCHKIN, Kirill (INR RAS); Dr ALEKSEENKO, Victor (INR RAS); Dr STEPANOV, Vladimir (INR RAS)

Comments:

постер

Submitted by KULESHOV, Denis on Thursday 28 May 2020

Регистрация источника гамма-квантов Маркарян 421 телескопом установки TAIGA-IACT

Content

Гамма-астрономия в настоящее время является одним из передовых каналов исследования удаленных объектов галактики и метagalактики, представляющих большой интерес для современной астрофизики. Регистрация гамма-квантов сверхвысоких энергий (> 100 ГэВ) возможна с поверхности Земли, посредством детектирования вторичных компонент и индуцируемых ими излучений в широком атмосферных ливнях (ШАЛ). Такой подход позволяет набирать существенную статистику в области сверхвысоких, а также ультравысоких энергий (> 100 ГэВ), где поток гамма-излучения становится критически низким. Одним из существующих в настоящее время инструментов для работы в области сверхвысоких энергий является гамма-обсерватория TAIGA (Tunka Advanced Instrument for cosmic rays and Gamma Astronomy) [1,2], расположенная в Тункинской долине республики Бурятия, в 50 км к западу от озера Байкал. Ожидается что эффективная площадь гамма-обсерватории TAIGA в 2020-2021 году достигнет 1 кв. км. Для эффективного выделения гамма-квантов из адронного фона, в гамма-обсерватории TAIGA предполагается комплексное использование атмосферных черенковских телескопов установки TAIGA-IACT [3], широкоугольных детекторов черенковского излучения установки TAIGA-HISCORE (High Sensitivity COsmic Rays and gamma Explorer) [3, 4] и детекторов заряженных частиц установки TAIGA-Muon [5]. Атмосферные черенковские телескопы установки TAIGA-IACT чувствительны к гамма-квантам с энергией более 3 ТэВ, что позволяет проводить детектирование уже известных галактических и внегалактических источников в ТэВной области. Большой интерес при данных энергиях вызывают блазары - активные ядра галактик с релятивистским джетом, направление которого совпадает с лучом зрения, из-за чего излучение джета доминирует в спектре источника, его яркость увеличивается для наблюдателя, но при этом может испытывать резкие колебания. Работа посвящена регистрации блазара Маркарян 421 первым атмосферным черенковским телескопом установки TAIGA-IACT в течении сезона наблюдения 2019 – 2020 года. Описана методика выделения гамма квантов из адронного фона, проведено сравнение с Монте-Карло и построен интегральный спектр по 60 часам наблюдений, в ходе которых был получен избыток гамма-квантов в направлении на источник со значимостью 5 сигма.

Литература

1. Budnev N., Astapov I., Bezyazeev P. et al. // J. of Inst/— 2017. — Aug. — Vol. 12, no. 08. — P. C08018–C08018.
2. Kuzmichev L. A., Astapov I. I., Bezyazeev P. A. et al. // Phys.of Atomic Nuclei. — 2018. — Jul. — Vol. 81, no. 4. — P. 497–507.
3. Yashin I. I., Astapov I. I., Barbashina N. S. et al. // J. of Phys.: Conf.Ser.2016. — Feb. — Vol. 675, no. 3. — P. 032037. —
4. Tluczykont M., Astapov I., Barbashina N. et al. // J. of Phys. Conf.Ser. — 542015. — Aug. — Vol. 632. — P. 012042.
5. Astapov I., Bezyazeev P., Borodin A. et al. // NIMPhR Sec. A:— 2019. — Aug. — Vol. 936. — P. 254–256.

Primary authors: ВОЛЧУГОВ, П. (НИИЯФ МГУ); СВЕШНИКОВА, Л. (НИИЯФ МГУ)

Co-author: TAIGA COLLABORATION

Submitted by VOLCHUGOV, Pavel on Saturday 30 May 2020

Определение эффективности регистрации одиночных мюонов атмосферным черенковским телескопом установки TAIGA-IACT

Content

Успехи в области гамма-астрономии сверхвысоких энергий (> 100 ГэВ) во многом связаны с развитием методики регистрации широких атмосферных ливней (ШАЛ) посредством атмосферных черенковских телескопов (IACTs – Imaging Atmospheric Cherenkov Telescopes). Гамма-обсерватория TAIGA (Tunka Advanced Instrument for cosmic ray and Gamma Astronomy) [1,2], нацеленная на регистрацию гамма-квантов с энергией более 3 ТэВ, предполагает комплексное применение IACT (TAIGA-IACT) [3], широкоугольных детекторов черенковского излучения установки TAIGA-HISCORE (High Sensitivity COsmic Rays and gamma Explorer) [3, 4] и детекторов заряженных частиц установки TAIGA-Muon [5]. Эффективная площадь регистрации комплекса составит 1 кв. км, что позволит гамма-обсерватории TAIGA проводить исследование гамма-излучения галактического и метagalактического происхождения в области энергии более 100 ТэВ, где в настоящее время зарегистрирован лишь один источник [6]. Для того, чтобы с помощью IACT можно было точно воссоздать энергию исходного гамма-кванта, связь между зарегистрированным черенковским светом и энергией гамма-квантов должна быть известна с точностью до нескольких процентов. Следовательно, знание доли черенковского света от ШАЛ, который фактически регистрируется, является очень важным. Атмосферные мюоны, рождающиеся в процессе развития ШАЛ, являются весьма удобным инструментом для проведения калибровки пропускной способности телескопа, процедура которой впервые была описана в [7]. Работа посвящена определению эффективности регистрации одиночных мюонов атмосферным черенковским телескопом установки TAIGA-IACT. Описаны методы выделения мюонных событий в камере телескопа, а также процедура определения эффективности регистрации мюонов. Приведены результаты применения методики определения эффективности регистрации к набору моделируемых мюонных событий и сравнение их с экспериментальными данными.

Литература

1. Budnev N., Astapov I., Bezyazeev P. et al. // J.of Instr. — 2017. — Aug. — Vol. 12, no. 08. — P. C08018–C08018.
2. Kuzmichev L. A., Astapov I. I., Bezyazeev P. A. et al. // Phys.of Atomic Nuclei. — 2018. — Jul. — Vol. 81, no. 4. — P. 497–507.
3. Yashin I. I., Astapov I. I., Barbashina N. S. et al. // J. of Phys.: Conf. Ser. 2016. — Feb. — Vol. 675, no. 3. — P. 032037.
4. Tluczykont M., Astapov I., Barbashina N. et al. // J. of Phys.:Conf. Ser. — 542015. — Aug. — Vol. 632. — P. 012042.
5. Astapov I., Bezyazeev P., Borodin A. et al. // NIMPhR Sec. A:— 2019. — Aug. — Vol. 936. — P. 254–256.
6. Amenomori M., Bao Y., Bi X. et al. Phys.Rev.Let. — 552019. — Jul. — Vol. 123, no. 5.
7. Vacanti G., Fleury P., Jiang Y. et al. // Astropar. Phys. 1994. — Feb. — Vol. 2, no. 1. — P. 1–11.

Primary authors: ВОЛЧУГОВ, П. (НИИЯФ МГУ); ЛУБСАНДОРЖИЕВ, Н. (НИИЯФ МГУ); МОНХОВЕ, Р. (НИИ прикладной физики ИГУ)

Co-author: TAIGA COLLABORATION

Submitted by VOLCHUGOV, Pavel on Saturday 30 May 2020

Трековый детектор на основе дрейфовых камер для регистрации наклонных ШАЛ

Content

В ряде экспериментов при регистрации широких атмосферных ливней с энергией выше 10^{17} эВ наблюдается растущий с энергией избыток групп мюонов высокой множественности по сравнению с расчетами даже для чисто железного состава первичных космических лучей (так называемая «мюонная загадка»). Наибольший вклад в исследование этого избытка и его зависимости от энергии первичных частиц внес эксперимент НЕВОД – ДЕКОР. Однако координатно-трековый детектор ДЕКОР не перекрывает всей боковой поверхности черенковского водного детектора НЕВОД, между отдельными супермодулями имеются пустые промежутки, а размер его стримерных трубок не позволяет регистрировать группы мюонов с плотностью более 1 частицы на квадратный метр, что ограничивает диапазон исследуемых энергий.

Для решения этой проблемы разработан и в настоящее время находится в стадии реализации проект нового координатно-трекового детектора ТРЕК площадью 250 м^2 на основе многопроволочных дрейфовых камер (ДК), разработанных в ИФВЭ, которые имеют эффективную площадь $1,85 \text{ м}^2$ и хорошую координатную (1 мм) и угловую ($2'$) точность измерений при всего четырех измерительных каналах. Детектор ТРЕК будет состоять из двух плоскостей дрейфовых камер (по 132 шт. в каждой), которые полностью перекроют боковую поверхность черенковского водного детектора и позволят расширить диапазон исследуемых энергий ШАЛ от 10^{14} до 10^{19} эВ.

Для экспериментальной проверки описанных возможностей дрейфовых камер была создана координатно-трековая установка (КТУДК) площадью 30 м^2 из двух координатных плоскостей (по 8 ДК в каждой), установленных на противоположных сторонах черенковского водного детектора. В течение трехлетней экспериментальной серии в установке регистрировались группы мюонов плотностью до 10 частиц на квадратный метр, что в 10 раз лучше, чем в детекторе ДЕКОР.

В докладе будут представлены результаты работы установки КТУДК, текущий статус и перспективы создания крупномасштабного детектора ТРЕК.

Primary authors: Dr ЗАДЕБА, Егор (НИЯУ МИФИ); Prof. ПЕТРУХИН, Анатолий (НИЯУ МИФИ); Prof. ЯШИН, Игорь (НИЯУ МИФИ); Dr КОМПАНИЕЦ, Константин (ведущий инженер); Prof. КОКОУЛИН, Ростислав (НИЯУ МИФИ); Dr БОГДАНОВ, Алексей (НИЯУ МИФИ); ШУТЕНКО, Виктор (НИЯУ МИФИ); Mr ВОРОБЬЕВ, Владислав (НИЯУ МИФИ); Dr БОРИСОВ, Анатолий (НИЯУ МИФИ, ГНЦ ИФВЭ); Dr ФАХРУТДИНОВ, Ринат (НИЯУ МИФИ, ГНЦ ИФВЭ); Dr КОЖИН, Анатолий (НИЯУ МИФИ, ГНЦ ИФВЭ)

Submitted by Dr ЗАДЕБА, Егор on Saturday 30 May 2020

Сцинтилляционная установка TAIGA-Muon - первый год работы

Content

Сцинтилляционная установка TAIGA-Muon входит в состав экспериментального комплекса TAIGA, расположенного в Тункинской долине, в 50 км от озера Байкал. Комплекс также включает в себя широкоугольную черенковскую установку TAIGA-HiSCORE и атмосферные черенковские телескопы установки TAIGA-IACT. Комплекс TAIGA создается для решения широкого круга задач в области гамма-астрономии высоких энергий, физики заряженных космических лучей и астрофизики элементарных частиц.

В докладе приведено описание сцинтилляционной установки TAIGA-Muon, представлены результаты тестирования счетчиков первого кластера, а также указаны перспективы поиска диффузных гамма-квантов с энергией более 100 ТэВ.

Primary author: Mr МОНХОЕВ, Роман (НИИПФ ИГУ)

Co-author: КОЛЛАБОРАЦИЯ TAIGA

Submitted by MONKHOEV, Roman on Sunday 31 May 2020

Моделирование отклика детектора ТРЕК при регистрации групп мюонов от первичных космических лучей сверхвысоких энергий

Content

В НИЯУ МИФИ создаётся крупномасштабный координатно-трековый детектор на дрейфовых камерах ТРЕК, предназначенный для регистрации околоразностного потока групп мюонов, являющихся компонентой широких атмосферных ливней (ШАЛ), образованных взаимодействием космических лучей сверхвысоких энергий с атмосферой Земли. ТРЕК является двухплоскостным детектором, каждая плоскость которого состоит из 132 дрейфовых камер, причём камеры в одной плоскости расположены вертикально, а другой – горизонтально, что позволяет определять пространственные углы регистрируемой группы. Для проведения расчёта характеристик работы детектора при решении поставленных задач, в частности, оценки влияния его конструкции на образование вторичных частиц в регистрируемых событиях, создана программа для Монте-Карло моделирования детектора ТРЕК в среде Geant4. Геометрия детектора, его несущих конструкций и здания достаточно сложна, и задать их в Geant4 методами самого пакета моделирования - задача практически невыполнимая. По этой причине в САПР (КОМПАС-3D) создана твердотельная модель детектора, которая затем транслирована в физические тела Geant4 с помощью дополнительного пакета CADMesh.

Моделирование большинства задач, которые будут решаться на создаваемой установке, требует использования пространственного и энергетического распределений частиц, близких к тем, которые наблюдаются в ШАЛ. Для генерации таких событий в программе CORSIKA были смоделированы ШАЛ от космических лучей сверхвысоких энергий под большими зенитными углами. Для передачи этих данных в Geant4 и их наиболее эффективного использования были написаны программы подготовки файлов CORSIKA и предварительного моделирования в Geant4, результатом работы которых является создание набора файлов, содержащих данные для запуска частиц уже непосредственно в моделирование детектора ТРЕК. Каждый файл содержит данные для моделирования большого числа событий, сгенерированных на основе одного единственного ливня.

В докладе представлено описание конструкции детектора ТРЕК, результаты трансляции его геометрии в Geant4, описание программ обработки данных CORSIKA, а также результаты моделирования регистрации групп мюонов в установке.

Primary author: Мг НИКОЛАЕНКО, Роман (Владимирович)

Co-authors: БОГДАНОВ, Алексей (Георгиевич); ВОРОБЬЁВ, Владислав (Станиславович); ЗАДЕБА, Егор (Александрович); ХОМЧУК, Евгений (Павлович)

Submitted by НИКОЛАЕНКО, Роман on Sunday 31 May 2020

Моделирование отклика установок ПРИЗМА-32 и УРАН на прохождение ШАЛ

Content

В последние годы получил развитие новый метод изучения адронной компоненты ШАЛ, основанный на регистрации нейтронов, рождающихся при взаимодействии адронов ШАЛ с окружающей средой. В Научно-образовательном центре НЕБОД совместно с ИЯИ РАН были созданы установки, предназначенные для регистрации нейтронной компоненты ШАЛ на поверхности Земли в области ПэВных энергий: ПРИЗМА-32 и УРАН. Основой детекторов этих установок являются тонкие слои неорганических сцинтилляторов, чувствительных к нейтронам тепловых энергий. Для корректной интерпретации экспериментальных данных, получаемых с этих установок, было проведено моделирование широких атмосферных ливней при помощи программы CORSIKA7.6900 с дальнейшим моделированием отклика установок ПРИЗМА-32 и УРАН в программном пакете Geant4.10.5. В работе приведены зависимости среднего числа регистрируемых нейтронов ШАЛ от мощности ливня и энергии ПКЛ, а также функции пространственного распределения тепловых нейтронов. Проведено сравнение результатов модельных расчетов с экспериментальными данными.

Primary author: ИЖБУЛЯКОВА, Зарина

Co-authors: Мг ГРОМУШКИН, Дмитрий (НИЯУ МИФИ); Др БОГДАНОВ, Алексей (НИЯУ МИФИ); Мг БОГДАНОВ, Фёдор (НИЯУ МИФИ)

Comments:

ПКЛ2, устный

Submitted by ИЖБУЛЯКОВА, Зарина on Sunday 31 May 2020

Исследование характеристик ШАЛ по данным установки УРАН.

Content

Одним из важнейших направлений в исследовании широких атмосферных ливней (ШАЛ) является изучение его адронной составляющей, которая является основной компонентой ШАЛ, формирующей характеристики ливня. Одним из новых методов изучения адронов в ШАЛ является регистрация нейтронов, которые образуются в результате взаимодействия адронной компоненты ШАЛ с веществом вблизи места регистрации. В Научно-образовательном центре НЕВОД совместно с ИЯИ РАН создана установка УРАН, предназначенная для регистрации нейтронов, сопровождающих ШАЛ в области излома энергетического спектра первичных космических лучей. Установка УРАН состоит из 72 сцинтилляционных детекторов, регистрирующих заряженную и нейтронную компоненты ШАЛ. Детекторы установки размещены на крышах лабораторных корпусов на территории НИЯУ МИФИ, общая площадь установки составляет ~ 103 м². В докладе приводятся результаты исследования параметров ШАЛ, зарегистрированных установкой УРАН в 2019 году: ФПР заряженных частиц, спектр ШАЛ по числу нейтронов, зависимость числа нейтронов от параметров ШАЛ.

Primary author: Мг БОГДАНОВ, Фёдор (НИЯУ МИФИ)

Co-authors: Др БОГДАНОВ, Алексей (НИЯУ МИФИ); Мг ГРОМУШКИН, Дмитрий (НИЯУ МИФИ); ИЖБУЛЯКОВА, Зарина; Др СТЕНЫКИН, Юрий (ИЯИ РАН); ЮРИН, Константин (НИЯУ МИФИ)

Comments:

ПКЛ-2 (устный)

Submitted by БОГДАНОВ, Федор on Monday 01 June 2020

Исследование спектра, состава и взаимодействий космических лучей сверхвысоких энергий по данным об интенсивности групп мюонов в эксперименте НЕВОД-ДЕКОР

Content

Изучение характеристик многомюонных событий позволяет получать сведения о спектре и составе первичных космических лучей (ПКЛ), а также об особенностях адронных взаимодействий при сверхвысоких энергиях - оценивать вклад известных механизмов формирования (генерации) групп мюонов и искать новые. В настоящее время единственной в мире установкой, проводящей систематические исследования наклонных групп мюонов на поверхности Земли, является координатно-трековый детектор ДЕКОР площадью около 70 м² (пространственное и угловое разрешения - лучше 1 см и 1 градуса, соответственно) в составе экспериментального комплекса НЕВОД (НИЯУ МИФИ). В течение нескольких длительных серий измерений с мая 2012 г. по март 2020 г. на установке ДЕКОР накоплен значительный экспериментальный материал (около 90 тыс. соб., более 50 тыс. ч "живого" времени) по группам мюонов в широком интервале зенитных углов (> 40 градусов) и множественностей ($m \geq 5$). Использование разработанного ранее метода спектров локальной плотности мюонов (СЛПМ) дает возможность оценивать энергии ПКЛ по характеристикам групп мюонов, при этом диапазон энергий, охватываемых в одном эксперименте, составляет приблизительно от $3 \cdot 10^{15}$ до $3 \cdot 10^{18}$ эВ. Экспериментальные СЛПМ сопоставлены с результатами расчетов мюонной компоненты ШАЛ, выполненных на основе программы CORSIKA, для заданной аппроксимации спектра ПКЛ, разных моделей адронных взаимодействий и крайних предположений о массовом составе (протоны и ядра железа) в области сверхвысоких энергий. С увеличением зенитного угла (и, соответственно, энергий ПКЛ), экспериментальные данные демонстрируют тенденцию существенного утяжеления массового состава. В качестве инструмента для сравнения данных различных экспериментов по мюонной компоненте ШАЛ недавно стал применяться параметр z , основанный на комбинации экспериментальных данных с ожидаемыми величинами ($z = 0$ - протоны, $z = 1$ - ядра железа). Данный подход был использован для сопоставления СЛПМ, полученных по данным установки ДЕКОР, в разных интервалах зенитных углов. Оказалось, что параметры z для различных зенитных углов хорошо согласуются между собой и начинают быстро расти при энергиях ПКЛ выше $3 \cdot 10^{17}$ эВ. Таким образом, наблюдаемая в эксперименте ДЕКОР интенсивность групп мюонов при энергиях ПКЛ около 10^{18} эВ и выше требует предположения об экстремально тяжелом (ядра железа) массовом составе. Это противоречит результатам измерения глубины максимума развития ШАЛ в экспериментах, регистрирующих флуоресцентное излучение, которые свидетельствуют в пользу легкого (преимущественно протонного) состава в указанной области энергий. Что, вероятно, приводит к необходимости пересмотра существующих моделей адронных взаимодействий. Альтернативным объяснением полученных в эксперименте ДЕКОР результатов является предположение о более пологом спектре ПКЛ в области энергий 10^{17} - 10^{19} эВ. Однако такая гипотеза приводит примерно к двукратному увеличению интенсивности ПКЛ в области энергий 10^{18} эВ, что выходит далеко за рамки заявленных систематических неопределенностей флуоресцентного метода регистрации ШАЛ.

Primary authors: Prof. КОКОУЛИН, Ростислав (НИЯУ МИФИ); Др БОГДАНОВ, Алексей (НИЯУ МИФИ)

Co-authors: Др БАРБАШИНА, Наталья (НИЯУ МИФИ); Др ЗАДЕБА, Егор (НИЯУ МИФИ); Др КИНДИН, Виктор (ведущий инженер); Др КОМПАНИЕЦ, Константин (ведущий инженер); МАННОККИ, Джампаоло (Астрофизическая обсерватория Турина); Prof. ПЕТРУХИН, Анатолий (НИЯУ МИФИ); ТРИНКЕРО, Джанкарло (Астрофизическая обсерватория Турина); Др ХОХЛОВ, Семён (НИЯУ МИФИ); Мг ЧЕРНОВ, Дмитрий (НИЯУ МИФИ); Др ШУТЕНКО, Виктор (НИЯУ МИФИ); Mrs ЮРИНА, Екатерина (НИЯУ МИФИ); Prof. ЯШИН, Игорь (НИЯУ МИФИ)

Submitted by БОГДАНОВ, Алексей on Monday 01 June 2020

Компактные счетчики заряженной компоненты как дополнительное средство верификации моделирования прохождения КЛ через атмосферу Земли

Content

В ходе проведения эксперимента по созданию системы верификации программного комплекса RUS-COSMICS у используемого ранее детектора был выявлен существенный недостаток, который заключается в том, что его размеры далеки от компактных и транспортировка с целью проведения измерений на самолете становится весьма затруднительной, хотя и выполнимой. Также в старой модификации прибора запись скорости счета частиц из заряженной компоненты производится на SD-карту, а реализовать интерфейс передачи данных в режиме реального времени можно только при стационарном использовании через проводное соединение. В этой работе нами представлена реализация компактного детектора с системой сбора на базе микроконтроллера ESP32 и любого портативного устройства с платформой Android. Особенностью прибора является то, что данные могут записываться в память смартфона, откуда при подключении к сети Интернет могут автоматически быть отправлены в удаленную базу (в любом формате, например SQL). Для реализации функции связи детектора и мобильного устройства используется беспроводной канал передачи Bluetooth. Представлены типовые графики записи скорости счета с привязкой к координатам, полученным через GPS, а также схема взаимодействия с внешней базой данных.

Primary author: MAURCHEV, Eugeny (Polar Geophysical Institute)

Co-authors: BALABIN, Yury (PGI); Mr GERMANENKO, Alexey Vladimirovich (Polar geophysical institute)

Submitted by MAURCHEV, Eugeny on Monday 01 June 2020

Временная калибровка черенковской установки TAIGA-HiSCORE

Content

Широкоугольная черенковская установка TAIGA-HiSCORE (High Sensitive Cosmic ORigin Explorer) входит в состав гамма обсерватории TAIGA (Tunka Advanced Instrument for cosmic ray and Gamma Astronomy), расположенной в Тункинской долине в 50 км от озера Байкал и нацеленной на решение ряда задач в области физики космических лучей и гамма-астрономии ультравысоких энергии (более 30 ТэВ), в частности поиск источников гамма квантов. Для этого необходима высокая точность восстановления направлений прихода событий, определяемая точностью определения задержек в измерительных линиях установки. Для измерения задержек проводится временная калибровка.

В докладе приводятся краткое описание установки TAIGA-HiSCORE; методики временной калибровки.

Primary author: Mr ПАХОРУКОВ, Александр (НИИФ ИГУ)

Co-author: КОЛЛАБОРАЦИЯ TAIGA

Submitted by PAKHORUKOV, Aleksandr on Monday 01 June 2020

Методики восстановления параметров первичных космических лучей с использованием данных совместных измерений радиодетектора Tunka-Rex и сцинтилляционного детектора Tunka-Grande

Content

Комплексные измерения параметров широких атмосферных ливней (ШАЛ) с использованием детекторов различных типов позволяют в полной мере воспользоваться преимуществами каждого из них. Так, оптические и радиодетекторы имеют хорошее разрешение по энергии и глубине максимума ливня, а детекторы мюонов позволяют получить больше информации о структуре ливня, в частности, его адронной компоненте. Комплексный подход к обработке данных увеличивает точность и статистическую значимость восстанавливаемых параметров первичных космических лучей (КЛ). В настоящее время мы располагаем большим набором данных совместных измерений радиодетектора Tunka-Rex, регистрирующего радиоизлучение ШАЛ в диапазоне 30-80 МГц и сцинтилляционного детектора Tunka-Grande, регистрирующего электронную и мюонную компоненты. В настоящей работе представлены методики совместного анализа этих данных, расчет эффективности измерений и результаты предварительного анализа.

Primary author: BEZYAZEIKOV, Pavel

Submitted by BEZYAZEIKOV, Pavel on Tuesday 02 June 2020

Прототип для регистрации космологического излучения нейтрального водорода основанный на антенной решетке для регистрации космических лучей

Content

Для регистрации широких атмосферных ливней от высокоэнергетичных космических лучей активно используются массивы низкочастотных антенн, которые работают в полосе частот, представляющей интерес для изучения космологического излучения нейтрального водорода. Мы используем опыт, полученный в ходе эксплуатации эксперимента Tunka-Rex для развертывания новой экспериментальной установки, состоящей из четырёх антенных станций, расположенных на территории в 100 квадратных метров на полигоне в Тункинской долине (Бурятия). Каждая антенная станция состоит из двух взаимно перпендикулярных петлевых антенн, ведущих измерения в частотном диапазоне от 30 до 80 МГц. В данной работе мы описываем проект установки Tunka-21 см, её калибровку, а также планируемые методы измерения и анализа данных.

Primary author: MALAKHOV, Stanislav (API ISU)

Submitted by MALAKHOV, Stanislav on Tuesday 02 June 2020

Моделирование радиозлучения широких атмосферных ливней в условиях высокогорья

Content

В настоящее время активно развивается направление регистрации широких атмосферных ливней (ШАЛ) в высокогорной местности с использованием радиометода. Данная методика измерений направлена на регистрацию нейтрино сверхвысоких энергий, которые приходят с горизонтальных направлений, либо рождают каскады в горной породе. Almarac (ALMAy Radio Cluster, Алматинский радио кластер) - высокогорная установка для регистрации космических лучей с энергиями в диапазоне свыше 100 ПэВ с помощью радиометода, расположенная на Тянь-Шаньской высокогорной космостанции, 3340 метров над уровнем моря. Установка состоит из 4 антенных станций в 30 метрах от центра сбора данных и получает триггер от детектора частиц установленного в 300 метрах от установки. Установка работает с 2018 года. Для понимания параметров радиоизлучения ШАЛ на больших высотах проведено моделирование с помощью программного пакета COREAS. В данной работе будут представлены результаты моделирования и перспективы регистрации ШАЛ в высокогорных регионах с использованием радиометода.

Primary author: DENISENKO, Leonid

Submitted by DENISENKO, Leonid on Wednesday 03 June 2020

Глубина максимума ШАЛ и средний состав первичных космических лучей в широком диапазоне энергий 10^{15} – 10^{18} эВ по данным установок для регистрации черенковского света ШАЛ в Тункинской долине Тунка-133 и TAIGA-HISCORE.

Content

На основании новой серии расчетов по программе CORSIKA в диапазоне энергий 10^{15} - 10^{18} эВ подтвержден вывод о том, что пространственно-временная структура черенковского света ШАЛ определяется исключительно количеством вещества атмосферы от положения максимума до регистрирующей установки. Вид корреляционных зависимостей в рассматриваемом диапазоне энергий и для зенитных углов до 30 градусов не зависит от энергии, сорта первичных частиц и зенитного угла ливня. В качестве характеристики пространственной структуры выбрано отношение потока света на расстоянии 80 м к потоку света на расстоянии 200 м от оси ШАЛ. Этот параметр хорошо измеряется во всем рассматриваемом энергетическом диапазоне. В качестве параметра временной структуры для низкогопороговой установки TAIGA-HISCORE выбрана средняя длительность импульса черенковского света на расстоянии 200 м от оси ШАЛ. Полученные корреляции измеренных параметров с глубиной максимума применены для анализа данных из полного банка данных установки Тунка-133 за 7 лет работы (2009 – 2017 гг) и банка данных установки TAIGA-HISCORE за сезон 2018-2019 гг. В результате получена уточненная зависимость глубины максимума в широком диапазоне энергий. На предельных энергиях наши результаты совпадают с результатами обсерватории Пьера Ожэ. Приводится пересчет к параметру $\ln A$, характеризующему средний состав ПКЛ. Состав при энергиях выше 10^{16} эВ получается существенно легче, чем во многих прежних работах.

Primary authors: Prof. ПРОСИН, Василий (НИИЯФ МГУ); КОЛЛАБОРАЦИЯ, TAIGA

Submitted by PROSIN, Vasily on Thursday 04 June 2020

Перспективы многокомпонентной астрономии в байкальском регионе

Content

Байкальский регион является уникальным местом в России благодаря тому, что здесь развернуты три крупнейшие установки: гамма-обсерватория TAIGA, глубоководный нейтринный телескоп Baikal-GVD и робот-телескоп MASTER. Уже сейчас поток сырых экспериментальных данных на этих установках составляет до нескольких терабайт в сутки. В связи с этим, необходимо уделить большое внимание к планированию жизненного цикла экспериментальных данных, начиная от моделирования до публикации данных в открытом доступе и архивированию данных, прогнозирование объёма потока данных, оценке перспектив использования новых подходов к обработке данных для решения новых физических задач. Кроме того, важным направлением является предварительный анализ данных в реальном времени. Наличие системы онлайн анализа позволит оперативно реагировать на неполадки и улучшить качество данных. Также онлайн анализ позволит произвести подготовку установок TAIGA, Baikal-GVD и MASTER к многокомпонентной астрономии и взаимодействию с другими детекторами по всему миру. Эти задачи планируется решить в рамках новой Лаборатории, созданной на базе ИГУ. Лаборатория будет нацелена на многокомпонентную астрономию, которая будет комбинировать все три установки как единый инструмент для изучения вселенной сверхвысоких энергий.

Primary author: KAZARINA, Yuliya (API ISU)

Comments:

желательно в постерную сессию

Submitted by KAZARINA, Yuliya on Sunday 07 June 2020

Эксперимент «Ковер-3»: поиск гамма - излучения сверхвысокой энергии от астрофизических объектов

Content

Установка Ковер-3 Баксанской Нейтринной Обсерватории ИЯИ РАН располагается на высоте 1700 метров, недалеко от горы Эльбрус. Основной целью эксперимента является гамма-астрономия в диапазоне энергий свыше 100 ТэВ. Для поиска диффузного гамма-излучения, точечных источников и изучения механизмов генерации такого излучения. В работе дается обзор текущего состояния эксперимента, а также его перспектив.

Primary authors: Дг ПЕТКОВ, Валерий (Баксанская Нейтринная Обсерватория ИЯИ РАН); Мг РОМАНЕНКО, Виктор (Баксанская Нейтринная Обсерватория ИЯИ РАН)

Comments:

Прошу прощения за позднюю регистрацию. Надеюсь на включение в постерную сессию.

Submitted by ROMANENKO, Viktor on Monday 29 June 2020

Реконструкция перенасыщенных импульсов черенковской компоненты ШАЛ

Content

Описана работа черенковского телескопа с широким полем зрения, работающего на совпадении с сигналами от якутской комплексной установки ШАЛ. Система сбора данных телескопа выдает сигналы, связанные с параметрами развития ШАЛ: предположительно, возраст ливня и положение максимума ливня в атмосфере. Описан независимый от модели метод обработки сигналов, используемый для восстановления сигналов черенковского излучения, индуцированных КЛ. Анализ параметров сигнала приводит к подтверждению известной корреляции длительности сигнала черенковского излучения с расстоянием до оси ливня. Измеренная зависимость позволяет оценить площадь пятна черенковского излучения вдоль оси ливня.

Primary authors: TIMOFEEV, Lev (SHICRA SB RAS); Dr IVANOV, Anatoly (Yu.G. Shafer Institute of Cosmophysical Research and Aeronomy of Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences); MATARKIN, Stanislav (Yu.G. Shafer Institute of Cosmophysical Research and Aeronomy of Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences)

Submitted by TIMOFEEV, Lev on Thursday 16 July 2020

МН:
Мюоны и нейтрино

Измерение сезонных вариаций нейтронов от мюонов около горизонтального направления

Content

В работе проведен анализ мюонов, пересекающих детектор LVD в горизонтальном направлении за 15 лет работы установки. Горизонтальные мюоны проходят в грунте около 5 км в.э., пороговая энергия для них составляет 4.7 ТэВ. Энергетические характеристики LVD позволяют регистрировать нейтроны, образуемые мюонами в веществе детектора. Большая статистика обуславливает высокую точность определения сезонных вариаций числа нейтронов. Для установления удельного числа нейтронов использовались временные распределения импульсов с энергоселекцией от 1 до 12 МэВ во временном интервале 50 – 550 мкс после пересечения мюоном установки. Проведено также сравнение удельного числа нейтронов для мюонов разных направлений, обладающих различными средними энергиями.

Primary authors: AGAFONOVA, Natalia (Institute for Nuclear Research RAS); ASHIKHMIN, Vsevolod (Institute for nuclear research of RAS); DOBRYNINA, Ekaterina (Institute for nuclear research of RAS); MALGIN, Alexey (Institute for nuclear research of RAS); RYAZHSKAYA, Olga (Institute for nuclear research of RAS); SHAKIRYANOVA, Irina (Institute for nuclear research of RAS)

Comments:

on behalf of the LVD Collaboration

Submitted by AGAFONOVA, Natalia on Wednesday 15 April 2020

Отклик детектора LVD на землетрясения в центральной Италии

Content

Основными источниками низкоэнергетического фона в подземном Детекторе большого объема (LVD, LNGS, Италия) являются естественная радиоактивность грунта и радон, который выходит из грунтовых вод в атмосферу подземного помещения через множественные микротрещины в породе. Установка LVD регистрирует гамма-кванты от распадов дочерних ядер радона. При деформациях земной коры возникают напряжения, увеличивающие количество микротрещин, что приводит к повышению эманации радона из породы. Представлен анализ темпа счета детектора во время мощных землетрясений в центральной Италии.

Primary authors: АГАФОНОВА, Наталья (ИЯИ РАН); АШИХМИН, Всеволод (ИЯИ РАН); ДОБРЫНИНА, Екатерина (ИЯИ РАН); МАЛЬГИН, Алексей (ИЯИ РАН); РЯЖСКАЯ, Ольга (ИЯИ РАН); ШАКИРЬЯНОВА, Ирина (ИЯИ РАН)

Comments:

on behalf of the LVD Collaboration

Submitted by DOBRYNINA, Ekaterina on Thursday 16 April 2020

Влияние экспериментальных условий на вариации фонового темпа счета установки LVD

Content

Радиоактивный газ радон, всегда присутствующий в грунте, является одним из основных источников фона установки LVD. Фоновый темп счёта детектора LVD измеряется автоматически в течение 10 сек. через каждые 10 мин. В структуру установки помещен альфа-частичный радонометр, который проводит точечные замеры концентрации радона. Сравнение данных помогло понять, что быстро изменяющаяся компонента фона детектора LVD связана с радоном. На концентрацию радона в подземном экспериментальном зале влияют давление, влажность, температура, вибрация грунта, работа вентиляции. В работе представлен анализ изменений этих факторов и зависимость от них низко-энергичного темпа счета LVD. Указанная связь позволит разделить полный фоновый темп счёта установки LVD на три группы: две переменные составляющие, связанные с изменением окружающих условий и концентрации радона, и постоянную составляющую, обусловленную радиоактивностью материалов установки и скальной породы.

Primary authors: AGAFONOVA, Natalia (Institute for Nuclear Research RAS); DOBRYNINA, Ekaterina (Institute for nuclear research of RAS); MALGIN, Alexey (Institute for nuclear research of RAS); RYAZHSKAYA, Olga (Institute for nuclear research of RAS); SHAKIRYANOVA, Irina (Institute for nuclear research of RAS); ФИЛИМОНОВА, Наталья

Comments:

от имени Коллаборации LVD

Submitted by ФИЛИМОНОВА, Наталья on Friday 17 April 2020

Тестирование элементов мюонного томографа на сцинтилляционных стрипах с оптоволоконным светосбором

Content

В настоящее время широкое развитие получили методы использования мюонов космических лучей для исследования внутренних структур масштабных объектов как естественного происхождения (вулканы и горные массивы), так и искусственного – пирамиды, крупные промышленные объекты (реакторы, домы и др.). Метод «просвечивания» структуры крупномасштабных объектов с помощью потока мюонов получил, по аналогии с рентгенографией, название мюонография. В НИЯУ МИФИ создается мюонный годоскоп, который является составной частью гибридного мюонного томографа для исследования различных объектов. Особенностью нового мюонного годоскопа является использование длинных и узких (соответственно 3 м и 2.3 см) сцинтилляционных стрипов с оптоволоконным светосбором с помощью WLS волокон на кремниевые фотоумножители (SiPM). Для разработки технологии тестирования и отбора больших партий элементов детектирующей системы мюонного годоскопа (SiPM, сцинтилляционные стрипы, электронные платы, базовые модули в сборе) были созданы автоматизированные стенды и отработаны соответствующие методики. Начаты систематические процедуры тестирования. Рассматриваются особенности стендов и результаты тестирования элементов годоскопа.

Primary author: Prof. ЯШИН, Игорь (НИЯУ МИФИ)

Co-authors: Dr КИНДИН, Виктор (ведущий инженер); Dr КОМПАНИЕЦ, Константин (ведущий инженер); Mr КОТЛЯРОВ, Павел (студент); Mr ЦЕЛИНЕНКО, Максим (студент)

Comments:

poster

Submitted by YASHIN, Igor on Thursday 07 May 2020

Моделирование сцинтилляционного годоскопа для метода мюнографии

Content

Регистрация изменений потока мюонов космических лучей на поверхности Земли позволяет исследовать различные объекты: вулканы, пирамиды, строения, энергоблоки АЭС и др. Данный метод, получивший название мюнография, был реализован с помощью мюонных годоскопов ТЕМП и УРАГАН в НИЯУ МИФИ.

В данной работе рассматривается модель нового сцинтилляционного мюонного годоскопа для проведения мюнографии крупномасштабных объектов. Регистрация треков мюонов осуществляется многослойной сборкой узких и длинных сцинтилляционных стрипов с оптоволоконным светосбором на кремниевые фотоумножители.

В программном пакете Geant4 создана модель стрипа и подключены все необходимые оптические свойства поверхностей. Проведена калибровка стрипа по полученной на мюонном годоскопе УРАГАН экспериментальной зависимости средней амплитуды срабатывания SiPM от расстояния до места прохождения заряженных мюонов через тестируемый стрип. По результатам калибровки уточнены параметры модели годоскопа. Для получения частиц с известными параметрами трека моделировались мюоны космических лучей со спектром близким к реальному. Проведена реконструкция треков мюонов и оценена точность их восстановления. Обсуждаются особенности конструкции годоскопа и полученные модельные распределения параметров реконструированных треков.

Primary author: АНОШИНА, Екатерина (НИЯУ МИФИ)

Co-authors: DMITRIEVA, Anna (National Research Nuclear University MEPH); YASHIN, Igor (National Research Nuclear University MEPH); ШУТЕНКО, Виктор (НИЯУ МИФИ); ЯКОВЛЕВА, Елена (НИЯУ МИФИ)

Comments:

Постер GEO

Submitted by АНОШИНА, Екатерина on Thursday 07 May 2020

Моделирование спектра VHE-мюонов и исследование характеристик оптических модулей для нейтринных телескопов

Content

Спектр мюонов сверхвысоких энергий (VHE-мюоны выше 100 ТэВ) представляет особый интерес для физики высоких энергий. Надежное измерение спектра позволит проверить существующие модели ядро-ядерных взаимодействий, используемых для моделирования прохождения космических лучей через атмосферу, и в случае существенного отличия экспериментального и расчётных спектров явится серьезным свидетельством включения какого-то нового процесса генерации мюонов при таких энергиях. В то же время измерение спектра мюонов с энергиями выше 100 ТэВ является нетривиальной экспериментальной задачей, которая, по всей видимости, может быть решена на больших нейтринных телескопах группы GNN: IceCube, Baikal-GVD и KM3Net.

Оптимальная работа нейтринных телескопов достигается при изотропной чувствительности оптических модулей в 4-пи диапазоне телесного угла. Такой модуль должен состоять из нескольких разнонаправленных ФЭУ. Идея квазисферического модуля, предложенная в 1979, была реализована в квазисферическом модуле из 6 ФЭУ – базовом элементе черенковского водного детектора НЕВОД.

В первом поколении подводных нейтринных детекторов оптические модули не были квазисферическими. Однако новые проекты нейтринных телескопов уже основаны на оптических модулях с квазисферическим откликом: модуль KM3Net содержит 31 ФЭУ, модуль для IceCube-Upgrade включает 24 ФЭУ.

При разработке оптических модулей для исследования угловой зависимости отклика обычно используются светодиодные или лазерные источники, линейчатые спектры которых неспособны имитировать непрерывный спектр и направленность черенковского излучения. Поэтому калибровка таких модулей в черенковском водном детекторе является актуальной экспериментальной задачей.

В докладе приводятся результаты моделирования спектров мюонов и спектров каскадов на различных глубинах, обсуждается взаимосвязь мощных каскадов на глубине с эффективными энергиями мюонов на поверхности. Кроме того, в докладе обсуждается проект калибровки нового оптического модуля mDOM детектора IceCube-Upgrade внутри бассейна черенковского водного детектора НЕВОД. Пространственная решетка детектора НЕВОД и размещенный вокруг бассейна координатно-трековый детектор ДЕКОР позволяют проводить калибровку отклика mDOM одиночными мюонами, группами мюонов и каскадными ливнями с известными осями.

Primary authors: Prof. КАППЕС, Александр (Мюнстерский Университет); Dr ХОХЛОВ, Семён (НИЯУ МИФИ)

Co-authors: YASHIN, Igor (National Research Nuclear University MEPH); Dr БОГДАНОВ, Алексей (НИЯУ МИФИ); Dr ЗАДЕБА, Егор (НИЯУ МИФИ); Dr КИНДИН, Виктор (ведущий инженер); Dr КЛАССЕН, Лев (Мюнстерский Университет); Prof. КОКОУЛИН, Ростислав (НИЯУ МИФИ); Dr КОМПАНИЕЦ, Константин (ведущий инженер); Mrs МАЛЬЦЕВА, Светлана (НИЯУ МИФИ); Mr ПАСЮК, Никита (НИЯУ МИФИ); Prof. ПЕТРУХИН, Анатолий (НИЯУ МИФИ); ШУТЕНКО, Виктор (НИЯУ МИФИ); Mrs ЮРИНА, Екатерина (НИЯУ МИФИ)

Comments:

Секция: МН Вид доклада: устный

Submitted by Dr ХОХЛОВ, Семён on Friday 08 May 2020

Исследование аппаратной функции мюонного годоскопа УРАГАН с применением математического моделирования и технологии двухэтапной оптимизации

Content

Предложено исследование аппаратной функции (АФ) мюонного годоскопа (МГ) УРАГАН (МИФИ), базирующееся на математическом моделировании и технологии двухэтапной оптимизации. Принята гипотеза о модельной функции входного распределения интенсивностей мюонных потоков (МП) в виде константы. Сформирована многопараметрическая модель АФ. Введён функционал, определяющий разность между матричными наблюдениями и произведением модели АФ и модельной функции входного распределения МП, а также включающий две весовые функции со штрафными множителями, которые регулируют соотношениями модели АФ и модели входной функции. Для минимизации введённого о функционала предложена технология двухэтапной оптимизации. На первом этапе этой технологии фиксируются нелинейные параметры – модельная константа входной функции распределения и штрафные множители, после чего оценка многопараметрической АФ сводится к квадратичной задаче оптимизации и вычислении значений частично оптимального функционала (ЧОФ). На втором этапе - реализуется минимизация ЧОФ путём поискового перебора по нелинейным параметрам. Согласно предложенному подходу оптимальная оценка АФ определяется с точностью до постоянного множителя. Приведены результаты математического моделирования предложенного метода для модельных наблюдений матричных данных годоскопа. Реализована возможность использования метода для надёжного распознавания локальных (1-3)-ых Форбуш -понижений зашумлённой входной функции. Произведён анализ применения вычислений оценок АФ для вариантов входных модельных функций распределений интенсивностей МП. Была произведена апробация предложенного метода на экспериментальных наблюдениях МГ УРАГАН, которая подтвердила его удовлетворительную эффективность. Результаты исследования АФ и разработанный метод оценивания могут быть успешно использованы для задач оценивания функций интенсивностей МП.

Primary authors: GETMANOV, Viktor; CHINKIN, Vladislav (he Geophysical Center of the RAS); Mr SOLOVIEV, Anatoly (Geophysical center of the RAS); YASHIN, Igor (National Research Nuclear University MEPHI); DMITRIEVA, Anna (National Research Nuclear University MEPHI)

Submitted by **GETMANOV, Viktor** on **Friday 08 May 2020**

Исследование характеристик оптических модулей в бассейне ЧВД НЕВОД

Content

Две важные особенности воды – большой угол испускания черенковского излучения и хорошая прозрачность для распространения фотонов – позволяют конструировать нейтринные телескопы очень больших размеров с относительно малым числом фотоумножителей, сгруппированных в оптических модули. Оптимальная работа нейтринных телескопов достигается при изотропной чувствительности оптических модулей в 4-пи диапазоне телесного угла. Такой модуль должен состоять из нескольких разнонаправленных ФЭУ. Идея квазисферического модуля была впервые предложена в 1979 на 16-й Международной конференции по космическим лучам. Впоследствии эта идея была реализована в квазисферическом модуле из 6 ФЭУ – базовом элементе черенковского водного детектора НЕВОД. В первом поколении подводных нейтринных детекторов оптические модули не были квазисферическими. Однако новые проекты нейтринных телескопов уже основаны на оптических модулях с квазисферическим откликом: модуль KM3NeT содержит 31 ФЭУ, модуль для IceCube-Upgrade включает 24 ФЭУ. При разработке оптических модулей для исследования угловой зависимости отклика обычно используются светодиодные или лазерные источники, линейчатые спектры которых неспособны имитировать непрерывный спектр и направленность черенковского излучения. Поэтому калибровка таких модулей в черенковском водном детекторе является актуальной экспериментальной задачей. В докладе обсуждается проект калибровки нового оптического модуля mDOM детектора IceCube-Upgrade внутри бассейна черенковского водного детектора НЕВОД. Пространственная решетка детектора НЕВОД и размещенный вокруг бассейна координатно-трековый детектор ДЕКОР позволяют проводить калибровку отклика mDOM одиночными мюонами, группами мюонов и каскадными ливнями с известными осями.

Primary author: ХОХЛОВ, Семён (НИЯУ МИФИ)

Co-authors: Dr ЗАДЕБА, Егор (НИЯУ МИФИ); Dr КИНДИН, Виктор (ведущий инженер); Dr КОМПАНИЕЦ, Константин (ведущий инженер); Mr ПАСЮК, Никита (НИЯУ МИФИ); ШУТЕНКО, Виктор (НИЯУ МИФИ); YASHIN, Igor (National Research Nuclear University MEPHI); Dr КЛАССЕН, Лев (Мюнстерский Университет); Prof. КАПШЕС, Александр (Мюнстерский Университет); Prof. ПЕТРУХИН, Анатолий (НИЯУ МИФИ)

Comments:

Направление: МН Тип доклада: постер

Submitted by **Dr ХОХЛОВ, Семён** on **Friday 08 May 2020**

Статистический анализ сравнения расчетных спектров атмосферных нейтрино с результатами измерений

Content

Выполнен статистический анализ сравнения расчетных спектров атмосферных нейтрино с данными измерений в экспериментах Grejus, Super-Kamiokande, AMANDA, ANTARES и IceCube. Расчет спектров атмосферных нейтрино был выполнен в рамках одной вычислительной схемы для набора моделей адрон-ядерных взаимодействий (QGSJET-II, SIBYLL 2.3, EPOS-LHC и др.), широко используемых при моделировании ШАЛ космических лучей, в сочетании с известными параметризациями спектра космических лучей (Зацепина-Сокольской, Хилласа-Гайссера), опирающихся на экспериментальные данные. Для количественного сравнения расчетных энергетических спектров с измеренными спектрами использовался критерий χ^2 . Анализ позволил оценить уровень статистической значимости различных моделей в контексте соответствия экспериментальным данным.

Primary authors: Dr КОЧАНОВ, Алексей (ИСЗФ СО РАН); Dr КУЗЬМИН, Константин (ЛТФ ОИЯИ, ИТЭФ); Ms МОРОЗОВА, Анна (ЛЯП ОИЯИ, Иркутский госуниверситет); Dr СИНЕГОВСКАЯ, Татьяна (Иркутский госуниверситет путей сообщения); Prof. СИНЕГОВСКИЙ, Сергей (Иркутский госуниверситет, ЛЯП ОИЯИ)

Submitted by Prof. SINEGOVSKY, Sergei on Saturday 09 May 2020

Оценка чувствительности Baikal-GVD к тени Луны в космических лучах

Content

Мюонная компонента космических лучей является неустраняемым фоном для нейтринных телескопов, регистрирующих частицы высоких энергий "сверху". В то же самое время эти мюоны могут быть использованы для калибровки различных характеристик телескопа. Солнце и Луна являются препятствиями для первичных космических лучей, и в области неба, соответствующей положению небесного светила, наблюдается дефицит мюонов. Таким образом, построение изображения Луны обеспечивает экспериментальную проверку углового разрешения телескопа. В нашей работе мы приводим моделирование тени Луны в зависимости от углового разрешения и даем оценки для регистрации тени луны на телескопе Baikal-GVD.

Primary author: ANASTASIA, Kozlova

Submitted by АНАСТАСИЯ, Козлова on Saturday 09 May 2020

Статистический анализ сравнения расчетных спектров атмосферных нейтрино с результатами измерений

Content

Выполнен статистический анализ сравнения расчетных спектров атмосферных нейтрино с данными измерений в экспериментах Grejus, Super-Kamiokande, AMANDA, ANTARES и IceCube. Расчет спектров атмосферных нейтрино был выполнен в рамках одной вычислительной схемы для набора моделей адрон-ядерных взаимодействий (QGSJET-II, SIBYLL 2.3, EPOS-LHC и др.), широко используемых при моделировании ШАЛ космических лучей, в сочетании с известными параметризациями спектра космических лучей (Зацепина-Сокольской, Хилласа-Гайссера), опирающихся на экспериментальные данные. Для количественного сравнения расчетных энергетических спектров с измеренными спектрами использовался критерий χ^2 . Анализ позволил оценить уровень статистической значимости различных моделей в контексте соответствия экспериментальным данным.

Primary authors: Dr КОЧАНОВ, Алексей (Институт солнечно-земной физики СО РАН); Dr КУЗЬМИН, Константин (Лаборатория теоретической физики им. Н.Н. Болюбова, ОИЯИ); Ms МОРОЗОВА, Анна (Лаборатория ядерных проблем ОИЯИ & Иркутский госуниверситет); Dr СИНЕГОВСКАЯ, Татьяна (Иркутский государственный университет путей сообщения); Prof. СИНЕГОВСКИЙ, Сергей (Иркутский государственный университет & Лаборатория ядерных проблем ОИЯИ)

Submitted by Prof. SINEGOVSKY, Sergei on Sunday 10 May 2020

Исследование околореконструктивных групп мюонов высокой плотности по данным двухплоскостного детектора на дрейфовых камерах.

Content

В НИЯУ МИФИ создается крупномасштабный детектор ТРЕК для исследования групп мюонов под большими зенитными углами. Детектор с эффективной площадью 250 m^2 будет состоять из двух плоскостей дрейфовых камер (по 132 шт. в каждой), предназначенных для совместной работы с другими детекторами экспериментального комплекса НЕВОД. Для изучения возможностей полноразмерного детектора и отладки методов реконструкции зарегистрированных событий создан его прототип - двухплоскостной детектор на дрейфовых камерах площадью 14 m^2 (по 7 дрейфовых камер в каждой плоскости), на котором проведены исследования околореконструктивных групп мюонов. Доклад посвящен результатам разработки методов реконструкции событий с группами мюонов высокой плотности, регистрируемых новым детектором, и анализу данных по группам мюонов, полученных в диапазоне зенитных углов от 0° до 60° .

Primary authors: Mr ТРОШИН, Иван (НИЯУ МИФИ); Dr ЗАДЕБА, Егор (НИЯУ МИФИ)

Comments:

МН, постер

Submitted by ТРОШИН, Иван on Tuesday 19 May 2020

Статус эксперимента НЕВОД-ДЕКОР по исследованию энерговыделения групп мюонов

Content

Одной из актуальных проблем в физике космических лучей сверхвысоких энергий является избыток многомюонных событий по сравнению с расчетами, получивший название "мюонная загадка". Избыток мюонов проявляется в области энергий широких атмосферных ливней (ШАЛ) больше 100 ПэВ. Одной из первых установок, на которой был обнаружен этот избыток, является комплекс НЕВОД-ДЕКОР, позволяющий при относительно небольших размерах регистрировать группы мюонов ШАЛ в широком диапазоне энергий первичных частиц (от 10^{16} до 10^{18} эВ и выше). Поскольку различные механизмы появления избытка многомюонных событий (космофизической либо ядерно-физической природы) должны по-разному сказываться на энергии мюонов, одним из возможных подходов к решению проблемы является исследование энергетических характеристик мюонной компоненты ШАЛ. С этой целью в эксперименте НЕВОД-ДЕКОР проводятся измерения энерговыделения групп мюонов в веществе детектора. Установка включает в себя черенковский водный калориметр объемом 2000 куб. м и координатно-трековый детектор ДЕКОР площадью 70 кв. м. Энерговыделение групп мюонов восстанавливается по отклику черенковского калориметра НЕВОД, а координатно-трековый детектор позволяет определить локальную плотность мюонов в группах и направление их прихода, и, соответственно, оценить энергию первичной частицы. Представлены результаты измерений энерговыделения групп в наклонных ливнях, полученные в течение нескольких лет наблюдений. Экспериментальные зависимости энерговыделения групп мюонов сопоставлены с результатами моделирования, выполненного с помощью программного пакета CORSIKA с использованием современных моделей адронных взаимодействий.

Primary author: Mrs ЮРИНА, Екатерина (НИЯУ МИФИ)

Co-authors: БАРБАШИНА, Наталья (НИЯУ МИФИ); Др БОГДАНОВ, Алексей (НИЯУ МИФИ); Др КИНДИН, Виктор (ведущий инженер); Prof. КОКОУЛИН, Ростислав (НИЯУ МИФИ); Др КОМПАНИЕЦ, Константин (ведущий инженер); МАННОККИ, Джампаоло (Астрофизическая обсерватория Турина); Prof. ПЕТРУХИН, Анатолий (НИЯУ МИФИ); ТРИНКЕРО, Джанкарло (Астрофизическая обсерватория Турина); ХОХЛОВ, Семён (НИЯУ МИФИ); ШУТЕНКО, Виктор (НИЯУ МИФИ); ЯШИН, Игорь (НИЯУ МИФИ)

Submitted by ЮРИНА, Екатерина on Tuesday 26 May 2020

Применение методов машинного обучения для реконструкции многочастичных событий по данным дрейфовых камер

Content

В НИЯУ МИФИ для исследования наклонных ШАЛ создается координатно-трековый детектор ТРЕК на основе дрейфовых камер, разработанных в ИФВЭ для нейтринного эксперимента на ускорителе У-70.

Установка позволит регистрировать группы квазипараллельных мюонов с плотностью до 10 частиц на квадратный метр. Для реконструкции событий с высокой множественностью по данным дрейфовых камер в настоящее время используется метод гистограммирования, который разработан для поиска параллельных треков. Однако, в экспериментальных данных, полученных с помощью координатно-трековой установки на дрейфовых камерах (КТУДК), среди полезных сигналов наблюдаются послеимпульсы, которые приводят к ложным реконструкциям.

Для решения этой проблемы разрабатывается новый метод с использованием глубокого обучения. В работе представлены результаты разработки этого метода и его применения к моделированным данным.

Primary author: Mr ВОРОБЬЕВ, Владислав (НИЯУ МИФИ)

Co-authors: Dr ЗАДЕБА, Егор (НИЯУ МИФИ); Prof. КОКОУЛИН, Ростислав (НИЯУ МИФИ); Mr НИКОЛАЕНКО, Роман (НИЯУ МИФИ); ШУТЕНКО, Виктор (НИЯУ МИФИ)

Submitted by VOROBEV, Vladislav on Tuesday 26 May 2020

О происхождении сигналов римской и мэрилендской гравитационных антенн 23 февраля 1987 г.

Content

Проведен амплитудный анализ сигналов гравитационных антенн в Риме и Мэриленде в окрестности сигналов нейтринных детекторов во время Сверхновой SN1987A. Показано, что амплитудные распределения всех сигналов антенн согласуются с распределением флюктуирующих энергопотерь атмосферных мюонов, пересекающих антенны. Сделано заключение о мюонном происхождении сигналов, детектируемых антеннами «веберовского» типа – алюминиевыми цилиндрами с массой 2 – 3 тонны.

Primary author: MALGIN, Alexey (Institute for nuclear research of RAS)

Submitted by MALGIN, Alexey on Thursday 28 May 2020

Поиск мюонных нейтрино от областей локализации гравитационно-волновых событий

Content

Астрофизические источники гравитационных волн, такие как слияния двойных нейтронных звезд или черных дыр, или сверхновые с коллапсом ядра, могут вызывать релятивистские потоки, приводящие к нетепловому излучению высокой энергии, в том числе, к излучению нейтрино высоких энергий. Интерес к поиску таких нейтрино обусловлен, в том числе и тем, что обнаружение гравитационных волн и нейтрино высоких энергий из общих источников позволит установить связь между динамикой гравитирующих объектов и свойствами релятивистских потоков. Следует заметить, что направление прихода мюона, рожденного в реакции взаимодействия мюонного нейтрино с веществом, сильно коррелирует с направлением прихода нейтрино. И при достаточно больших энергиях нейтрино направление на астрофизический объект может быть восстановлено с точностью не хуже 2 градусов. Поскольку направления на источник гравитационных волн могут быть восстановлены с точностью до десятков-сотен квадратных градусов, совместное наблюдение гравитационных волн и нейтрино может значительно улучшить локализацию источника, тем самым сделав более осуществимыми последующие электромагнитные наблюдения. В данной работе приведен обзор экспериментов по поиску нейтринных сигналов от гравитационно-волновых событий. Представлены результаты поиска мюонных нейтрино и антинейтрино с энергией выше 1 ГэВ от областей локализации гравитационно-волновых событий на Баксанском подземном цинтиллиационном телескопе (БПСТ).

Primary author: ПЕТКОВ, Валерий (ИЯИ РАН)

Co-authors: ДЗАПАРОВА, Ирина (ИЯИ РАН); КОЧКАРОВ, Махти (ИЯИ РАН); КУРЕНЯ, Александр (ИЯИ РАН); НОВОСЕЛЬЦЕВ, Юрий (ИЯИ РАН); НОВОСЕЛЬЦЕВА, Рита (ИЯИ РАН); УНАТЛОКОВ, Ислам; ЯНИН, Алексей (ИЯИ РАН)

Submitted by ПЕТКОВ, Валерий on Friday 05 June 2020

Измерение характеристик потока нейтрино от сверхновой на БПСТ

Content

Баксанский подземный сцинтилляционный телескоп (БПСТ) работает по программе поиска нейтринных вспышек с середины 1980 г.

Установка представляет собой параллелепипед с двумя добавочными внутренними горизонтальными плоскостями. Все шесть внешних и две внутренние плоскости телескопа сплошь покрыты автономными стандартными сцинтилляционными счетчиками (размер отдельного счетчика 70,7030 см³).

Большинство событий, которые БПСТ будет регистрировать от взрыва сверхновой (СН), представляют собой реакции обратного бета распада:

Средняя энергия электронных антинейтрино от сверхновой – (13-15) МэВ, поэтому пробег e^- в реакции (1) будет заключен, как правило, в объеме одного счетчика. Такие события – срабатывание только одного счетчика во всей установке – мы называем одиночными.

В эксперименте по регистрации нейтринной вспышки в качестве мишени используются две части установки – детекторы D1 и D2. Детектор D1 - три нижние горизонтальные плоскости; 1200 счетчиков, 130 тонн сцинтиллятора; детектор D2 - те части внешних плоскостей, которые имеют относительно низкий темп счета одиночных событий; 1030 счетчиков, 110 тонн. Порог срабатывания счетчиков - 8 МэВ в D1 и 10 МэВ в D2. Темп счета фоновых событий - 0.02/сек в D1 и 0.12/сек в D2.

Сигнал от СН будет выглядеть как кластер одиночных событий во временном окне 20 секунд. Для сверхновой на расстоянии 10 кпс и энергии, излученной в виде электронных антинейтрино $5 \cdot 10^{52}$ эрг, ожидаемое среднее число детектируемых событий от реакций (1)

$$N_{e^-(D1+D2)} = 63$$

Если изменение ароматов нейтрино связано только с МСВ эффектом, то число $N_{e^-(D1+D2)}$ может увеличиться на 30-40 % в случае нормальной массовой иерархии, и на ≈ 10 % в случае обратной иерархии.

За период с 30.06.1980 по 31.12.2019 чистое время наблюдения составило 33.95 лет. За это время не было зарегистрировано ни одного события – кандидата на нейтринную вспышку.

Это приводит к значению верхней границы средней частоты гравитационных коллапсов звезд в Галактике 6.8 в столетие на 90% уровне достоверности.

Primary author: НОВОСЕЛЬЦЕВА, Рита (ИЯИ РАН)

Co-authors: БОЛИЕВ, Мусаби (ИЯИ РАН); ДЗАПАРОВА, Ирина (ИЯИ РАН); КУРЕНЯ, Александр (ИЯИ РАН); КОЧКАРОВ, Махти (ИЯИ РАН); НОВОСЕЛЬЦЕВ, Юрий (ИЯИ РАН); ПЕТКОВ, Валерий (ИЯИ РАН); СТРИГАНОВ, Пётр (ИЯИ РАН)

Submitted by **НОВОСЕЛЬЦЕВА, Рита** on **Saturday 06 June 2020**

Поиск мюонных нейтрино на БПСТ по алертам от LIGO/Virgo

Content

В третьем наблюдательном периоде обсерваторий LIGO и Virgo, который стартовал 19 апреля 2019 года и закончился 27 марта 2020 года, гравитационно-волновые алерты свободно распространялись через сеть GCN/TAN. За этот период LIGO и Virgo распространили информацию о 56 кандидатах в гравитационно-волновые события, и появилось более 1500 GCN циркуляров о последующих наблюдениях (поисках транзиентов) в областях их локализации.

Баксанский подземный сцинтилляционный телескоп (БПСТ) работает в режиме непрерывного набора информации и регистрирует мюонные нейтрино с пороговой энергией 1 ГэВ из нижней полусферы. В настоящее время обработка экспериментальных данных установки БПСТ по нейтринной задаче проводится в режиме реального времени. Разработана и создана информационная система для совместного анализа данных о кандидатах в гравитационно-волновые события, получаемых от сети GCN/TAN, и зарегистрированных на БПСТ нейтринных событиях.

В данной работе приведены результаты поиска мюонных нейтрино от областей локализации кандидатов в гравитационно-волновые события по алертам от LIGO/Virgo.

Primary authors: ДЗАПАРОВА, Ирина (ИЯИ РАН); КОЧКАРОВ, Махти (ИЯИ РАН); КУРЕНЯ, Александр (ИЯИ РАН); НОВОСЕЛЬЦЕВ, Юрий (ИЯИ РАН); НОВОСЕЛЬЦЕВА, Рита (ИЯИ РАН); Дг ПЕТКОВ, Валерий (Институт ядерных исследований РАН); УНАТЛЮКОВ, Ислам (ИЯИ РАН); ЯНИН, Алексей (ИЯИ РАН)

Submitted by **УНАТЛЮКОВ, Ислам** on **Saturday 27 June 2020**

Прототип жидкосцинтилляционного детектора с фотоприемниками на основе кремниевых ФЭУ

Content

Кремниевые фотомножители (КФЭУ) являются перспективными фотоприемниками для сцинтилляционных детекторов, способы их применения в этом качестве зависят от типа детектора и решаемой задачи. КФЭУ одиночные или в виде матричной сборки могут использоваться для отбора событий в различных частях сцинтиллятора. Применение массива КФЭУ с соответствующими коллекторами оптического излучения на основе линз Френеля фиксируют светящиеся треки, проходящих заряженных частиц через сцинтиллятор.

В данной работе рассматривается вариант прототипа большого сцинтилляционного детектора килотонного масштаба. Прототип представляет собой акриловый шар диаметром 500 мм, заполненный жидким сцинтиллятором. Три матрицы по 64 КФЭУ фиксируют прохождение частиц в трех взаимно перпендикулярных плоскостях. Это позволяет получать изображения событий внутри объема сцинтиллятора. Анализ изображений даёт принципиальную возможность разделять различные классы событий.

Primary authors: ДЗАПАРОВА, Ирина (ИЯИ РАН, ИНАСАН); ЯНИН, Алексей (ИЯИ РАН); ГОРБАЧЕВА, Елена (ИЯИ РАН); КУРЕНЯ, Александр (ИЯИ РАН); ПЕТКОВ, Валерий (ИЯИ РАН, ИНАСАН); СЕРГЕЕВ, Александр (ИЯИ РАН, ИНАСАН)

Submitted by ДЗАПАРОВА, Ирина on Saturday 27 June 2020

О первой регистрации солнечных нейтрино CNO цикла детектором Борексино.

Content

Коллаборация Борексино сообщила недавно о первом измерении скорости счета ожидаемых солнечных CNO нейтрино. Этот результат согласуется с предсказанием гидридной модели Земли о вкладе 40K гео-антинейтринных взаимодействий в единичные события Борексисно. Концентрация калия в Земле около 1.5% от массы Земли могла бы дать наблюдаемое превышение скорости счета над ожидаемой скоростью счета от CNO нейтрино. Для такой концентрации калия собственный тепловой поток Земли должен составлять около 300 ТВт. Такая величина теплового потока может объяснить нагрев океана, наблюдаемый проектом "Арго". Результаты Борексино детектирования потока нейтрино CNO подтверждают обоснованность гидридной модели Земли.

Primary authors: БЕЗРУКОВ, Леонид (ИЯИ РАН); ЗАВАРЗИНА, Валентина (ИЯИ РАН); КАРПИКОВ, Иван (ИЯИ РАН); КУРЛОВИЧ, Александра (ИЯИ РАН); МЕЖОХ, Андоей (ИЯИ РАН); СИЛАЕВА, Светлана (ИЯИ РАН); СИНЁВ, Валерий (ИЯИ РАН)

Submitted by BEZRUKOV, Leonid on Tuesday 21 July 2020

Поведение высокоэнергичных магнитосферных электронов в 22-24 циклах солнечной активности

Content

Рассмотрено поведение высокоэнергичных магнитосферных электронов с энергией >2 МэВ на геостационарной орбите в 22-24 циклах солнечной активности. В качестве основной характеристики поведения электронов, измеряемых спутниками GOES, был выбран суточный флюенс. В данной работе мы считали, что электронное возрастание начинается, когда суточный флюенс превышает 10^8 электронов/(см² · ср · сут). Показано, что наибольшее количество электронных возрастных периодов происходит на фазе спада солнечной активности, когда наблюдается большее количество геоэффективных корональных дыр. Получено, что в целом в 2003-2015 гг. наблюдается соответствие поведения количества электронных возрастных периодов, площади геоэффективных корональных дыр и магнитного потока из них.

Primary authors: Dr КРЯКУНОВА, О. (Институт ионосферы); Dr БЕЛОВ, А. (ИЗМИРАН); Dr АБУНИН, Артем (ИЗМИРАН); Mr НИКОЛАЕВСКИЙ, Н. (Институт ионосферы); Dr АБУНИНА, Мария (ИЗМИРАН); Mrs ЦЕПАКИНА, И. (Институт ионосферы); Ms СЕЙФУЛЛИНА, Б. (Институт ионосферы); Dr БАЙДЕЛЬДИНОВ, Уакасан (Институт ионосферы); Prof. СУЛТАНГАЗИНОВ, С. (Институт ионосферы)

Submitted by Dr KRYAKUNOVA, Olga on Thursday 23 April 2020

СКЛ:
Солнечные космические лучи

Изучение механизма ускорения космических лучей во время солнечных вспышек электрическим полем в токовом слое солнечной короны

Content

Генерация солнечных космических лучей происходит в ходе взрывного энерговыделения в солнечной вспышке, так что для того чтобы понять это явление необходимо изучать как механизм солнечной вспышки, так и процесс ускорения частиц образовавшимся электрическим полем. Во время солнечной вспышки в солнечной короне над активной областью (АО) происходит освобождение энергии, накопленной в магнитном поле токового слоя. Численное магнитогидродинамическое (МГД) моделирование в короне, когда все условия берутся из наблюдений, и никаких предположений о механизме вспышки заранее не делается, подтвердило механизм токового слоя. Используя результаты численного моделирования и наблюдений, И.М. Подгорным предложена электродинамическая модель солнечной вспышки, объясняющая ее основные наблюдательные проявления, в частности появление пучкового рентгеновского излучения на поверхности Солнца. Ускорение протонов происходит вдоль особой линии магнитного поля токового слоя электрическим полем $E = -V \times B / c$, которое усиливается во время неустойчивости токового слоя. Этот механизм генерации солнечных лучей подтвержден сравнением спектра, найденного расчетом траекторий протонов в электрическом и магнитном полях, полученных МГД моделированием, со спектром, полученном по данным мировой сети нейтронных мониторов. Для того, чтобы избавиться от искажающей численное решение неустойчивости, вызванной неестественно быстрым изменением магнитного поля на фотосферной границе при ранее выполненном МГД моделировании в сокращенном масштабе времени, необходимо проводить МГД моделирование в реальном масштабе времени. Также, такое моделирование необходимо для более точного исследования ускорения заряженных частиц и возможности их выхода из области сильного магнитного поля методом расчета траекторий частиц в полученных МГД моделированием электрическом и магнитном полях. МГД моделирование в солнечной короне над АО в реальном масштабе времени может быть осуществлено только при помощи параллельных вычислений на суперкомпьютере. Осуществлено распараллеливание программы решения МГД уравнений с использованием процессоров графической платы по технологии CUDA, которое дало ускорение расчета более чем в 100 раз и в системе Open MP с использованием многих потоков процессора компьютера (ускорение расчета в 60 раз). Первые результаты МГД моделирования в реальном масштабе времени подтвердили образование токовых слоев над АО 10365. Совершенствуются специально разработанные методы численного решения МГД уравнений и аппроксимации условий свободного выхода на нефотосферной границе, позволяющие значительно снизить искажение решения в основной области короны над АО под влиянием неустойчивости, возникающей вблизи границы.

Primary authors: Dr ПОДГОРНЫЙ, Александр (ФИАН); Prof. ПОДГОРНЫЙ, Игорь (ИНАСАН); БОРИСЕНКО, Алексей (ФИАН); Dr ВАШЕНЮК, Эдуард (ПГИ); Dr БАЛАВИН, Юрий (ПГИ); Dr МЕШАЛКИНА, Наталия (ИЗСФ); ГВОЗДЕВСКИЙ, Борис (ПГИ)

Submitted by Dr PODGORNYY, Alexander on Monday 04 May 2020

Определение момента инжекции протонов в солнечных протонных событиях по их временному ходу.

Content

В работе рассматривается возможность определения момента инжекции в солнечных протонных событиях (СПС) по их временному ходу. Рассмотрены временные ходы для протонов с энергиями 10-100 МэВ по данным КА GOES с пятиминутным усреднением. Хотя временные ходы протонных событий отличаются большим разнообразием, тем не менее определение момента инжекции протонов возможно для событий, временной ход которых обладает масштабным подобием /1/. Для этих событий временной ход описывается одной единственной функцией одинаковой для всех событий и энергетических каналов в диапазоне энергий от 10 до 100 МэВ и зависящей только от двух параметров: времени достижения максимума и интенсивности в максимуме события. Характерной особенностью для таких событий является совпадение времени инжекции для протонов разных энергий с точностью до 5 минут для дифференциальных каналов. Делаются оценки времени инжекции для ряда событий. Показывается, что времена инжекции, найденные таким способом, заключены для разных событий в интервале времени от момента начала движения коронального выброса масс (КВМ) до максимума мягкой рентгеновской вспышки и одинаковы для протонов разных энергий с точностью до 5 минут. Таким образом, можно сделать вывод о том, что для целого ряда СПС роль КВМ в инжекции протонов является значительной.

1. Очелков Ю.П. Масштабное подобие временного развития солнечных протонных событий. Гелиогеофизические исследования. 2018 г., выпуск 19, с 47-74

Primary author: ОЧЕЛКОВ, Юрий

Submitted by ОЧЕЛКОВ, Юрий on Wednesday 06 May 2020

Спектр юпитерианских электронов в минимуме солнечной активности 2007-2008 гг.

Content

Электроны МэВ-ных энергий юпитерианского происхождения (Ю-электроны) наблюдаются вблизи Земли, как правило, в периоды спокойного Солнца, преимущественно в годы минимумов солнечной активности. Вариации их потоков имеют квази-27-дневную периодичность. Отличительной особенностью Ю-электронов, по сравнению с электронами солнечного и магнитосферного происхождения, является более жесткий энергетический спектр по сравнению с солнечными и магнитосферными электронами. Дифференциальный спектр Ю-электронов, ускоренных в магнитосфере Юпитера, в степенном представлении, начиная с их первых наблюдений на Pioneer 10, характеризуется показателем спектра $\gamma \approx 1.5-1.6$. Для выяснения деталей спектра для отдельных 27-дневных периодов возрастания потоков электронов использовались данные о потоках Ю-электронов в энергетических каналах (0.25-0.7), (0.7-3) и (2.6-6.2) МэВ прибора ERHN (SOHO). Рассмотрен период минимума солнечной активности 2007-2008 г.

Показано, что в высокоэнергичной части спектра (0.7 – 6 МэВ) в течение каждого периода 27-дневных вариаций Ю-электронов показатель спектра γ постоянный, и его численное значение ($\gamma \approx 1.5-1.6$) свидетельствует об их юпитерианском происхождении. В низкоэнергичной части спектра (0.25 – 3 МэВ) спектр оказывается более мягким и наблюдаются его значительные вариации.

Это обстоятельство свидетельствует о дополнительном ускорении в межпланетном пространстве электронов до энергий порядка сотни кэВ. Это возможно как в замкнутых структурах магнитного поля, способствующих переносу Ю-электронов к Земле, так и ускорением турбулентностью межпланетного магнитного поля.

Primary authors: Dr DAIBOG, Elena (SINP MSU); Prof. LOGACHEV, Yuri (SINP MSU)

Submitted by DAIBOG, Elena on Thursday 21 May 2020

Статистика солнечных протонных событий в 1970-2017 гг.

Content

Характеристики солнечных протонных событий (СПС) зависят от условий, в которых протоны ускорялись и распространялись до точки наблюдения, и таким образом отличаются большим разнообразием. Установление причинно-следственных связей между наблюдаемыми характеристиками солнечных протонов и параметрами предполагаемых источников на Солнце и условий распространения невозможно на базе одного или нескольких СПС. Поэтому составляются каталоги СПС, в которых накапливается информация о наблюдаемых свойствах солнечных протонов, таких, как максимальная интенсивность, энергетический спектр, особенности временного профиля, и о сопутствующих характеристиках солнечной активности, межпланетной среды и геомагнитной обстановки. В докладе рассматриваются СПС с интенсивностью солнечных протонов с энергией $E \geq 10$ МэВ в максимуме временного профиля события $J(>10 \text{ МэВ}) \geq 1 \text{ см}^{-2}\text{с}^{-1}\text{sr}^{-1}$, входящие в Каталоги [1-4], отличительной особенностью которых является единый подход, обеспечивающий однородность рядов экспериментальных данных. Добавлены СПС 2010-2017 гг. Прослеживаются изменения в солнечной протонной активности на протяжении четырех циклов солнечной активности. Работа поддержана грантом РФФИ 19-02-00264.

1. Каталог солнечных протонных событий. 1970–1979 гг. Ред. Ю.И. Логачев. М.: ИЗМИРАН, 184 с. <http://www.wdcb.ru/stp/data/SPE/>. 1982.
2. Солнечные протонные события. Каталог, 1980– 1986 гг. Ред. Ю.И. Логачев. М.: МГК АН СССР, 160 с. <http://www.wdcb.ru/stp/data/SPE/>. 1990.
3. Каталог солнечных протонных событий. 1987– 1997 гг. Ред. Ю.И. Логачев. М.: МГУ, 246 с. <http://www.wdcb.ru/stp/data/SPE/>. 1998.
4. Каталог солнечных протонных событий 23-го цикла солнечной активности (1996 – 2008 гг.). М. Ред. Ю.И. Логачева http://www.wdcb.ru/stp/data/SPE/katalog_SPS_23_cikla_SA.pdf

Primary authors: Prof. БАЗИЛЕВСКАЯ, Галина (ФИАН); Prof. ЛОГАЧЕВ, Юрий (НИИЯФ МГУ); Dr ДАЙБОГ, Елена (НИИЯФ МГУ); Dr ВЛАСОВА, Наталия (НИИЯФ МГУ); Dr ГИНЗБУРГ, Евгений (ИПП); Dr ИШКОВ, Виталий (ИЗМИРАН); Dr ЛАЗУТИН, Леонид (НИИЯФ МГУ); Mr НГУЕЦ, Минь Дык (НИИЯФ МГУ); Mrs СУРОВА, Галина (НИИЯФ МГУ); Dr ЯКОВЧУК, Олеся (НИИЯФ МГУ)

Submitted by BAZILEVSKAYA, Galina on Friday 22 May 2020

Динамика поведения зональных составляющих распределения космических лучей и Vz-компоненты межпланетного магнитного поля в периоды геомагнитных бурь в 23-м и 24-м циклах солнечной активности

Content

Аномальные вариации Vz-компоненты возмущенного межпланетного магнитного поля часто являются причиной геомагнитных бурь различной интенсивности. С 2017 в ИКФИА СО РАН, на основе использования метода глобальной съемки и анализа поведения зональных (северо-южных) составляющих распределения космических лучей в реальном времени, проводится прогноз начала геомагнитных возмущений с $Dst < -50$ нТл. В данной работе исследуется связь динамики вариаций Vz-компоненты во время геомагнитных бурь с поведением зональных составляющих вариаций космических лучей перед началом возмущений в 23-м и 24-м циклах солнечной активности. Однозначной связи между динамикой проявления предикторов бурь в космических лучах и поведением Vz-компоненты межпланетного магнитного поля во время геомагнитных возмущений не обнаружено. В то же время, перед некоторыми магнитными бурями, наблюдается схожая динамика величин зональных компонент космических лучей, которая также сопровождается характерными вариациями Vz-компоненты в период возмущения.

Primary author: Mr ZVEREV, Anton

Co-authors: Dr STARODUBCEV, Sergey; Dr GRIGORYEV, Vladislav; Mr GOLOBOV, Peter

Submitted by ZVEREV, Anton on Monday 25 May 2020

СОЛНЕЧНЫЕ ЭЛЕКТРОНЫ И ПРОТОНЫ ВО ВСПЫШКАХ С ВЫРАЖЕННОЙ ИМПУЛЬСНОЙ ФАЗОЙ

Content

Рассматриваются потоки солнечных электронов (SOHO ERNIN) и протонов (GOES), наблюдавшиеся вблизи Земли после трех вспышек с ярко выраженной импульсной фазой, а именно X9.7 (S18W63) 06.11.1997, X6.9 (N17W69) 09.08.2011 и X1.1 (S13W59) 06.07.2012. В этих вспышках импульсная фаза длилась менее 5 мин (от начала μ -излучения на 15.4 ГГц до максимума мягкого рентгеновского (SXR) излучения), во временных профилях нетеплового излучения присутствовали всплески с большой амплитудой и длительностью менее 1 минуты. В момент этих всплесков происходил эффективный нагрев и испарение хромосферной плазмы, что выражалось в малом (менее 2 мин) времени запаздывания максимума меры эмиссии относительно максимума температуры вспышечной плазмы. Сопоставимое ускорение (соответственно, 7.30, 6.93 и 5.87 км/с²) корональных выбросов массы (КВМ) происходило вблизи максимума SXR ± 2.5 мин, а в момент первого появления LASCO C2 их скорость была 1556, 1610 и 1828 км/с. На орбите Земли наблюдался всплеск потока релятивистских электронов, ускоренных в импульсной фазе, длительностью около 20 мин, а после него - длительный одновременный рост потоков солнечных протонов >100 МэВ и релятивистских электронов с подобными временными профилями. Максимальные интенсивности потоков электронов и протонов не коррелировали с характеристиками КВМ, SXR и HXR излучения. Всплески нетеплового излучения в импульсной фазе и ударная волна КВМ имели только косвенное отношение к ускорению солнечных протонов и большинства релятивистских электронов. По всей видимости, условия для длительного стохастического ускорения релятивистских электронов и протонов формировались на пост-эруптивной фазе вспышки в импульсной фазе вспышки и при ускорении КВМ.

Primary author: СТРУМИНСКИЙ, Алексей (ИКИ РАН)

Co-authors: Prof. ЛОГАЧЕВ, Юрий (НИИЯФ МГУ); ГРИГОРЬЕВА, Ирина (ГАО РАН); САДОВСКИЙ, Андрей (ИКИ РАН)

Submitted by СТРУМИНСКИЙ, Алексей on Saturday 30 May 2020

Расчет прохождения СКЛ через атмосферу Земли для события GLE №69

Content

Событиями GLE (Ground level enhancement) называется явление возрастания скорости счета нейтронных мониторов, возникающее вследствие увеличения числа протонов (в основном с энергией до 1 – 10 ГэВ) в потоке первичных космических лучей. Этому явлению, естественно, сопутствует увеличение скорости образования пар ионов на высотах от 0 до 80 км. Ранее в ПГИ была разработана методика, позволяющая получать энергетические спектры во время событий GLE методом решения обратной задачи с использованием данных сети станций нейтронных мониторов. Полученные спектры применяются нами как входные параметры при моделировании программным комплексом RUSCOSMICS прохождения частиц через атмосферу Земли, в ходе которого получают точные оценки скорости образования пар ионов, в частности в области высоких широт. В этой работе представлен такой результат, полученный для события, GLE №69, произошедшее 20.01.2005. Проводится анализ полученных профилей скорости счета, принимая во внимание особенности, обусловленные характеристиками спектра первичных частиц. Также показаны угловые распределения вторичных частиц в каскаде.

Primary author: MAURCHEV, Eugeny (Polar Geophysical Institute)

Co-authors: BALABIN, Yury (PGI); Mr GERMANENKO, Alexey Vladimirovich (Polar geophysical institute); Dr GVOZDEVSKY, Boris (Polar Geophysical Institute RAS, Apatity)

Submitted by MAURCHEV, Eugeny on Monday 01 June 2020

Расчет угловых характеристик вторичных частиц в атмосфере Земли при помощи программного комплекса RUSCOSMICS

Content

В этой работе основным результатом является показанная зависимость положения максимума потока вторичных космических лучей в профиле скорости счета на высотах от 0 до 80 км, возникающих вследствие развития ядерных каскадов. Ранее для программного комплекса RUSCOSMICS нами был разработан специальный детектирующий модуль, позволяющий собирать информацию об угловых распределениях вторичных космических лучей в атмосфере Земли (относительно перпендикулярного направления падения частиц). Здесь представлены данные, полученные во время моделирования прохождения протонов первичных космических лучей через атмосферу Земли для двух условий параметризации, в которых генератор частиц испускает протоны как перпендикулярно, так и изотропно по отношению к верхней границе.

Primary author: MAURCHEV, Eugeny (Polar Geophysical Institute)

Co-authors: Mr GERMANENKO, Alexey Vladimirovich (Polar geophysical institute); BALABIN, Yury (PGI)

Submitted by MAURCHEV, Eugeny on Monday 01 June 2020

Источники СПС и корональные дыры: взаимодействие в различные эпохи солнечной активности

Content

Текущий солнечный 24 цикл открыл новую эпоху пониженной солнечной активности, когда после необычного предыдущего, как оказалось впоследствии, переходного солнечного цикла произошла полная перестройка режима генерации активных областей (солнечных пятен). Это привело к изменению хода развития и интенсивности всех солнечных активных явлений, и вспышечных активных областей и, соответственно, солнечных вспышечных событий, и солнечных волокон, и корональных дыр, совместно отражающих магнитную конфигурацию на Солнце в данный момент. Поэтому представляется важным при осуществлении солнечного вспышечного события – источника солнечного протонного события знать условия, которые необходимы для образования и направления распространения коронального выброса вещества, который по последним исследованиям контролирует выход высокоэнергичных частиц. Исследование роли корональных дыр, соседствующих с активными областями, в которых происходили протонные вспышки, показали несомненное их влияние на распространение динамических явлений от большого вспышечного события (поверхностные волны, корональные выбросы вещества), создавая реальную магнитную границу для распространения возмущений и, возможно, для солнечных протонов. Исследование основано на серии однородных каталогов солнечных протонных событий в интервале времени 1965 - 2019 и включает в себя все СПС эпоху повышенной солнечной активности (19 - 22 солнечные циклы), переходный период (23 цикл) и первый цикл эпохи пониженной солнечной активности (текущий 24 цикл). Проведен анализ локализации протонных активных областей и ближайших к ним значимых корональных дыр, их возможной эволюционной связи и возможности их физического взаимодействия в условиях разных режимов генерации фонового общего магнитного поля Солнца, определяющие различные эпохи солнечной активности.

Primary author: ИШКОВ, Виталий (ИЗМИРАН)

Submitted by ИШКОВ, Виталий on Friday 05 June 2020

Диагностика структуры межпланетной среды по динамике потоков солнечных протонов 20.11.2014

Content

Представлены результаты исследования двух солнечных протонных событий 07.11.2011 и 20.11.2014, которые ассоциируются с солнечными вспышками, имеющими практически одинаковую мощность и расположенными на близких гелиодолготах, на западной стороне солнечного диска: 07.03.2011 № балл M3.7/SF и координаты S22W67; 20.02.2014 № балл M3.0/SN и координаты S15W73. Работа сделана на основе экспериментальных данных, полученных с КА ACE и ИСЗ GOES, расположенных в межпланетном пространстве в точке L1 и внутри магнитосферы Земли на геостационарной орбите, соответственно. Проведен сравнительный анализ особенностей временных профилей потоков солнечных энергичных протонов и вариаций параметров межпланетной среды: скорости и плотности солнечного ветра и величины и направления межпланетного магнитного поля. Показано, что основные различия временных профилей потоков солнечных протонов 07.11.2011 и 20.11.2014 связаны с влиянием межпланетной среды на потоки частиц. Результаты сравнительного анализа временных вариаций потоков солнечных протонов с E>10 МэВ и E>30 МэВ и Vz- и Vx-компонент межпланетного магнитного поля, а также Vz-компоненты скорости солнечного ветра 20.11.2014 свидетельствуют об определяющей роли структуры межпланетного магнитного поля на формирование особенностей временных профилей потоков частиц. Полученные экспериментальные результаты полностью согласуются с ранее высказанными утверждениями о том, что фундаментальной структурой в гелиосфере является магнитоплазменная трубка [Любимов и др., 1976], что распространение солнечных космических лучей в межпланетной среде преимущественно происходит в кваистационарных структурах межпланетного магнитного поля, состоящих из таких трубок [Любимов, 1988], что в процессе распространения солнечные протоны могут частично захватываться новыми структурами межпланетного магнитного поля [Любимов и Григоренко, 2007].

1. Любимов Г.П., Контор Н.Н., Переслгина Н.В., Игнатьев П.П. Анизотропия солнечных протонов и неоднородности межпланетной среды // Известия АН СССР. Сер. физ. 1976. Т. 40. № 3. С. 462-470.
2. Любимов Г.П. Отражательная модель движения СКЛ в петлевых ловушках // Астрономический циркуляр АН СССР. 1988. № 1531. С. 19-20.
3. Любимов Г.П., Григоренко Е.Е. Об отражательной модели солнечных космических лучей // Космические исследования. 2007. Т. 45. № 1. С. 12-19.

Primary author: Др ВЛАСОВА, Наталия (НИИЯФ МГУ)

Co-authors: ТУЛУПОВ, Владимир; КАЛЕГАЕВ, Владимир

Submitted by ВЛАСОВА, Наталия on Saturday 06 June 2020

Форбуш-эффект и геомагнитная буря в апреле 1990 г.

Content

По данным наземных измерений космических лучей на мировой сети станций выполнен анализ Форбуш-эффекта и геомагнитной бури в апреле 1990 г. Рассчитаны спектры вариаций космических лучей, питч-угловая анизотропия космических лучей на разных фазах развития Форбуш-понижения, а также изменения планетарной системы жесткостей геомагнитного обрезания. В рамках осесимметричной модели ограниченной магнитосферы Земли, учитывающей токи на магнитопаузе и кольцевой ток, определены расстояние до подсолнечной точки и радиус кольцевого тока, а также вклад кольцевого тока в изменения жесткости геомагнитного обрезания и в Dst-индекс во время исследуемого события.

Primary authors: Dr СДОБНОВ, Валерий (Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Ордена Трудового Красного Знамени Институт Солнечно-Земной Физики СО РАН); Dr КРАВЦОВА, Марина (Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Ордена Трудового Красного Знамени Институт Солнечно-Земной Физики СО РАН); Dr ОЛЕМСКОЙ, Сергей (Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Ордена Трудового Красного Знамени Институт Солнечно-Земной Физики СО РАН)

Submitted by Dr SDOBNOV, Valery on Thursday 13 February 2020

МОД:
Модуляция галактических КЛ

Наземное возрастание интенсивности космических лучей на фазе спада 24 солнечного цикла: спектры и анизотропия

Content

По данным наземных и спутниковых наблюдений интенсивности космических лучей (КЛ) на мировой сети станций методом спектрографической глобальной съемки исследованы вариации жесткостного спектра и анизотропия КЛ в период наземного возрастания интенсивности КЛ (GLE) 10 сентября 2017 г. Определены жесткостные спектры КЛ в отдельные периоды исследуемого события. Показано, что ускорение протонов в период этого GLE наблюдалось до жесткости $\sim 5-7$ ГВ, а дифференциальные жесткостные спектры КЛ во время рассматриваемого события не описываются ни степенной, ни экспоненциальной функцией от жесткости частиц. На основе проведенного анализа установлено, что в момент GLE Земля находилась в петлеобразной структуре межпланетного магнитного поля.

Primary authors: Dr КРАВЦОВА, Марина (Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Ордена Трудового Красного Знамени Институт солнечно-земной физики Сибирского отделения Российской академии наук (ИСЗФ СО РАН), Иркутск); Dr СДОБНОВ, Валерий (Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Ордена Трудового Красного Знамени Институт солнечно-земной физики Сибирского отделения Российской академии наук (ИСЗФ СО РАН), Иркутск)

Comments:

стендовый доклад, секция: СКЛ

Submitted by Dr SDOBNOV, Valery on Thursday 13 February 2020

Форбуш-эффeкт и геомагнитная буря в апреле 1990 г.

Content

По данным наземных измерений космических лучей на мировой сети станций выполнен анализ Форбуш-эффeкта и геомагнитной бури в апреле 1990 г. Рассчитаны спектры вариаций космических лучей, пичч-угловая анизотропия космических лучей на разных фазах развития Форбуш-понижения, а также изменения планетарной системы жесткостей геомагнитного обрезания. В рамках осесимметричной модели ограниченной магнитосферы Земли, учитывающей токи на магнитопаузе и кольцевой ток, определены расстояние до подсолнечной точки и радиус кольцевого тока, а также вклад кольцевого тока в изменения жесткости геомагнитного обрезания и в Dst-индекс во время исследуемого события.

Primary authors: Dr КРАВЦОВА, Марина (Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Ордена Трудового Красного Знамени Институт солнечно-земной физики Сибирского отделения Российской академии наук (ИСЗФ СО РАН), Иркутск); Dr ОЛЕМСКОЙ, Сергей (Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Ордена Трудового Красного Знамени Институт солнечно-земной физики Сибирского отделения Российской академии наук (ИСЗФ СО РАН), Иркутск); Dr СДОБНОВ, Валерий (Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Ордена Трудового Красного Знамени Институт солнечно-земной физики Сибирского отделения Российской академии наук (ИСЗФ СО РАН), Иркутск)

Comments:

стендовый доклад, секция: МОД

Submitted by Dr SDOBNOV, Valery on Thursday 13 February 2020

Низкоширотные вариации космических лучей в приземной атмосфере.

Content

Низкоширотные вариации космических лучей в приземной атмосфере.

Primary author: VLADIMIR, Makhmutov

Co-authors: PHILLIPOV, Maxim; Prof. MAGHRABI, Abdullrahman (KACST); RAULIN, Jean-Pierre; STOZHKOVA, Yuri

Submitted by VLADIMIR, Makhmutov on Monday 04 May 2020

Анализ жесткостных спектров вариаций космических лучей во время Форбуш – эффектов в октября 2012 г.

Content

По данным наземных наблюдений космических лучей (КЛ) на мировой сети станций нейтронных мониторов методом спектрографической глобальной съемки исследованы Форбуш – эффекты в октября 2012 г. Получены жесткостные спектры вариаций первичных КЛ на орбите Земли. Приведены показатели спектров вариаций КЛ в отдельные периоды исследуемого события.

Primary author: Др ЛУКОВНИКОВА, Анна (ИСЭФ СО РАН)

Submitted by Др ЛУКОВНИКОВА, Анна on Thursday 07 May 2020

Исследование форбуш-эффектов во время мощных солнечных вспышек по данным мюонного годоскопа УРАГАН

Content

В работе были изучены форбуш-эффекты (ФЭ), вызванные мощными солнечными вспышками X-класса, по данным мюонного годоскопа УРАГАН за период с 2007 по 2019 гг. Мюонный годоскоп УРАГАН регистрирует поток мюонов космических лучей на поверхности Земли одновременно с различных направлений. Это позволяет изучать энергетические, угловые и пространственно-временные характеристики вариаций потока мюонов космических лучей при ФЭ. Проанализирована связь полученных характеристик ФЭ с параметрами солнечных и геомагнитных возмущений.

Primary author: КОВЫЛЯЕВА, Анна (НИЯУ МИФИ)

Co-authors: БАРБАПИНА, Наталья (НИЯУ МИФИ); ДМИТРИЕВА, Анна (НИЯУ МИФИ); МИПУТИНА, Юлия (НИЯУ МИФИ); ПУТЕНКО, Виктор (НИЯУ МИФИ); ЯКОВЛЕВА, Елена (НИЯУ МИФИ); ЯШИН, Игорь (НИЯУ МИФИ)

Comments:

МОД, постер

Submitted by **КОВЫЛЯЕВА, Анна** on **Thursday 07 May 2020**

Исследование вариаций интенсивностей мюонных потоков в матричных данных годоскопа УРАГАН с использованием скользящей двумерной фильтрации

Content

Реализовано исследование вариаций интенсивностей мюонных потоков (МП) на основе цифровой обработки временных рядов матричных наблюдений годоскопа УРАГАН (МИФИ) с использованием скользящей двумерной фильтрации. Предложен метод оценивания вариаций функций интенсивностей МП.

Функция вариации интенсивностей МП здесь определена как разность между оценками функций интенсивностей МП и математическими ожиданиями оценок функций интенсивностей. Введены нормированные функции вариаций интенсивностей МП.

Разработаны алгоритмы вычисления двумерных нормированных функций вариаций интенсивностей МП; сформирован алгоритм их скользящей двумерной кусочно-линейной аппроксимационной фильтрации с целью уменьшения высокочастотных двумерных шумов.

Метод оценивания функций вариаций интенсивностей МП был протестирован на модельных матричных наблюдениях МГ; результаты тестирования оказались в достаточной степени удовлетворительными. Произведены вычисления погрешностей предложенного метода оценивания. Получены результаты оценивания функций вариаций интенсивностей МП на экспериментальных наблюдениях годоскопа УРАГАН, которые подтвердили эффективность предложенного метода.

Реализованное исследование и разработанный метод оценивания функций вариаций интенсивностей дополняют метод оценивания функций интенсивностей МП, основанный на технологии двухэтапной оптимизации, для решений задач распознаваний Форбуш-понижений интенсивностей МП.

Primary authors: CHINKIN, Vladislav (he Geophysical Center of the RAS); GETMANOV, Viktor; Dr GVISHINI, Alexey (geophysical center of RAS); YASHIN, Igor (National Research Nuclear University MEPH); КОВЫЛЯЕВА, Анна (НИЯУ МИФИ)

Submitted by **CHINKIN, Vladislav** on **Friday 08 May 2020**

Поиск гелиосферных возмущений и Форбуш-понижений мюонных потоков во временных рядах матричных данных годоскопа УРАГАН с помощью решающих правил для последовательностей доверительных интервалов

Content

Рассмотрен метод поиска гелиосферных возмущений и Форбуш-понижений мюонных потоков во временных рядах матричных данных годоскопа УРАГАН (МИФИ) с помощью решающих правил для последовательностей доверительных интервалов. Наблюдения мюонного годоскопа интерпретируются как временные ряды случайных чисел, которые распределены по пуассоновскому закону. Реализованы формулы вычисления доверительных интервалов для оценок математических ожиданий наблюдений случайных пуассоновских чисел. Метод поиска гелиосферных возмущений и Форбуш-понижений - локальных аномалий в МП основан на вычислении последовательностей доверительных интервалов для оценок математических ожиданий матричных данных годоскопа для эталонных и текущих временных участков наблюдений. Разработан алгоритм решающего правила обнаружений аномалий в мюонных наблюдениях в зависимости от заданных значений доверительных вероятностей и реализации сравнения последовательностей эталонных и текущих доверительных интервалов. Разработан алгоритм поиска локальных аномалий МП, базирующийся на процедуре разработанного решающего правила. Приведены результаты тестирования метода поиска локальных аномалий МП для модельных наблюдений матричных данных годоскопа, которые подтверждают его удовлетворительную эффективность. Работа предложенного алгоритма была апробирована на экспериментальных наблюдениях МП годоскопа УРАГАН, получены приемлемые результаты поиска гелиосферных возмущений и Форбуш-понижений.

Primary authors: DOBROVOLSKY, Michael (Geophysical Center of the Russian Academy of Sciences (GC RAS)); GETMANOV, Viktor; CHINKIN, Vladislav (he Geophysical Center of the RAS); YASHIN, Igor (National Research Nuclear University MEPhI); Mrs ОСЕТРОВА, Наталия (mephi)

Submitted by CHINKIN, Vladislav on Friday 08 May 2020

Воспроизведение характеристик 27-дневных вариаций потоков ГКЛ путём моделирования распространения частиц в возмущённой гелиосфере

Content

Работа посвящена воспроизведению 27-дневных вариаций потока галактических космических лучей (ГКЛ), наблюдавшихся в эксперименте PAMELA [1], при помощи моделирования распространения ГКЛ в гелиосфере. Построена карта электромагнитного поля в межпланетном пространстве в соответствии с моделями [2], [3] и экспериментальными измерениями, сделанными космическим аппаратом ACE [4]. Создан алгоритм, который численно решает уравнение движения космических лучей в этом поле и восстанавливает их траекторию. Генерируются заряженные частицы на границе гелиосферы и осуществляется их трассировка с использованием разобранного алгоритма. Начальные характеристики частиц таковы, что формируется их изотропное угловое распределение, а энергетический спектр соответствует межзвёздному, который предложен в работе [5]. В результате расчетов получены временные зависимости потока космических лучей в околоземном пространстве в период с 2007 по 2008 год и проведено сравнение с измерениями в эксперименте PAMELA

Литература

1. I. K. Troitskaya, A. G. Mayorov, V. V. Malakhov, R. Modzelewska, and S. A. Rodenko: Studying 27-Day Variations in the GCR Flux, Based on PAMELA Measurements// ISSN 1062-8738, Bulletin of the Russian Academy of Sciences: Physics, 2019, Vol. 83, No. 5, pp. 576–578.
2. C. Pei, J. W. Bieber, R. A. Burger, and J. Clem: THREE-DIMENSIONAL WAVY HELIOSPHERIC CURRENT SHEET DRIFTS. // The Astrophysical Journal, 744:170 (5pp), 2012 January 10
3. Paolo Lipari: Solar modulations by the regular heliospheric electromagnetic field. // INFN, sezione di Roma, Piazzale Aldo Moro 2, 00185 Roma, Italy, August 2, 2014.
4. M.C. Chiu, U.I. Von-Mehlem, C.E. Willey, T.M. Betenbaugh and others: ACE spacecraft. // Space Science Reviews volume 86, pages257–284 (1998).
5. D. Bisschoff, M.S. Potgieter: New local interstellar spectra for protons, helium and carbon derived from PAMELA and Voyager 1 observations. // Astrophys Space Sci (2016) 361:48.

Primary authors: ГАЛИКЯН, Нораир (НИЯУ МИФИ); ЮЛБАРИСОВ, Рустам (НИЯУ МИФИ)

Co-authors: ГОЛУБКОВ, Владислав; МАЙОРОВ, Андрей (НИЯУ МИФИ)

Submitted by ГАЛИКЯН, Нораир on Sunday 10 May 2020

Поведение скорости и температуры солнечного ветра в межпланетных возмущениях, создающих Форбуш-понижения

Content

Форбуш-понижения космических лучей обусловлены двумя типами солнечных источников: корональными дырами и корональными выбросами массы. В некоторых случаях идентификация солнечного источника с межпланетным возмущением, вызывающим Форбуш-понижение, затруднена и требует тщательного и детального анализа характеристик солнечного ветра. В этих случаях полезно сопоставить поведение протонной температуры и скорости солнечного ветра. В данной работе такое сопоставление проводилось на основе большого экспериментального материала, объединенного в базы данных ИЗМИРАНа. Оказалось, что зависимость температуры от скорости для спокойного солнечного ветра имеет степенной характер с более крутым спектром в области низких скоростей ($V < 425$ км/с; показатель степени 3.37 ± 0.02), чем в области высоких скоростей ($V \geq 425$ км/с; показатель степени 2.21 ± 0.02). На основе полученной T - V зависимости, для каждого часа, для которого есть данные о параметрах солнечного ветра, с июля 1965 г. и по декабрь 2018 г. были вычислены ожидаемая протонная температура T_{ex} и температурный индекс $KT = T_{\text{obs}}/T_{\text{ex}}$ (T_{obs} – наблюдаемая температура). Этот индекс аномально велик в областях взаимодействия разноскоростных потоков солнечного ветра и аномально мал внутри магнитных облаков, что позволяет использовать его для выделения связанных с этими межпланетными структурами Форбуш-понижений и для идентификации их солнечных источников.

Primary authors: Др АБУНИНА, Мария (ИЗМИРАН); Др АБУНИН, Артем (ИЗМИРАН); Др БЕЛОВ, Анатолий (ИЗМИРАН); Др ЕРОШЕНКО, Евгения (ИЗМИРАН); Др МЕЛКУМЯН, Анаид (РГУ нефти и газа им. Губкина); Др ОЛЕНЕВА, Виктория (ИЗМИРАН); Др ЯНКЕ, Виктор (ИЗМИРАН)

Comments:

Устный доклад, публикация не требуется

Submitted by Dr ABUNINA, Maria on Tuesday 26 May 2020

Об особенностях зависимости интенсивности галактических космических лучей от гелиосферных факторов в минимумах активности Солнца

Content

К основным модулирующим галактические космические лучи (ГКЛ) факторам, определяющим уровень интенсивности J (ГКЛ) в районе орбиты Земли в эпохи минимумов циклов пятнообразовательной активности Солнца, относятся, прежде всего, модуль радиальной компоненты регулярного гелиосферного магнитного поля (ГМП), B_r , и полуширина углового размера зоны секторной структуры ГМП, или квази-тилл, α_{qt} . Наблюдения в последние пять солнечных минимумов приводят к выводу, что для этих эпох пары $(B_r, \alpha_{\text{qt}})$ занимают на плоскости B_r - α_{qt} довольно узкую наклонную полосу. В докладе показано, что расчёты интенсивности ГКЛ J_m для разных пар $(B_r, \alpha_{\text{qt}})$ в указанной полосе, выполненные в группе ФИАН, демонстрируют удивительно сильную неоднородность, т.е., сильную зависимость характеристик интенсивности от $(B_r, \alpha_{\text{qt}})$. Аналогичная, хотя и несколько другая зависимость получается в расчётах группы СЗУ (Северо-Западный Университет, ЮАР) при использовании несколько другой модели и пары (B, α_{qt}) , где B – модуль напряжённости ГМП, в качестве основной пары гелиосферных факторов. В частности, существуют некоторые выделенные значения $(B_r, \alpha_{\text{qt}})$, при переходе от которых к соседним точкам энергетический спектр ГКЛ изменяется резко. Мы связываем с этой немонотонностью зависимости $J_m(B_r, \alpha_{\text{qt}})$ необычный энергетический спектр протонов ГКЛ в текущем периоде минимума между солнечными циклами 24 и 25 (минимум 24/25).

Primary authors: КРАЙНЕВ, М.Б. (ФИАН им. П.Н. Лебедева, Москва, Россия); КАЛИНИН, М.С. (ФИАН им. П.Н. Лебедева); АСЛАМ, О.П.М. (Центр космических исследований, Северо-Западный Университет, Потchefструм, ЮАР); НГОВЕНИ, М.Д. (Центр космических исследований, Северо-Западный Университет, Потchefструм, ЮАР); ПОПТИТЕР, Мариус (Центр космических исследований, Северо-Западный Университет, Потchefструм, ЮАР)

Submitted by Dr KRAINEV, Mikhail on Tuesday 26 May 2020

Структура гелиосферного магнитного поля и модуляция галактических космических лучей.

Content

АБСТРАКТ

В работе предложена модель гелиосферного магнитного поля (ГМП), отличная от двухкомпонентной паркерской модели и известных её модификаций Кота-Джокипи и Смита-Бибера. Условие бездивергентности ГМП накладывает жёсткие ограничения на координатную зависимость третьей – компоненты, которая оказывается тесно связанной с полем скоростей солнечного ветра (СВ), а две другие компоненты и сохраняют паркерскую связь. Наличие компоненты не требует введения соответствующей компоненты в скорость солнечного ветра и обусловлена пространственными градиентами радиальной составляющей

. Закономерности применения представленной модели изучались в рамках решения уравнения модуляции галактических космических лучей (ГКЛ) при описании стратосферных измерений, проводимых в ФИАН. В задачах солнечной модуляции ГКЛ наличие компоненты приводит к уменьшению широтных градиентов и амплитуды модуляции на орбите Земли. Оба эти фактора приводят к более плохому описанию данных измерений в последовательных 11-летних солнечных циклах по сравнению с общепринятой моделью Смита-Бибера.

Работа выполнена при частичной финансовой поддержке РФФИ (грант 18-02-00582_a).

Primary authors: Mr КАЛИНИН, Михаил (ФИАН); Mr КРАЙНЕВ, Михаил (ФИАН); Ms СВИРЖЕВСКАЯ, Альбина (ФИАН); Mr СВИРЖЕВСКИЙ, Николай (ФИАН)

Submitted by КАЛИНИН, Михаил on Tuesday 26 May 2020

О долговременной модуляции космических лучей в 23-24 циклах солнечной активности

Content

В последнее время наблюдается значительный тренд магнитных полей на Солнце. Общее магнитное поле Солнца с конца 22-го цикла солнечной активности (СА) уменьшилось более чем вдвое и, возможно, это уменьшение продолжается.

Изменения магнитного поля – ключ ко всем активным явлениям, происходящим на Солнце и гелиосфере и, соответственно, к процессам в космических лучах (КЛ). В долгопериодных вариациях КЛ в 23-24 циклах СА отображается ослабление солнечного магнитного поля и эти вариации оказались наименьшими за всё время наблюдений КЛ на Земле и околоземном пространстве. Модельные расчеты модуляции КЛ для анализируемых двух временных интервалов (21-22 и 23-24 циклов СА) показали: при небольшом отличии полученных регрессионных характеристик (и времен запаздывания вариаций КЛ относительно индексов СА) распределение вкладов в создаваемую модуляцию КЛ от воздействия различных индексов СА сильно различается в анализируемые периоды. Обсуждаются возможные причины отличий двух последних циклов СА от двух предыдущих.

Primary author: Dr YANKE, Victor (IZMIRAN)

Co-authors: Dr BELOV, Anatoly (IZMIRAN); GUSHCHINA, Raisa (IZMIRAN)

Comments:

MOD Доклад стендовый

В.Г. Янке, А.В. Белов, Р.Т. Гушина Институт земного магнетизма, ионосферы и распространения радиоволн им. Н.В.Пушкова (ИЗМИРАН), Москва, РФ abelov@izmiran.ru, rgus@izmiran.ru, yanke@izmiran.ru

Submitted by YANKE, Victor on Wednesday 27 May 2020

Долговременные изменения северо-южной анизотропии космических лучей по данным сети нейтронных мониторов

Content

Выделение северо-южной анизотропии космических лучей, из-за малости эффекта, очень чувствительно к качеству данных и к особенностям используемой методики. Это одна из причин существенного разброса результатов различных авторов. Задача настоящей работы - максимально расширить исследуемый период и сравнить результаты применения различных методик.

Для выделения составляющих вектора анизотропии (суточной и северо-южной асимметрии) применялся метод глобальной съёмки с привлечением данных мировой сети нейтронных детекторов. В полученных вариациях северо-южной анизотропии за 2000-2018 гг. наблюдается явно выраженная годовая волна, максимум которой, как правило, приходится на июль-август. В среднем разница минимальных и максимальных среднемесячных значений северо-южной анизотропии в году составляет 0.9%. Для сравнения проводилась также оценка северо-южной анизотропии методом парных станций.

Primary author: OLENEVA, Viktoriya (IZMIRAN)

Co-authors: Dr BELOV, Anatoly (IZMIRAN); Ms EROSHENKO, Eugeniya (IZMIRAN); YANKE, Victor (IZMIRAN)

Comments:

MOD Доклад стендовый Оленева В.А., Белов А.В., Ерошенко Е.А., Янке В.Г. Институт земного магнетизма, ионосферы и распространения радиоволн им. Н.В.Пушкова (ИЗМИРАН), Москва, Россия olenev@izmiran.ru, abelov@izmiran.ru, erosh@izmiran.ru, yanke@izmiran.ru

Submitted by **YANKE, Victor** on **Wednesday 27 May 2020**

Сравнение долговременных изменений потока космических лучей по данным наземных детекторов, Pamela и AMS-02

Content

Мониторинг космических лучей на Земле и околоземном пространстве Мировой сетью детекторов дал ряд однородных измерений характеристик галактических космических лучей с 1957 г. по настоящее время. Эти данные служат экспериментальной основой для получения спектра вариаций космических лучей за пределами магнитосферы ретроспективно или в реальном времени с помощью метода глобальной съёмки (GSM). В результате выполненных расчетов за период мониторинга получены величина вариаций плотности космических лучей (нулевая гармоника) и показатель спектра вариаций для жесткости 10 GV, близкой к эффективной жесткости частиц, регистрируемых нейтронными мониторами. До настоящего времени результаты GSM анализа можно было проверить только косвенными методами. С появлением измерений космических лучей в открытом космосе (в экспериментах PAMELA и AMS-2) до жесткостей в несколько десятков GV появилась возможность прямой проверки применения методики GSM, результаты которой приведены в настоящей работе. Анализ показал хорошее временное согласие данных GSM с измерениями потока космических лучей детекторами PAMELA и AMS-2. Небольшая точность данных PAMELA требует применения специальных процедур сглаживания при переходе к сравниваемым жесткостям (к 10 GV, как в нашем случае). Обсуждаются пути повышения такой точности. Сравнение долговременных изменений потока космических лучей по данным наземных детекторов и измерений в открытом космосе позволяет сделать вывод об их хорошем согласии.

Primary author: Dr BELOV, Anatoly (IZMIRAN)

Co-authors: GUSHCHINA, Raisa (IZMIRAN); YANKE, Victor (IZMIRAN)

Comments:

MOD Доклад устный Белов А.В., Гущина Р.Т., Янке В.Г. Институт земного магнетизма, ионосферы и распространения радиоволн им. Н.В.Пушкова (ИЗМИРАН), Москва, Россия abelov@izmiran.ru, rgus@izmiran.ru, yanke@izmiran.ru

Submitted by **YANKE, Victor** on **Wednesday 27 May 2020**

Необычное понижение интенсивности космических лучей в мае 2019 года на фоне минимума солнечной активности

Content

В мае 2019 года на нейтронных мониторах наблюдалось длительное понижение интенсивности космических лучей до ~4%. Хотя это и небольшое понижение по сравнению с квази-одиннадцатилетней вариацией, но на фоне низкой солнечной активности 24-го цикла оно хорошо выделяется.

В это время по данным LASCO/SOHO и STEREO-A в различных UVЧ диапазонах и на коронографе выявлена серия последовательных выбросов солнечного вещества, что и повлияло на модуляцию космических лучей, создав серию Форбуш-понижений, которые не успевали восстанавливаться. Серия была связана с двумя активными областями, и началась 30 апреля с “обратного гало” CME. Этот выброс не достиг Земли, но привел к существенной дополнительной модуляции космических лучей, большей частью к востоку от Земли. Далее последовала серия меньших восточных выбросов 1-6 мая, которые также не достигли Земли, но постепенно к ней приближались. Последние выбросы серии 8-9 и 12-13 мая создали обычные Форбуш-понижения. Трехмерную картину необычного понижения в КЛ дополняют наблюдаемые временные изменения данных детектора радиации RAD марсохода “Curiosity” и других детекторов на космических аппаратах.

В мае 2019 г. космические лучи еще раз показали свою способность собирать информацию об удаленных областях гелиосферы и переносить ее к Земле. Наземные детекторы космических лучей иногда наблюдают воздействие межпланетных возмущений, не достигших Земли. Особенно эффективны восточные выбросы, перекрывающие идущие к Земле силовые линии ММП за орбитой Земли и препятствующие восстановлению интенсивности космических лучей.

Primary author: Ms TREFILOVA, Ludmila (IZMIRA)

Co-authors: Mr KOBELEV, Pavel (IZMIRAN); Dr BELOV, Anatoly (IZMIRAN); Ms EROSHENKO, Eugeniya (IZMIRAN); OLENEVA, Viktoriya (IZMIRAN); Dr YANKE, Victor (IZMIRAN)

Comments:

MOD доклад устный

Трефилова Л.А., Кобелев П.Г., Белов А.В., Ерошенко Е.А., Оленева В.А., Янке В.Г. Институт земного магнетизма, ионосферы и распространения радиоволн им. Н.В.Пушкова (ИЗМИРАН), Москва, Россия trefilova@izmiran.ru, kosmos061986@yandex.ru, abelov@izmiran.ru, erosh@izmiran.ru, olene@izmiran.ru, yanke@izmiran.ru

Submitted by YANKE, Victor on Wednesday 27 May 2020

Экспериментальный спектр вариаций космических лучей в диапазоне жесткостей от 1-20 GV на орбите Земли по данным AMS-02

Content

Высокоточные данные орбитального детектора космических лучей AMS-02 важны не только для исследования темной материи и антивещества, но дают также уникальную возможность для изучения потоков частиц с жесткостями до нескольких десятков GV. При разработке методов, позволяющих по наземным данным восстановить параметры спектра вариаций космических лучей, использовалась эмпирически найденная форма спектра вариаций космических лучей: от простого степенного до многопараметрического спектра. В предлагаемой работе в диапазоне жесткостей, к которому наиболее чувствительны нейтронные мониторы, по экспериментальным данным AMS-02 получен трехпараметрический спектр вариаций галактических космических лучей. Найдено, что в период отрицательной полярности магнитного поля Солнца наблюдается спектр вариаций с сильным экспоненциальным затуханием в области больших жесткостей. При смене полярности на положительную и в начале нового 24-го солнечного цикла спектр вариаций космических лучей переходит в чисто степенной спектр.

Primary author: YANKE, Victor (IZMIRAN)

Co-authors: Mr KOBELEV, Pavel (IZMIRAN); Ms TREFILOVA, Ludmila (IZMIRAN); Dr BELOV, Anatoly (IZMIRAN); GUSHCHINA, Raisa (IZMIRAN); Ms EROSHENKO, Eugeniya (IZMIRAN)

Comments:

MOD устный

Янке В.Г., Кобелев П.Г., Трефилова Л.А., Белов А.В., Гушчина Р.Т., Ерошенко Е.А. Институт земного магнетизма, ионосферы и распространения радиоволн им. Н.В.Пушкова (ИЗМИРАН), Москва yanke@izmiran.ru, trefilova@izmiran.ru, kosmos061986@yandex.ru, abelov@izmiran.ru, erosh@izmiran.ru, rgus@izmiran.ru

Submitted by YANKE, Victor on Wednesday 27 May 2020

Межпланетные выбросы корональной массы как источника нерекurrentных Форбуш-понижениях

Content

Корональные выбросы массы, распространяясь в межпланетном пространстве, модулируют космические лучи, что приводит к нерекurrentным Форбуш-понижениям (ФП). В данной работе были проанализированы все ФП, связанные с внезапным началом геомагнитных бурь (SSC) и однозначно идентифицированные с солнечным источником. Используя параметр t_H , который представляет собой временную задержку (в часах) максимальной напряженности межпланетного магнитного поля в событии от начала ФП (SSC), выбранные события были разделены на три группы ($t_H < 6$, $6 \leq t_H \leq 15$, $t_H > 15$). В каждой группе были получены средние характеристики ФП и межпланетной среды и выполнен корреляционный анализ. Кроме того, используя метод наложения эпох, был получен усредненный временной профиль исследуемых ФП и соответствующих параметров межпланетной среды для каждой группы.

Primary authors: АБУНИНА, Мария (ИЗМИРАН); АБУНИН, Артем (ИЗМИРАН); БЕЛОВ, Анатолий (ИЗМИРАН); ЕРОШЕНКО, Евгения (ИЗМИРАН); ΠΑΡΑΙΟΑΝΝΟΥ, Athanasios (Institute for Astronomy, Astrophysics, Space Applications and Remote Sensing (IAASARS), National Observatory of Athens); ΜΑΥΡΟΜΙΧΑΛΑΚΗ, Helen (Faculty of Physics, National and Kapodistrian University of Athens)

Comments:

устный доклад

Submitted by ABUNIN, Artem on Thursday 28 May 2020

Эффекты солнечных протонных событий января 2005 года в вариациях интенсивности стратосферного полярного вихря

Content

Стратосферный полярный вихрь является важным связующим звеном между солнечной активностью и циркуляцией нижней атмосферы во внетропических широтах, что обусловлено благоприятным расположением области его формирования для работы ряда физических механизмов солнечно-атмосферных связей [1]. В настоящей работе исследуются изменения интенсивности вихря (скорости западного ветра в стратосфере высоких широт) в ходе мощных солнечных протонных событий (СПС) 15-20 января 2005 года на основе данных реанализа NCEP/NCAR [2]. Обнаружено, что в исследуемый период произошло значительное усиление ветра в верхней и средней стратосфере в области широт 50-80°N, увеличение по долготе области высоких значений скорости ветра и смещение этой области на восток, от арктического побережья Северной Америки к Северной Атлантике. Показано, что интенсификации полярного вихря может также способствовать усилению авроральной активности. Полученные результаты позволяют предположить, что изменения скорости ионизации в высокоширотной атмосфере, обусловленные всплесками солнечных космических лучей и высыпаниями авроральных электронов, являются возможными факторами интенсивности стратосферного полярного вихря.

1. Veretenenko S., Ogurtsov M. // Adv. Space Res. V.54. P.2467. 2014.
2. Kalnay E. et al. // Bull.Amer.Meteorol.Soc. V. 77. P. 437. 1996.

Primary author: VERETENENKO, Svetlana (Ioffe Institute)

Submitted by VERETENENKO, Svetlana on Thursday 28 May 2020

Гелиосферная модуляция космических лучей в эпоху нейтронного монитора

Content

Выполнена реконструкция гелиосферного потенциала модуляции галактических космических лучей для эры нейтронных мониторов. В основе лежит современная модель межзвездного спектра галактических космических лучей и спектр вариаций космических лучей нулевой гармоника. Спектр вариаций космических лучей получен в результате обработки глобально-спектрографическим методом данных непрерывного мониторинга детекторами мировой сети (нейтронные мониторы, стратосферное зондирование, мюонные телескопы), который откалиброван по данным прямых измерений спектра частиц на космических аппаратах и баллонах.

Результат реконструкции гелиосферного потенциала за последние 70 лет в диапазоне энергий от 1 до нескольких десятков ГэВ может быть использован в исследованиях в области солнечной, гелиосферной и солнечно-земной физики.

Primary author: Mr KOBELEV, Pavel (IZMIRAN)

Co-authors: Ms TREFILOVA, Ludmila (IZMIRAN); Dr BELOV, Anatily (IZMIRAN); GUSHCHINA, Raisa (IZMIRAN); Mr ХАМПАЕВ, Юлдаш (ИЗМИРАН)

Submitted by YANKE, Victor on Thursday 28 May 2020

Исследование связи параметров вариаций космических лучей, регистрируемых на Земле, с корональными дырами на Солнце

Content

Высокоскоростной солнечный ветер формируется на Солнце в областях с низкой светимостью – корональных дырах. В годы пониженной солнечной активности такой ветер является причиной возмущений межпланетного магнитного поля, что в последствии приводит к модуляциям потоков космических лучей, пронизывающих магнитосферу Земли.

В работе выявлены связи вариаций космических лучей на поверхности Земли с корональными дырами на Солнце. Представлены результаты анализа магнитосферных возмущений и деформаций углового распределения космических лучей в GSE системе (по данным мюонного годоскопа УРАГАН) во время геомагнитных возмущений в минимумах солнечной активности 2009-2010 гг и 2018-2019 гг.

Primary authors: ОСЕТРОВА, Наталия (НИЯУ МИФИ); ASTAPOV, Ivan (MEPhI); БАРБАШИНА, Наталья (НИЯУ МИФИ); Mrs КОНОВАЛОВА, Алёна (НИЯУ МИФИ); ШУТЕНКО, Виктор (НИЯУ МИФИ)

Submitted by ОСЕТРОВА, Наталия on Friday 29 May 2020

Исследование событий множественности на высокогорном нейтронном мониторе

Content

В 2019 году на станции космических лучей Иркутск-3 (гора Хулугайша, Восточные Саяны, 3000 м) запущена в работу дополнительная секция нейтронного монитора (НМ), оснащенная скоростной системой сбора данных, созданной в ПГИ. Скоростная система фиксирует время появления каждого электрического импульса от НМ с точностью 1 мкс в МРD-данные. Созданные программы обработки МРD-данных позволяют находить в общем потоке импульсов различные события, а именно: события множественности числом от $M = 3$ до $M = 100$, события появления адронного ливня широкого атмосферного ливня и др. После разделения событий множественности по их номеру M вычисляется средний временной профиль множественности M . Эта система сбора данных установлена на четырех НМ, события множественности хорошо изучены. Впервые скоростная система сбора установлена на высокогорном НМ. Сравнение характеристик событий множественности на равнинных станциях и высокогорных обнаруживает существенные отличия событий множественности.

Primary authors: Др БАЛАБИН, Юрий (ПГИ); Др ЛУКОВНИКОВА, Анна (ИСЗФ); Др ГВОЗДЕВСКИЙ, Борис (ПГИ); Мг GERMANENKO, Алексей (ПГИ); Mrs МИХАЛКО, Евгения (ПГИ); Мг ЯНКОВСКИЙ, Игорь (КБГУ)

Comments:

Постерная презентация предпочтительна

Submitted by BALABIN, Yury on Saturday 30 May 2020

Поиск оптимальных точек размещения портативного нейтронного монитора

Content

Лабораторией космических лучей ПГИ был разработан и создан портативный детектор нейтронов (ПНМ) с энергиями от тепловых до ~ 1 МэВ (мобильный вариант бесвинцовой секции нейтронного монитора). Предполагалось использовать его в сезонных экспедициях. Однако, ПНМ может быть установлен стационарно в различных удаленных пунктах (метеостанциях, маяках и др.). Несмотря на то, что на территории России размещена дюжина станций нейтронных мониторов (НМ), они очень неравномерно располагаются. Например, в четырехугольнике, образованном станциями Апатиты, Москва, Новосибирск, Норильск, нет ни одного НМ. При решении обратной задачи подобные "слепые" места ухудшают получаемое решение, поскольку имеется протяженная область (в угловых координатах), где нет никаких данных о потоках солнечных космических лучей. В данной работе представлены результаты поисков возможных мест размещения такого детектора. Для этого вычислялись асимптотические конусы приема предполагаемых мест размещения, которые затем сравнивались с конусами уже существующих станций. Отбирались точки, которые заполняют протяженные пустые области. Предложено несколько мест, оптимальных с точки зрения покрытия этих областей.

Primary author: Др БАЛАБИН, Юрий (ПГИ)

Submitted by BALABIN, Yury on Saturday 30 May 2020

Энергетические зависимости основных характеристик Форбуш понижений полученные по данным спектрометра ПАМЕЛА

Content

Форбуш понижения (ФП) проявляются в виде резких кратковременных уменьшений интенсивностей космических лучей, регистрируемой спутниковыми и наземными приборами. Основной причиной данного эффекта, являются корональные выбросы масс (КВМ) на Солнце. Во время таких солнечных возмущений с поверхности Солнца, в межпланетное пространство выбрасывается огромное количество солнечной плазмы, с мороженным в нее магнитным полем. Распространяющиеся корональные выбросы масс, в свою очередь, модулируют потоки космических лучей. Однако колоссальное разнообразие КВМ проявляется в большом различии Форбуш эффектов регистрируемых на сегодняшний день. Не смотря на то что с момента открытия ФП прошло уже несколько десятков лет, окончательной теории на наблюдаемого эффекта так и не получено. Спектрометр ПАМЕЛА состоящий из времяпролетной системы, систем антисовпадений, магнитного спектрометра, электромагнитного калориметра и нейтронного детектора, был установлен на борту спутника Ресурс ДК1, который был запущен на орбиту Земли 15 июня 2006. В работе, для изучения характеристик ФП, используются потоки космических протонов и ядер гелия полученные спектрометром ПАМЕЛА во время экспериментальных измерений на орбите Земли. С использованием экспериментальных данных, получены энергетические зависимости основных характеристик ФП, таких как время восстановления и амплитуда.

Primary authors: Mr LAGOIDA, I. A. (NRNU MEPhI); Prof. VORONOV, S. A. (NRNU MEPhI); Prof. MIKHAILOV, V. V. (NRNU MEPhI)

Submitted by LAGOIDA, Илья on Saturday 30 May 2020

Вариации космических лучей в 2009 и 2019 годов

Content

Второй подряд минимум солнечной активности оказывается необычным. К тому же двадцать четвертый цикл солнечной активности оказался во многом необычным. К настоящему времени солнечная активность подошла к очередному минимуму, а 24-й цикл к завершению. Прошлый минимум в 2009 г был необычно глубоким, поток космических лучей по данным сети нейтронных мониторов превысил максимумы предыдущих циклов. По мере приближения к очередному минимуму на мировой сети нейтронных мониторов отмечен интересный эффект. Некоторая часть станций нейтронных мониторов (четверть от всего количества) достигла и превысила максимум 2009 г, тогда как на остальных станциях пока еще уровень 2009 г. не достигнут. Для сравнения также проанализированы вариации космических лучей по стратосферным измерениям. Рассмотрены несколько гипотез, объясняющих подобный эффект, однако, все они объясняют только часть наблюдаемых фактов.

Primary authors: Dr БАЛАБИН, Юрий (ПГИ); Dr ГУЩИНА, Раиса (ИЗМИРАН); Dr БЕЛОВ, Анатолий (ИЗМИРАН); Dr ЯНКЕ, Виктор (ИЗМИРАН)

Submitted by BALABIN, Yury on Saturday 30 May 2020

Космические лучи в минимуме 24-го солнечного цикла

Content

Проводится анализ временного хода потоков космических лучей, измеренных в максимуме кривой поглощения в атмосфере северных и южных полярных широт и на средней северной широте. Сопоставляются данные текущего солнечного цикла с данными в минимумах предыдущих солнечных циклов. Обсуждается вопрос о размерах области модуляции галактических космических лучей. Известно, что наблюдается, примерно, годовое запаздывание потоков космических лучей измеренных в атмосфере и на уровне земли относительно числа солнечных пятен или их групп. Вместе с тем скачкообразные (step-like) изменения солнечной активности и потока космических лучей дают время запаздывания порядка 3-4 месяцев. Как согласовать эти результаты?

Primary authors: СТОЖКОВ, Юрий (ФИАН); Др МАЗМУТОВ, Владимир (ФИАН); Prof. БАЗИЛЕВСКАЯ, Галина (ФИАН); Др СВIRЖЕВСКИЙ, Николай (ФИАН); Др СВIRЖЕВСКАЯ, Альбина (ФИАН)

Submitted by СТОЖКОВ, Юрий on Sunday 31 May 2020

Портативный детектор нейтронной компоненты космических лучей

Content

Стандартный нейтронный монитор (НМ) является массивным прибором (в 18-НМ-64 вес свинца доходит до 50 тонн). В лаборатории космических лучей ПГИ разработан и создан портативный комплекс для измерения различных компонент вторичных космических лучей (ВКЛ). В первую очередь комплекс имеет детектор нейтронной компоненты (энергии <1 МэВ). Также в комплексе входят детектор заряженной компоненты, имеется возможность подключения широко используемого в ПГИ сцинтилляционного гамма-детектора (диапазон 20-600 кэВ). Небольшие габариты, малое энергопотребление, надежная и стабильная работа, возможность записи данных на флэш-накопители позволяют использовать этот комплекс для мониторинга ВКЛ в труднодоступных и уединенных местах, на метеостанциях, а также на судах в дальних плаваниях и экспедициях. Портативный комплекс включен на сбор данных, работает параллельно с основной аппаратурой на станции Апатиты и показал свою надежность. Получены первые результаты, показавшие, что созданный комплекс успешно выполняет мониторинг разных компонент ВКЛ и записывает детальную информацию. Несмотря на малые размеры, система регистрации позволяет фиксировать появление нейтронных облаков, когда счет детектора кратковременно (около 1 мс) возрастает. Эти возрастания намного превосходят возможные флуктуации одиночного счета.

Primary authors: Mrs МИХАЛКО, Евгения (ПГИ); Др БАЛАБИН, Юрий (ПГИ); Мг МАУРЧЕВ, Евгений (ПГИ); Др ГВОЗДЕВСКИЙ, Борис (ПГИ); Мг GERMANENKO, Алексей (ПГИ)

Submitted by BALABIN, Yury on Monday 01 June 2020

Comparison of calculated characteristics of Forbush decrease in a magnetic cloud with measurements

Content

The calculated amplitude of Forbush decrease and vector anisotropy in the electromagnetic field of a magnetic cloud are shown. The calculated characteristics of Forbush decrease generally correspond to measurements in 99 Forbush decrease events. The results of a detailed comparison are presented for the two events: July 16, 2000 and July 27, 2004.

Primary authors: PETUKHOVA, Anastasia (Yu.G. Shafer Institute of Cosmophysical Research and Aeronomy of Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences); Dr PETUKHOV, Ivan (Yu.G. Shafer Institute of Cosmophysical Research and Aeronomy of Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences); Dr PETUKHOV, Stanislav (Yu.G. Shafer Institute of Cosmophysical Research and Aeronomy of Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences)

Submitted by PETUKHOVA, Anastasia on Monday 15 June 2020

ГЕО:
Геофизические эффекты КЛ и их влияние на климат

Cosmic ray variations and seismic activity

Content

A semiannual variation in the intensity of cosmic rays and the seasonal variability of seismic activity are considered. The semi-annual variation of cosmic rays is estimated from a global network of neutron monitors over a half-century period. To determine the level of seismic activity, we used data on the number of strong earthquakes with a magnitude of $M \geq 6$ for the same period. A seasonal variability in the number of strong earthquakes was discovered, which follows a semi-annual variation in the intensity of cosmic rays. From the point of view of seismology, it is difficult to explain the seasonal variability of earthquakes. A possible mechanism of the relationship between the seasonal variability of the number of earthquakes and the semiannual variation in the intensity of cosmic rays is considered.

Primary authors: YANCHUKOVSKY, Valery; KUZMENKO, Vasilii; KHISAMOV, Rashid

Submitted by KUZMENKO, Vasilii on Tuesday 10 March 2020

Поиск сигналов акустической эмиссии, коррелирующих с прохождением частиц проникающей компоненты космических лучей через область глубинного разлома земной коры

Content

На Тянь-Шаньской высокогорной научной станции ФИАН (ТПШНС) проводится эксперимент по практическому поиску акустических сигналов от процессов, протекающих в зоне находящегося вблизи станции глубинного литосферного разлома.

В ходе этого эксперимента были обнаружены кратковременные всплески акустической эмиссии, амплитуда которых превышала обычный фоновый уровень на порядок величины, а длительность составляла доли секунды. Количество таких всплесков варьируется в широких пределах, от единиц до нескольких сотен событий в сутки. Статистическое распределение всплесков, которые регистрировались в периоды их повышенной интенсивности, отличается по своим свойствам от распределения, характерного для дней с малым количеством таких событий.

В дни в высоком суточном числом всплесков акустической эмиссии была обнаружена статистически значимая корреляция между этими всплесками и предшествующими им событиями, связанными с прохождением мюонов высокой энергии, (0.1–100)ТэВ. Последние определялись как непосредственно, с помощью подземного детектора ТПШНС, так и посредством ливневой установки, позволяющей детектировать широкие атмосферные ливни с первичной энергией свыше 1ПэВ, в составе которых также присутствуют энергичные мюоны. Характерный интервал времени после прохождения мюонов, на протяжении которого обнаруживается такая корреляция, составляет (100–1000)с.

Обнаруженная корреляция может быть связана с триггерным воздействием, который ионизация, созданная проникающими частицами, может оказывать на большой глубине в литосфере, провоцируя образование микротрещин и генерацию акустических колебаний за счет энергии упругой деформации, запасенной на краях разлома земной коры. Этот эффект может представлять интерес для работ по оперативному мониторингу текущей сейсмической обстановки в области глубинного разлома, а также для задач, связанных с проблемой прогноза землетрясений.

Primary author: ЩЕПЕТОВ, Александр (ФИАН)

Co-authors: ВИЛЬДАНОВА, Л.; ЖУКОВ, В.; МАМИНА, С.; РЯБОВ, В.; САДУЕВ, Н.; САДЫКОВ, Т.; ЧУБЕНКО, Александр

Submitted by SHEPETOV, Alexander on Friday 24 April 2020

Вариации фонового потока тепловых нейтронов на Камчатке

Content

В мае 2019 г. в Петропавловске-Камчатском начались измерения вариаций фонового потока тепловых нейтронов (установка «н-Камчатка») с помощью разработанных в ИЯИ РАН электронно-нейтронных детекторов. Высокая сейсмичность района субдукции Южной Камчатки, определила выбор места для развертывания еще одной установки подобного типа, создаваемой нами глобальной сети подобных установок в различных географических и геологических условиях. Целью установки «н-Камчатка» является, изучение корреляций динамики потока с сейсмической активностью. Как известно, природный поток нейтронов имеет два источника – космические лучи и естественная радиоактивность. На поверхности земли основной вклад дает первый источник, тогда как второй, дает основной вклад в подземных измерениях, за счет распада альфа-активных ядер радиоактивных рядов урана и тория. Поскольку одним из промежуточных нуклидов уранового ряда является относительно долгоживущий инертный газ радон-222, то и генерация нейтронов вблизи детекторов и их вариации связаны с концентрацией этого газа в окружающем веществе. В работе приведены некоторые результаты работы данной установки за год непрерывной работы.

Primary authors: Dr STENKIN, Yuri (INR RAS); Dr АЛЕКСЕЕНКО, Виктор (ИЯИ РАН); Dr КУЛЕШОВ, Денис (ИЯИ РАН); Mr ЛЕВЧОККИН, Кирилл (ИЯИ РАН); Dr МАКАРОВ, Евгений (Камчатский филиал Единой геофизической службы РАН); Dr ПЕГОЛЕВ, Олег (ИЯИ РАН); Prof. ФИРСТОВ, Павел (Камчатский филиал Единой геофизической службы РАН)

Submitted by Dr STENKIN, Yuri on Tuesday 05 May 2020

Исследование влияния метеопараметров на концентрацию тепловых нейтронов по данным установки "Нейтрон".

Content

С 2010 года в Научно-образовательном центре (НОЦ) НЕВОД функционирует установка «Нейтрон», предназначенная для регистрации потока тепловых нейтронов на поверхности Земли. Она состоит из четырех одинаковых сцинтилляционных детекторов на основе неорганического сцинтиллятора $6\text{LiF} + \text{ZnS}(\text{Ag})$, размещенных внутри здания НОЦ НЕВОД на различных высотах от -3 м до 10.5 м от поверхности грунта. Установка работает в непрерывном режиме и регистрирует скорость счета тепловых нейтронов.

Приводятся результаты обработки данных установки «Нейтрон» с мая 2015 по февраль 2019 г. Изучено изменение барометрических коэффициентов. Исследованы суточные вариации скорости счета нейтронов, связанные с изменением температуры «день/ночь». Изучено влияние высоты снежного покрова и выпавших осадков на скорость счета нейтронов за четыре зимы 2015/2016, 2016/2017, 2017/2018 и 2018/2019 гг. Влияние на метеопараметры наиболее явно проявляются для детектора, расположенного в открытой галерее здания.

Primary author: БУШУМА, Л. (НИЯУ МИФИ)

Co-authors: БОГДАНОВ, Ф.А. (НИЯУ МИФИ); ГРОМУШКИН, Д.М. (НИЯУ МИФИ); ДМИТРИЕВА, А.Н. (НИЯУ МИФИ); КУЗЬМЕНКОВА, П.С. (НИЯУ МИФИ); МЕШРАУИ, С. (НИЯУ МИФИ)

Comments:

Направление исследования ГЕО, тип доклада - постер.

Submitted by Mr БУШУМА, Лазхар on Thursday 07 May 2020

Эффекты, наблюдаемые в потоке мюонов во время гроз по данным МГ УРАГАН

Content

Мюонный годоскоп (МГ) УРАГАН осуществляет непрерывную регистрацию потока мюонов космических лучей. Этот поток формируется в верхних слоях атмосферы и чувствителен к изменениям атмосферных параметров, в том числе в периоды грозовой активности. С целью изучения эффектов, наблюдаемых в потоке мюонов во время гроз, проведен анализ данных МГ УРАГАН, полученных в весенне-летние периоды 2014 – 2019 гг. Разработана программа для автоматического отбора грозовых событий, сопровождавшихся значительными изменениями характеристик потока мюонов, т.е. имевших отклик в данных МГ УРАГАН. Отобрано 199 грозовых событий, наиболее мощные события подробно проанализированы, получены мюонографии (мюонные снимки) верхней полусферы в периоды их развития. Путём сопоставления мюонографий и метеорологических карт, получаемых Доплеровским метеорологическим радиолокатором ДМРЛ-С ФГБУ «ЦАО», показано, что области значительного уменьшения потока мюонов соответствуют областям грозовой активности в атмосфере. Установлено, что отклик МГ УРАГАН наблюдается как в случае развития грозы над годоскопом, так и в случае, когда гроза зарегистрирована на удалении от детектора. Вейвлет-анализ временных рядов характеристик потока мюонов показывает, что в период развития грозы и в предшествующий период в характеристиках потока мюонов присутствуют квази-периодические возмущения. Они возникают не только при прохождении грозы над МГ УРАГАН, но и незадолго до фактического начала грозовой активности, а также в связи с грозовой активностью на расстояниях до 200 км от МГ УРАГАН. Кроме того, установлено, что резкие падения скорости счёта мюонов в периоды грозовой активности не связаны с выпадением осадков.

Primary author: КАЧУР, Александра (НИЯУ МИФИ)

Co-authors: АСТАРОВ, Ivan (МЕРPh); БАРБАШИНА, Наталья (НИЯУ МИФИ); КОВЫЛЯЕВА, Анна (НИЯУ МИФИ); ПАВЛЮКОВ, Юрий (ФГБУ «ЦАО»); Проф. ПЕТРУХИН, Анатолий (НИЯУ МИФИ); СЕРЕБРЯННИК, Наталья (ФГБУ «ЦАО»); ШУТЕНКО, Виктор (НИЯУ МИФИ)

Comments:

ГЕО, Устный

Submitted by КАЧУР, Александра on Friday 08 May 2020

Возмущение свечения ночного неба в ясную погоду на средних широтах

Content

В работах [1,2,3,4] на основании методов, развитие которых представлено в работах [5,6,7,8], было отмечено явление свечения ночного неба над грозовой областью, сопровождающее сильные грозовые поля, способные вызвать медленный электрический пробой на убегающих электронах области стратосферы в припороговом режиме. Обычно, заряды на больших высотах имеют знакопеременное пространственное распределение в горизонтальной плоскости, порождая периодически изменяемую разность потенциалов в тропосфере, оцениваемую по вариациям мюонов [9]. Свечение средних слоёв атмосферы может быть вызвано как ускоренными вверх лавинами убегающих электронов, так и выпадением энергичных частиц из Радиационного пояса. В практике, крайне сложно определить причину свечения. Даже, если обнаруживается свечение в нижней части тропосферы, в горах, как в случае отмеченном в работе [2], этот эффект может быть коронным разрядом с гор, часто наблюдаемый альпинистами. В работе [10] были представлены результаты регистрации установкой «Арагац» [40.5° N, 44.4° E] ночного наблюдения (с 1 на 2 сентября 2019 г.) яркого непрерывного свечения грозовых облаков, сопровождаемого значительным возмущением интенсивности гамма – квантов генерированных электрическим полем. Этот энергичный эффект происходил в отсутствие дождя, но при высокой влажности. Интересно, где источник энергии? Географически, по планетарным масштабам, это место расположено в одном Кавказском регионе, как и наша установка («Ковёр» БНО ИИЯ РАН [43.3° N, 42.7° E]), в удалении 336 км. Демонстрации того, что в этот период происходило у нас, посвящена работа.

Накануне вечером 01.09.2019, прошло локальное облако с полем грозового характера. Датчик электрического тока дождя зафиксировал ток, характерный для гроз. Но само грозовое облако фиксировалось видеокамерами лишь в период с 17:30 по 18:20, в остальное время была обычная погода с небольшой облачностью. Ночью, с 20: 30, камерами фиксировались звёзды. Вместе с тем, по вариациям мюонов, на протяжении всей ночи разность потенциалов в тропосфере имеет значения характерные для гроз. Причём поля над установкой и на «периферии» - в удалении ~10 км имели разно-полярный характер. То есть, проходили зарядовые волны разного знака. В период начала прохождения волны, породившей отрицательную разность потенциалов над установкой «Ковёр», в Армении, на установке «Арагац», регистрировалось аномальное свечение и генерация гамма – квантов (23:15-23:30 UT). Местное время LT опережает мировое UT на 3 часа. В небе над БНО свечение началось в 2:22 LT и продолжалось до 3:25 с максимумом в 3:03. Этот период отмечается наличием возмущения в индексе SIM-D (ресурс http://isgi.unistra.fr/indices_asy.php), характеризующем планетарный межполушарный ток. Положительное возмущение отвечает движению тока по ионосфере от Северного полушария к Южному. Интересная особенность имеется в индексах PCN (север) и PCS (юг), характеризующих вариации электрического поля в межпланетной плазме окружающей Землю. В целом, измерения на разных полюсах – близки, но имеются спорадические расхождения в моменты экстремумов. Именно в эти моменты зарегистрированы аномальные свечения на установках «Ковёр» и «Арагац».

Измерены параметры. Характерное фоновое свечение ночного неба в период измерения на БНО: красным цветом (R): 334-(2±1) Рл, зелёным (G): 1.55-(2±1) кРл, синим (B): = 4.50-(2±1) кРл. Или в фотометрических единицах соответственно R: 1.52-(2±1)·10⁻⁵ [кд/м²], G: 2.51-(2±1)·10⁻⁴ [кд/м²], B: 1.31-(2±1)·10⁻⁵ [кд/м²]. Суммарно: 2.7-(2±1)·10⁻⁴ [кд/м²]. Соответствует обычной яркости ночного безлунного неба. Амплитуда возмущения свечения: R: 33-(2±1) Рл, G: 116-(2±1) Рл, B: 900-(2±1) Рл. Или в фотометрических единицах соответственно R: 1.5-(2±1)·10⁻⁶ [кд/м²], G: 1.9-(2±1)·10⁻⁵ [кд/м²], B: 2.6-(2±1)·10⁻⁶ [кд/м²]. Суммарно: 3.3-(2±1)·10⁻⁵ [кд/м²] Это глазом вряд ли заметно.

Primary author: Др ХАЕРДИНОВ, Наиль (Институт ядерных исследований РАН)

Co-authors: Др ДЖАППУЕВ, Д. (ИЯИ РАН); Др КУДЖАЕВ, А. (ИЯИ РАН); Др ЛИДВАНСКИЙ, А. (ИЯИ РАН); Др ПЕТКОВ, Вю (ИЯИ РАН); Мг ХАЕРДИНОВ, М. (ИЯИ РАН)

Submitted by КНАЕРДИНОВ, Nail on Monday 11 May 2020

Вариации заряженной и нейтральной компонент космических лучей в сейсмической зоне CASLEO

Content

Данная работа посвящена исследованию вариаций нейтральной и заряженной компонент космических лучей в приземной атмосфере в районе астрономической обсерватории CASLEO (Мендоза, Аргентина). Обсерватория находится в сейсмической зоне: за временной период с июня 2015г. по март 2020 г. зарегистрировано 251 событие магнитудой от 2.5 до 8.3. В работе исследована серия землетрясений (67 событий магнитудой от 3.6 до 6.4), произошедших в пределах 100 км от CASLEO. Для каждого события проанализированы экспериментальные данные, полученные на наземном комплексе, разработанном в ФИАН (Долгопрудненская научная станция ФИАН) и установленном в обсерватории CASLEO в 2015 г. В состав экспериментального комплекса входит детектор заряженных частиц CARPET, нейтронный детектор, гамма спектрометр и датчик электрического поля. В комплексном анализе использованы также данные о геомагнитной активности. Полученные результаты представлены и обсуждаются в данной работе.

Primary authors: ОРЛОВ, Андрей (Физический институт им. П.Н.Лебедева РАН, г.Москва; Московский физико-технический институт (НИУ), г. Долгопрудный); МАХМУТОВ, Владимир (Физический институт им. П.Н.Лебедева РАН, г.Москва); ФИЛИППОВ, Максим (Физический институт им. П.Н.Лебедева РАН, г.Москва); РОЛАН, Жан-Пьер (Университет Маккензи /CRAAM, Бразилия, г. Сан-Пауло)

Submitted by ORLOV, Andrey on Tuesday 12 May 2020

Совершенствование метода исследования распределения космических лучей на основе данных сети мюонных телескопов

Content

Реализован новый метод определения параметров углового распределения космических лучей за каждый момент измерений, который является аналогом метода глобальной съемки, разработанного в 1970-х гг. в ИКФИА СО РАН. При новом подходе, вместо данных нейтронных мониторов, используются результаты регистрации мюонных телескопов: сети GMDN, станций Якутск. В данной работе рассмотрены методические вопросы, связанные с улучшением качества получаемых результатов. Заново уточнены геометрические факторы мюонных телескопов GMDN, подготовлена и реализована методика учета эффекта Комптона-Геттингга вызванного орбитальным движением Земли. Также введен дополнительный учет zenithно-угловой зависимости коэффициентов энергетической чувствительности детекторов. С помощью этого метода определены параметры первых 2-х угловых моментов функции распределения космических лучей за 2012-2018 гг. Результаты новых расчетов значений параметров анизотропии космических лучей за вышеуказанный период доступны в сети Интернет на сайте ИКФИА по адресу: www.ysn.ru/smt.

Primary author: GOLOBOV, Petr (Institute of Cosmophysical Research and Aeronomy of SB RAS)

Co-authors: Mr ZVEREV, Anton; Dr GRIGORYEV, Vladislav

Submitted by ZVEREV, Anton on Friday 29 May 2020

Атмосферные эффекты во время высыпаний энергичных электронов

Content

В работе представлены результаты анализа данных о высыпаниях в атмосферу энергичных магнитосферных электронов, зарегистрированных на ст. Апатиты (Мурманская обл.) в период 2002-2005гг. и данных о концентрации оксида азота (NO) в атмосфере на высотах 64-90 км, измеренных спектрометром SCIAMACHY (Scanning Imaging Absorption Spectrometer for Atmospheric Cartography), установленным на борту спутника ENVISAT. Рассмотрен отклик вариаций концентрации оксидов азота на отдельные случаи высыпаний электронов и на серию событий. В работе используются сопутствующие данные о солнечной активности, состоянии межпланетной среды и геомагнитного поля.

Работа проведена в рамках Германо-Российского проекта "Н-ЕРИС" финансируемого РФФИ (грант № 20-55-12020) и немецким научным фондом по гранту № SI 1088/7 (German Research Foundation DFG, SI 1088/7-1).

Направления исследований были частично определены при выполнении работ по проекту International Space Science Institute (ISSI and ISSI-BJ team "Relativistic Electron Precipitation and its Atmospheric Effects").

ЕР признателен за поддержку в рамках проекта ISSI team "Space Weather Induced Direct Ionisation Effects On The Ozone Layer"

Primary authors: Dr МАХМУТОВ, В.С. (ФИАН); Prof. БАЗИЛЕВСКАЯ, Г.А. (ФИАН); Dr МИРОНОВА, И. (Санкт-Петербургский ГУ); Dr СИННХУБЕР, М. (Institute of Meteorology and Climate Research, Karlsruhe Institute of Technology, Germany); Dr ПОЗАНОВ, Е. (PMOD/WRC and IAC ETHZ, Davos, Switzerland); Dr СУХОДОЛОВ, Т. (PMOD/WRC and IAC ETHZ, Davos, Switzerland); Dr ГВОЗДЕВСКИЙ, Б.Б. (ПИ РАН); Dr СВИРЖЕВСКИЙ, Н.С. (ФИАН)

Submitted by VLADIMIR, Makhmutov on Friday 29 May 2020