

**Всероссийский симпозиум
по космическим лучам,
посвященный 100-летию
А.И. Кузьмина и 75-летию
станции космических лучей
№1.**

Report of Contributions

Contribution ID: 3

Тип: **устный**

Среднесрочный прогноз активных фаз нового 25 цикла. Начало цикла и фаза роста.

Прогноз явно выраженных активных фаз текущего 25 цикла указывал бы на реализацию сценария выхода на режим восстановления 11-летней цикличности. Возможно, на уровень активности равный или выше известных средних значений. Ситуация с выбором сценария развития нового 25 цикла становится все более интересной, в связи с намечающейся тенденцией к расхождению реального, текущего профиля чисел Вольфа от ожидаемого профиля, т.е. их прогноза на 25 цикл. Целью работы является подтверждение (или опровержение) среднесрочного прогноза активной фазы начала и фазы роста текущего 25 цикла на базе оперативного мониторинга космических лучей.

В итоге, результаты среднесрочного прогноза начала цикла и активной фазы роста текущего цикла (когда высока вероятность серийных событий), подтверждаются данными оперативного прогноза штормовых частиц (предшествующих приходу межпланетных ударных волн - УВ) и последующей диагностики УВ. Стоит заметить, что прогноз «штормовых» частиц - один из основных поражающих факторов систем жизнеобеспечения в Космосе, в воздухе и на Земле - является наиболее сложной проблемой в прогнозе Космической погоды.

Способ прогноза реализован на базе мониторинга космических лучей посредством созданной нами роботизированной экспертной системы «Cyber-FORSHOCK». Система работает в режиме реального времени на базе существующей мировой сети (высокоширотных) нейтронных мониторов (<http://www.nmdb.eu>). В нашем случае, планета Земля, вместе с работающими на прием космической радиации станциями космических лучей (порядка ~10), представляет собой, по сути –ЕДИНЫЙ «прибор».

Важность прогноза геоэффективных событий Космической погоды особенно очевидна в случае события 2-4.II.2022 г.: пренебрежение подобным прогнозом стоило США потери 80% (<https://www.youtube.com/watch?v=JayGdjP73tI>) спутников серии STARLINK, запуск которых был осуществлен в «критический» период. Указанный период 1-4.II.2022 прогнозировался нами по космическим лучам, как потенциально опасный.

Primary author: Dr КОЗЛОВ, Валерий Игнатьевич (ИКФИА)

Presenter: Dr КОЗЛОВ, Валерий Игнатьевич (ИКФИА)

Contribution ID: 4

Type: устный

50 лет исследования поведения интенсивности ГКЛ в периоды инверсии гелиосферного магнитного поля

Влияние переменности общего магнитного поля Солнца (так тогда называли магнитные поля в полярных областях фотосферы) на интенсивность ГКЛ было впервые замечено группой ФИАН в 1973 г. [1] и интерпретировано как эффект инверсии этого поля в свойствах гелиосферных магнитных полей (ГМП). С тех пор проявления в интенсивности ГКЛ 22-летней цикличности ГМП непрерывно исследуются в течение уже 50 лет.

Для периодов средней и низкой пятенной активности представление о ГМП в гелиосфере, состоящей из двух униполярных «полусферий», разделённых волнистым глобальным гелиосферным токовым слоем (ГТС) и характеризующейся общей полярностью ГМП А (знак Вг в северном «полусферии») сложилось уже к середине 1970-х годов. К концу этого десятилетия в основном сложились и представления о возможных механизмах воздействия такого упорядоченного распределения ГМП на ГКЛ – дрейф частиц в неоднородном магнитном поле и, возможно, проявления разности электрического потенциала между гелиосферой и межзвёздным пространством или пересоединения между ГМП и галактическим полем. Тогда же и в 1980-е годы были обнаружены соответствующие наблюдаемые эффекты в интенсивности ГКЛ, сложилось даже мнение о магнитном дрейфе как основном механизме модуляции ГКЛ, но со временем возобладали более уравновешенные представления.

Однако для периодов высокой пятенной активности Солнца, когда происходит инверсия полоидального магнитного поля Солнца (ПМПС - так точнее называть магнитные поля в полярных областях фотосферы), единого мнения, в чём заключается инверсия ГМП, и даже какие эффекты в интенсивности ГКЛ обусловлены этой инверсией, нет, хотя за время регулярного мониторинга ГКЛ разных энергий инверсия ПМПС происходила уже 6 раз. Отметим, что в группе ФИАН систематически, начиная с [1-3], наблюдаемое в эти периоды поведение ГКЛ, связывают с инверсией ПМПС. Часто для моделирования распространения ГКЛ в периоды инверсии ГМП просто постулируют переключение в какой-то момент общей полярности ГМП А с плюса на минус или наоборот, хотя в последнее десятилетие появились более детальные подходы к описанию ГМП в эти периоды.

В докладе кратко обсуждаются наблюдаемые эффекты в интенсивности ГКЛ, связываемые с инверсией ПМПС, а также моделирование ГМП и ГКЛ для периодов этой инверсии. Более подробно обсуждается и детализируется модель инверсии ГМП, предложенная десять лет назад в группе ФИАН [4-6]. Приводятся и обсуждаются результаты 2D расчётов скорости дрейфа (а, возможно, и интенсивности) ГКЛ, использующих эту модель инверсии ГМП, для четырёх последних периодов инверсии.

Литература

1. Charakhchyan A.N., Stozhkov Yu.I., Svirzhevsky N.S., Charakhchyan T.N., ICRC, 2, 1159-1164, 1973;
2. Vernov S.N., Charakhchyan A.N., Stozhkov Yu.I., Charakhchyan T.N., ICRC, 14, 1015-1019, 1975
3. Svirzhevskaya A.K., Stozhkov Yu.I., Charakhchyan T.N., ICRC, 3, 985-989, 1975
4. Krainev M.B., Kalinin M.S., ICRC, 2013
5. Krainev M., Bazilevskaya G., Kalinin M., Svirzhevskaya A., Svirzhevsky N., POS(2015)181
6. Крайнев, СЗФ, 5, №4, 12-25, 2019

Primary author: Dr КРАЙНЕВ, Михаил Борисович (ФИАН)

Co-authors: Dr СВирЖЕВСКАЯ, А.К. (ФИАН); Prof. БАЗИЛЕВСКАЯ, Г.А. (ФИАН); Dr КАЛИНИН, М.С. (ФИАН); Dr СВирЖЕВСКИЙ, Н.С. (ФИАН); Prof. СТОЖКОВ, Ю.И. (ФИАН)

Presenter: Dr КРАЙНЕВ, Михаил Борисович (ФИАН)

Contribution ID: 6

Тип: устный

Влияние коронального выброса массы (КВМ) на ускорение солнечных космических лучей (СКЛ) ударной волной в нижней короне Солнца. Анализ события 7 мая 1978 г.

На основе теории диффузионного (регулярного) ускорения заряженных частиц, открытого в нашем Институте Г.Ф. Крымским (Докл. АН СССР 234, 1306 (1977)), были проведены теоретические исследования численными методами влияния КВМ на ускорение СКЛ ударными волнами в нижней короне Солнца (С.Н. Танеев, Л.Т. Ксенофонтов, Е.Г. Бережко, ЖЭТФ 161, 20 (2022)). Согласно этому исследованию изучены спектры протонов произведенных ударной волной, образованной КВМ, в нижней короне Солнца с известными параметрами солнечной плазмы для события СКЛ, зарегистрированного вблизи орбиты Земли 7 мая 1978 г. (ground level enhancement No 31, GLE31). Для анализа события использовались данные регистрации потоков протонов прибором СРМЕ, установленного на космическом аппарате IMP-8, и мировой сети наземных нейтронных мониторов совмещенных с измерениями частиц телескопами на спутниках IMP-7 и IMP-8. В расчетах для удовлетворительного воспроизведения, измеренного на орбите Земли спектра протонов, скорость КВМ была принята постоянной и равной 600 км/с. Процесс ускорения СКЛ ударной волной протекал до 1.4 солнечных радиусов в течении 256 с. По результатам изучения события GLE31 в ЖЭТФ принята в печать статья.

Primary author: Mr ТАНЕЕВ, Сергей Николаевич (ЛТКП ИКФИА СО РАН)

Presenter: Mr ТАНЕЕВ, Сергей Николаевич (ЛТКП ИКФИА СО РАН)

Contribution ID: 7

Type: **устный**

Метод спектрографической глобальной съемки с использованием неисправленных на температурный эффект данных сети мезонных телескопов

Представлен модифицированный метод спектрографической глобальной съемки для разделения вариаций космических лучей на составляющие межпланетного, магнитосферного и атмосферного происхождения по данным наземных наблюдений интенсивности космических лучей. Показана возможность использования для исследований весь имеющийся комплекс наземной регистрирующей космические лучи аппаратуры (мировую сеть нейтронных мониторов, расположенных на разных высотах, наземные и подземные мезонные телескопы и т. д.) без привлечения данных аэрологического зондирования атмосферы. В качестве демонстрации работоспособности метода спектрографической глобальной съемки приведены результаты расчетов вариаций изотропного потока, питч-угловой анизотропии первичных космических лучей в межпланетном пространстве, изменения планетарной системы жесткостей геомагнитного обрезания за каждый час наблюдений, а также температура атмосферы в пункте наблюдения заряженных компонент космических лучей за выбранные периоды.

Primary author: КОВАЛЕВ, Иван (ИСЗФ СО РАН)

Co-authors: СДОБНОВ, Валерий (ИСЗФ СО РАН); ОЛЕМСКОЙ, Сергей (ИСЗФ СО РАН)

Presenter: КОВАЛЕВ, Иван (ИСЗФ СО РАН)

Contribution ID: 8

Тип: **устный**

Мюонография окружающего пространства и перспективы ее развития

Мюонография –метод диагностики окружающего пространства, в то числе гелиосферы, магнитосферы и атмосферы Земли, в потоке мюонов космических лучей, регистрируемых в годоскопическом режиме. Монография, по аналогии с такими методами как рентгенография, электронография, нейтронография, основывается на регистрации проникающего излучения, взаимодействие которого с исследуемыми объектами вызывает изменения исходного потока частиц. В отличие от всех других частиц, потоки которых формируются искусственно, мюоны имеют природное происхождение, поскольку образуются в результате взаимодействия первичных космических лучей с ядрами атомов в атмосфере. Мюоны с хорошей точностью сохраняют направление движения первичных частиц, что открывает возможность изучения возмущений в гелиосфере и магнитосфере Земли, которые приводят к вариациям потока первичных космических лучей. В тоже время возмущения в атмосфере напрямую влияют на поток мюонов. В докладе рассматривается краткая история развития и примеры использования мюонографии для изучения различных процессов и явлений в межпланетном и околоземном пространстве, приводится сравнение с данными нейтронных мониторов, а также обсуждаются перспективы дальнейшего развития метода.

Primary authors: БАРБАШИНА, Наталья (НИЯУ МИФИ); АСТАПОВ, Иван (НИЯУ МИФИ); ДМИТРИЕВА, Анна (НИЯУ МИФИ); ПЕТРУХИН, Анатолий (НИЯУ МИФИ); ШУТЕНКО, Виктор (НИЯУ МИФИ); ЯШИН, Игорь (НИЯУ МИФИ)

Presenter: БАРБАШИНА, Наталья (НИЯУ МИФИ)

Contribution ID: 9

Тип: **устный**

Почему необходимы близкие источники космических лучей?

Источниками КЛ в Галактике являются не только сверхновые, но и активные карликовые звезды. Они расположены в правой нижней части главной последовательности звезд на диаграмме Герцшпрунга-Рассела. Эти звезды составляют основное звездное население Галактики. Они находятся на расстояниях от 1 парсека и далее от нашей солнечной системы. На этих звездах часто происходят звездные вспышки с огромным выделением энергии до 10^{39} эрг (самая мощная солнечная вспышка выделила энергию 10^{32} эрг). В этих вспышках могут ускоряться частицы до энергий (10^{13} - 10^{15})эВ .

Оценки показывают, что вспышки на этих звездах могут обеспечить плотность энергии КЛ в Галактике. Наличие источников КЛ, близких к солнечной системе, позволяет понять особенности спектров этих частиц, наблюдаемых в космических экспериментах, выполненных в этом столетии.

В данной работе дано объяснение аномальной зависимости отношения потоков (e^+/e^-) от энергии этих частиц.

Primary author: Prof. СТОЖКОВ, Юрий (ФИАН)

Presenter: Prof. СТОЖКОВ, Юрий (ФИАН)

Contribution ID: 10

Тип: стендовый

Изменения амплитуды ОНЧ радиосигналов и эффективной высоты волновода Земля-ионосфера на радиотрассах Новосибирск – Якутск, Хабаровск – Якутск и Австралия – Якутск во время серии солнечных вспышек в октябре – ноябре 2021 г.

Во время солнечных вспышек повышение интенсивности рентгеновского излучения, может достигать нескольких порядков. Резко повышается концентрация электронов в D области ионосферы (60-90 км). При регистрации радиосигналов диапазона очень низких частот (ОНЧ: 3-30 кГц) такие возмущения проявляются в виде внезапных амплитудных и фазовых аномалий (ВАА и ВФА). Уменьшение фазовой задержки ОНЧ радиосигнала при ВФА трактуется как уменьшение эффективной высоты волновода Земля –ионосфера, а повышение амплитуды регистрируемого сигнала при распространении в волноводе –как повышение высотного градиента концентрации электронов нижней ионосферы.

В г. Якутске регистрируются ОНЧ сигналы радиостанций. Во время серии солнечных вспышек в октябре –ноябре 2021 г. выделены амплитуды и фазовые вариации сигналов РСДН-20 Новосибирск (55,75° N, 82,45° E) и Хабаровск (50,07° N, 136,6° E) на частоте 11,904 кГц, а также NWC (19,8 кГц, 21,82° S, 114,17° E, Австралия). Протяженности радиотрасс Новосибирск –Якутск: 2640 км, Хабаровск –Якутск: 1400 км, NWC –Якутск: 9400 км.

Рассмотрены максимальные изменения амплитуды при ВАА от логарифма произведения максимального потока рентгеновского излучения P в диапазоне [1 –8 Å] и усредненного вдоль всей радиотрассы косинуса зенитного угла Солнца X . На радиотрассе Новосибирск – Якутск с ростом потока рентгеновского излучения регистрируется повышение амплитуды. На радиотрассах Хабаровск –Якутск и NWC –Якутск регистрируется насыщение при достижении потока 6 мкВт/м². При дальнейшем увеличении потока ионизирующего излучения, усиление сигнала уменьшается. В зависимости ВАА от потока рентгеновского излучения Солнца, возможно, в большей степени проявляются особенности спектров рентгена каждой отдельной вспышки, что усложняет моделирование.

Определены коэффициенты линейной зависимости изменения эффективной высоты волновода Земля –ионосфера h_f на радиотрассах Хабаровск –Якутск и NWC –Якутск от логарифма произведения интенсивности потока рентгеновского излучения Солнца P на усредненный вдоль трассы распространения косинус зенитного угла Солнца X .

Коэффициенты детерминации для этих линейных зависимостей на радиотрассах Хабаровск –Якутск и NWC –Якутск равны 0,89 и 0,78 соответственно.

Работа выполнена в рамках государственного задания (номер госрегистрации № 122011700182-1).

Primary authors: КОРСАКОВ, А.А. (ИКФИА СО РАН); Dr КОЗЛОВ, В.И. (ИКФИА СО РАН)

Presenter: КОРСАКОВ, А.А. (ИКФИА СО РАН)

Contribution ID: 11

Type: устный

Правильны ли наши представления о модуляции космических лучей в гелиосфере?

Гелиосферная модуляция космических лучей осуществляется четырьмя процессами: диффузией частиц, их конвекцией, дрейфом частиц и потерями энергии частиц при их распространения в гелиосфере. В модуляции галактических космических лучей (ГКЛ) существенную роль играет 22-летний солнечный магнитный цикл. В отрицательные фазы этого цикла, когда магнитные силовые линии выходят из южной полярной шапки Солнца и входят в северную солнечную полярную шапку, во временном ходе ГКЛ наблюдается пикообразная зависимость. Максимальный поток ГКЛ достигается примерно через год после минимума солнечной активности. В положительные фазы этого цикла, когда магнитные силовые линии выходят из северной полярной шапки Солнца и входят в южную, во временном ходе потока ГКЛ наблюдается постепенный рост потока ГКЛ. Этот плавный рост начинается примерно за два года до минимума солнечной активности и заканчивается через год после достижения минимума. Общепринятым объяснением такого различия во временном ходе потока ГКЛ в отрицательные и положительные фазы 22-летнего солнечного магнитного цикла был существенный вклад дрейфовых эффектов в модуляцию космических лучей. Направления скоростей дрейфа зависят от знака заряда частиц. Поэтому модуляция протонов и ядер должна отличаться от модуляции электронов. Если протоны и ядра (ГКЛ) в отрицательные фазы 22-летнего солнечного магнитного цикла имеют пикообразные временные зависимости, то электроны должны иметь платообразные временные зависимости. В положительные фазы этого цикла картина должна меняться на противоположную. К настоящему времени получен достаточно большой экспериментальный материал по модуляции галактических электронов. Сравнение временных зависимостей потока положительно заряженных частиц (ГКЛ- протоны и ядра) и частиц с отрицательным зарядом (галактические электроны) показывает, что эти временные зависимости одинаковы по форме. Сделан вывод, что в отрицательные фазы 22-летнего солнечного магнитного цикла происходит пересоединение силовых линий галактического и солнечного магнитных полей. В положительные фазы цикла пересоединение отсутствует и на расстоянии порядка 100 а.е. образуется магнитный барьер толщиной в несколько десятков а.е. Этот барьер ответственен за плавную временную зависимость потока ГКЛ. Ранее возможность существования "открытой" и "закрытой" гелиосферы была высказана К.Нагашимой и Г.Ф.Крымским.

Primary authors: Dr МАХМУТОВ, Владимир (ФИАН); Prof. СТОЖКОВ, Юрий (ФИАН); Dr СВИРЖЕВСКИЙ, Николай (ФИАН)

Presenter: Prof. СТОЖКОВ, Юрий (ФИАН)

Contribution ID: 12

Тип: **устный**

Остаточная модуляция галактических космических лучей в гелиосфере и ее жесткой спектр

Понятие остаточной модуляции, как часть общей модуляции, возникло еще при решении задачи о размере гелиосферы. В работе проведен поиск ответа на вопросы: если исчезнет магнитное поле в гелиосфере (как в Маундеровский минимум), то насколько увеличится интенсивность космических лучей на орбите Земли, и через какое время немодулированный межзвездный спектр космических лучей заполнит всю гелиосферу. Работа базировалась на экспериментальных данных трех типов наземных детекторов с привлечением данных PAMELA, AMS-02 и Voyager 1. Показано, что остаточная модуляция примерно такая же по величине, как и наблюдаемая вариация, обусловленная циклом солнечной активности. Установлен жесткой спектр остаточной модуляции. Инерционность гелиосферы составляет десятки лет, например, в случае Маундеровского минимума это около 50 лет.

Primary author: Prof. ЯНКЕ, Виктор Гугович (ИЗМИРАН)

Co-authors: Dr БЕЛОВ, Анатолий (ИЗМИРАН); Dr ТРЕФИЛОВА, Людмила (ИЗМИРАН); Dr КОБЕЛЕВ, Павел (ИЗМИРАН); Dr ГУЩИНА, Раиса (ИЗМИРАН)

Presenter: Prof. ЯНКЕ, Виктор Гугович (ИЗМИРАН)

Contribution ID: 13

Type: **устный**

Пространственно-энергетические характеристики космических лучей во время Форбуш-эффектов в мае 1998 г.

По данным мировой сети станций космических лучей проведено исследование Форбуш-эффектов 1-10 мая 1998 г. методом спектрографической глобальной съемки. Получены спектры вариаций космических лучей, питч-угловая анизотропия КЛ на разных фазах развития Форбуш-эффектов и изменения планетарной системы жесткостей геомагнитного обрезания. Найдено, на фазе максимальной модуляции 1 и 4 мая показатель спектра мягче, чем на фазах спада и восстановления интенсивности КЛ. Однако 3 мая на фазе максимальной модуляции спектр жестче, чем во время фазы спада данного события.

Primary author: Dr ЛУКОВНИКОВА, Анна Александровна (ИСЗФ СО РАН)

Co-author: СДОБНОВ, Валерий (ИСЗФ СО РАН)

Presenters: Dr ЛУКОВНИКОВА, Анна Александровна (ИСЗФ СО РАН); СДОБНОВ, Валерий (ИСЗФ СО РАН)

Contribution ID: 14

Type: устный

Применение методики фликкер-шумовой спектроскопии для изучения динамических процессов на Солнце, в гелиосфере, атмосфере и литосфере Земли с помощью космических лучей

Космические лучи, достигающие уровня Земли несут информацию о высоко-энергичных процессах на Солнце (SEP, CME и др.) и внутри гелиосферы (ICME). В глубине атмосферы поток КЛ и вторичных мюонов, реагирует на изменения давления и температуры. За прошедшие десятилетия создана мировая сеть нейтронных мониторов, мюонных телескопов, отдельных мюонных годоскопов, которые в непрерывном режиме осуществляют мониторинг окружающего космического пространства.

Возникающие эффекты в КЛ, как правило, кратковременны, малы и для их обнаружения используются различные высокочувствительные методики (вейвлет-анализ, глобальная съемка, нейронные сети и др). Их применение позволяет обнаружить предикторы геоэффективных CME гораздо раньше, чем прямые измерения спутников. Тем не менее, остается ряд вопросов с подавлением вклада случайных фоновых процессов в гелиосфере и атмосфере.

В работе предлагается новая методика фликкер-шумовой спектроскопии (ФШС) [1], адаптированная для анализа временных рядов различных компонент $N(t)$ космических лучей, достигающих поверхности Земли. Для этого вычисляются соответствующие ряды фактора нестационарности $S(t)$ по методике ФШС. Значения $S(t)$ меняются от малых величин, где $N(t)$ имеет регулярный случайный или гармонический характер, до больших величин в моменты турбулентных изменений в потоке КЛ (пересечение области ICME), дополнительного (даже в пределах статистических ошибок вклада частиц SEP). Анализ временных рядов по фактору нестационарности оказывается информативным для изучения динамических процессов в различных открытых системах, к числу которых относится распространение потока КЛ в хаотических э/м полях. При этом для выявления предвестников не требуется каких-либо функций-анализаторов. Методика оказывается более эффективной, чем Фурье- и вейвлет-анализ.

Использование синхронных данных $N(t)$ мировой сети нейтронных мониторов и многонаправленного мюонного годоскопа УРАГАН (НИЯУ МИФИ) позволяет увеличить чувствительность обнаружения малых эффектов в общем потоке КЛ, надежно обнаружить предикторы в различных физических процессах (ICME, мощные землетрясения, грозы).

Приводится ряд примеров применения методики ФШС к реальным физическим процессам.

Литература

1. Тимашев С.Ф. Фликкер-шумовая спектроскопия: информация в хаотических сигналах. М.: Физматлит. 2007. 248 с

Primary author: Prof. БОРОГ, Владимир Викторович (НИЯУ МИФИ)

Presenter: Prof. БОРОГ, Владимир Викторович (НИЯУ МИФИ)

Contribution ID: 15

Type: **устный**

Солнечно-суточная анизотропия мюонного годоскопа УРАГАН

В работе анализируется среднегодовая солнечно-суточная анизотропия космических лучей, определенная локальным методом по данным мюонного годоскопа УРАГАН. Мюонный годоскоп УРАГАН является координатно-трековым детектором, регистрирующим космические лучи в широком диапазоне зенитных углов от 0 до 80° с угловым разрешением $\sim 1^\circ$.

Расчёты проводились для периодов с невозмущенной геомагнитной обстановкой, а также выполнялось сравнение результатов с данными мировой сети нейтронных мониторов и Московского нейтронного монитора. Суточная вариация определялась как по интегральной скорости счета мюонного годоскопа, так и в различных зенитных углах. Это позволило провести первичный анализ амплитудных и фазовых спектров первой и второй гармоники анизотропии и их изменений при различных уровнях солнечной активности в период с 2007 по 2021 год.

Primary author: ПОЛИНА СЕРГЕЕВНА, Кузьменкова (НИЯУ МИФИ)

Co-authors: Dr АСТАПОВ, Иван (НИЯУ МИФИ); Dr АБУНИНА, Мария (ИЗМИРАН); Dr БЕЛОВ, Анатолий (ИЗМИРАН)

Presenter: ПОЛИНА СЕРГЕЕВНА, Кузьменкова (НИЯУ МИФИ)

Contribution ID: 16

Type: **устный**

Мониторинг прогноза геомагнитных возмущений по данным наземных измерений космических лучей

В ИКФИА СО РАН с 2013 г., на основе реализации метода глобальной съемки по данным международной базы нейтронных мониторов NMDB в реальном времени, проводится непрерывный мониторинг состояния космической погоды с целью прогноза геомагнитных возмущений. В данной работе приведена методика, позволяющая с вероятностью около 0.8, использовать данные реализации указанного метода для прогноза начал геомагнитных бурь с амплитудой Dst-индекса ≤ -50 нТл. Результаты определения текущей динамики поведения параметров первых двух гармоник распределения космических лучей в межпланетном пространстве и прогноза геомагнитных бурь за последние 3-е суток представлены по адресу <http://www.ysn.ru/~starodub/SpaceWea>

Primary author: Dr ГРИГОРЬЕВ, Владислав Георгиевич (ИКФИА СО РАН)

Co-authors: Dr СТАРОДУБЦЕВ, Сергей Анатольевич (ИКФИА СО РАН); Mr ЗВЕРЕВ, Антон Сергеевич (ИКФИА СО РАН); ГОЛОЛОБОВ, Петр (ИКФИА СО РАН)

Presenter: Dr ГРИГОРЬЕВ, Владислав Георгиевич (ИКФИА СО РАН)

Contribution ID: 17

Тип: **устный**

Кузьмин А.И. в группе единомышленников по созданию ИФТПС

Кузьмин А.И. в группе единомышленников по созданию ИФТПС

Primary author: Prof. ЛЕПОВ, Валерий Валерьевич (ИФТПС СО РАН)

Presenter: Prof. ЛЕПОВ, Валерий Валерьевич (ИФТПС СО РАН)

Contribution ID: 18

Тип: устный

Глобальное внезапное ионосферное возмущение от космического гамма-всплеска GRB221009A по данным регистрации ОНЧ-излучения Якутской меридиональной цепочки и глобальной системы AWDANet

По данным «Космического гамма-телескопа Ферми» (Fermi Gamma-ray Space Telescope) на околоземной орбите 9 октября 2022 года был зафиксирован рекордно мощный гамма-всплеск «GRB221009A» за все время наблюдений. Источник «GRB221009A» находится в созвездии «Стрелец» на расстоянии 1,9 миллиард световых лет ($z \sim 0.15$), что считается аномально близким расстоянием для мощных и длительных гамма-всплесков. Гамма-всплеск наблюдался и на других многих космических и наземных обсерваториях. Например, в каталоге событий орбитальной обсерватории «Neil Gehrels Swift» гамма-всплеск обозначается как «Swift J1913.1+1946». Обсерватория LHAASO (Large High Altitude Air Shower Observatory) в Китае обнаружила фотоны с энергией выше 10 ТэВ. Кроме того, различные авторы показали сильное внезапное ионосферное возмущение (ВИВ) от гамма-всплеска «GRB221009A», заключающееся во внезапном увеличении или уменьшении силы электромагнитных сигналов от радиопередатчиков ниже 100 кГц, распространяющихся в волноводе «Земля-Ионосфера» для отличающихся трасс по расстоянию и расположению.

В настоящей работе представлены результаты наблюдения внезапного ионосферного возмущения, полученные по данным очень низкочастотных (ОНЧ) приемников Якутской меридиональной цепочки: Радиофизического полигона «Ойбенкель» и ПГО «Тикси» а также по данным глобальной сети автоматического обнаружения и анализа вистлеров (AWDANet): Seattle (США), Dunedin (Новая Зеландия), Marion Island (ЮАР), Tihany (Венгрия), Humain (Бельгия) и Tvarminne (Финляндия). В роли источников электромагнитных сигналов использовались радиопередатчики в диапазоне частот от 16.4 кГц до 40 кГц, находящиеся в Австралии, Индии, США, Японии, Южной Корее, Франции, Великобритании и Норвегии. Длина рассматриваемых радиотрасс варьируется от 500 км до 10500 км.

Полученные нами результаты показывают глобальный характер внезапного ионосферного возмущения как в дневной, так и в ночной ионосфере Земли, так как проекция источника гамма-всплеска на Земную поверхность (22.22 с.ш., 71.22 в.д.) пришлась на вечерние часы. Были выделены три эффекта: 1) «W-эффект» - повторяющий форму гамма-всплеска «GRB221009A» и наблюдаемый с максимальной величиной уменьшения амплитуды ОНЧ-сигнала до 5.29 дБ для всей области ночной ионосферы. 2) «L-эффект» - наблюдаемый для дневной области ионосферы до приблизительно 52 с.ш. с максимальной величиной уменьшения амплитуды ОНЧ-сигнала до 3.9 дБ. 3) «A»-эффект - наблюдаемый для дневной области ионосферы от 52 с.ш. до 60 с.ш. с максимальной величиной увеличения амплитуды ОНЧ-сигнала до 0.7 дБ. Выше 60 с.ш. воздействие гамма-всплеска на ионосферу Земли не наблюдается.

Наблюдения за изменениями состояния D-слоя ионосферы с помощью регистрации ОНЧ-радиоволн во время их распространения в волноводе «Земля-ионосфера» позволяет проводить мониторинг космических гамма-всплесков.

Работа выполнена в рамках государственного задания (номер госрегистрации № 122011700182-1).

Primary authors: КАРИМОВ, Рустам (Институт космофизических исследований и аэронауки им. Ю.Г. Шафера Сибирского отделения Российской академии наук, Якутск, Россия); БАИШЕВ, Дмитрий (Институт космофизических исследований и аэронауки им. Ю.Г. Шафера Сибирского

отделения Российской академии наук, Якутск, Россия); ЛИХТЕНБЕРГ, Янош (Отдел космических исследований кафедры геофизики и космических наук Этвишского университета (ELTESRG), Будапешт, Венгрия)

Presenter: КАРИМОВ, Рустам (Институт космофизических исследований и астрономии им. Ю.Г. Шафера Сибирского отделения Российской академии наук, Якутск, Россия)

Contribution ID: 19

Type: **устный**

Учет атмосферных эффектов в данных измерений мюонных телескопов

По методике разработанной в ИЗМИРАН реализован учет температурного эффекта в, исправленных на барометрический эффект, данных регистрации комплекса мюонных телескопов Якутского спектрографа космических лучей на газоразрядных счетчиках СГМ-14 и глобальной сети GMDN. Созданы базы с данными, исправленными на температурный и барометрический эффекты. Показано, что рассчитанные коэффициенты, позволяют качественно исключать атмосферные эффекты в данных регистрации мюонных телескопов.

Primary author: Мг ЗВЕРЕВ, Антон Сергеевич (ИКФИА СО РАН)

Co-authors: ГОЛОЛОБОВ, Петр (ИКФИА СО РАН); ГРИГОРЬЕВ, Владислав Георгиевич (ИКФИА СО РАН); СТАРОДУБЦЕВ, Сергей Анатольевич (ИКФИА СО РАН)

Presenter: Мг ЗВЕРЕВ, Антон Сергеевич (ИКФИА СО РАН)

Contribution ID: 20

Тип: устный

Измерения кинетической энергии заряженных частиц пролетными детекторами

Излагается метод измерения кинетической энергии заряженных частиц, обладающих пробегом длиннее чувствительной области детектора. Приводятся возможный вариант практической системы. В спектрометрии ионизирующих излучений с энергиями до сотен МэВ, и, в частности, космических лучей, получил широкое распространение метод определения кинетической энергии частиц с помощью детекторов полного поглощения. Из известных детекторов полного поглощения наилучшее энергетическое разрешение показывают детекторы на основе полупроводниковых материалов. Однако толщины этих детекторов невелики, и более энергичные частицы, длина трека которых больше чувствительной области детекторов, в них не останавливаются. Таким образом прецизионная спектрометрия частиц, обладающих длинными пробегами, представляется задачей, не имеющей простого решения.

Специфика измерений потоков заряженных частиц на космических аппаратах заключается в своеобразии характеристик потоков излучения по сравнению с обычными («земными»), в ограничении объёма, занимаемого аппаратурой, её массы и потребляемой мощности, а также в затруднении передачи больших объёмов информации с космического аппарата на Землю. Особенности измеряемой радиации: широкий диапазон изменения плотностей потоков частиц и квантов, смешанные потоки излучения, наличие значительных фоновых потоков и т. п. — наряду с ограниченными габаритами и массой детектирующих устройств определяют наиболее характерные черты рассматриваемой аппаратуры: принципы её построения, выбор структурной схемы и элементов детектирования. Этим вопросам посвящена настоящая работа.

Primary author: Dr ТИМОФЕЕВ, Владислав Егорович (ИКФИА СО РАН)

Presenter: Dr ТИМОФЕЕВ, Владислав Егорович (ИКФИА СО РАН)

Contribution ID: 21

Тип: устный

Вариации естественных потенциалов на болотистом участке во время магнитных бурь

Проведены измерения вариаций естественных потенциалов во время магнитных бурь в моменты максимальной протайки сезонно-талого слоя, 7-8.09.2017, и максимального промерзания всего грунта, 25-26.01.2021. При полном промерзании грунта наблюдается более крутая зависимость величины разности потенциалов $E(C-Y)$ (мВ/100м) от величины магнитного поля (отн. ед. ADU-07e) во время пульсаций, чем при максимальной протайке верхней части грунта.

Во время двухступенчатой очень сильной бури уровня G4 7-8.09.2017 наблюдались высокоширотные геомагнитные вариации, сопровождаемые возбуждением всплесков Pc5 геомагнитных пульсаций. Dst во время первой ступени достигало величины -142 нТ, а во время второй ступени -124 нТ. Коэффициент корреляции между разностью естественных потенциалов $E(C-Y)$, $E(B-Z)$ и соответствующими магнитными составляющими X и Y во время пульсаций, длящихся 8,33 часа составляет $\rho(E(C-Y), Y)=0,77\pm 0,1$ ($p<0,005$) и $\rho(E(B-Z), X)=0,65\pm 0,1$ ($p<0,005$). Диапазон изменения $\rho=0,5\div 0,9$. Зависимость величины разности потенциалов $E(C-Y)$ (мВ/100м) от величины магнитного поля (отн. ед. ADU-07e) во время пульсаций первого всплеска (интервал 5600-5700 сек с начала суток 08.09.2017) можно выразить как $E(C-Y) = 0,0002\text{dB}/\text{dt} - 22$. Зависимость величины разности потенциалов $E(C-Y)$ (мВ/100м) от величины магнитного поля (отн. ед. ADU-07e) во время пульсаций второго всплеска (интервал 40000-70000 сек, 500 мин с начала суток 08.09.2017) можно выразить как $E(C-Y) = 0,0002\text{dB}/\text{dt} - 24$.

Во время бури 26.01.2021 также наблюдались высокоширотные геомагнитные вариации, сопровождаемые возбуждением всплесков Pc5 геомагнитных пульсаций. Это была слабая буря уровня G1. Dst во время бури достигало величины -39 нТ. Коэффициент корреляции между разностью естественных потенциалов $E(C-Y)$, $E(B-Z)$ и соответствующими магнитными составляющими X и Y во время пульсаций составляет $\rho(E(C-Y), Y)=0,61\pm 0,1$ ($p<0,005$) и $\rho(E(B-Z), X)=0,62\pm 0,1$ ($p<0,005$). Зависимость величины разности потенциалов $E(C-Y)$ (мВ/100м) от величины магнитного поля (отн. ед. ADU-07e) во время пульсаций 16.50 -17 UT можно выразить как $E(C-Y)=0,0013\text{dB}/\text{dt} - 27$, а 17.20-17.40 UT можно выразить как $E(C-Y) = 0,0013\text{dB}/\text{dt} - 28$.

Primary authors: Dr КОЗЛОВ, В.И. (ИКФИА СО РАН); Mr ПАВЛОВ, Егор Айсенович (ИКФИА СО РАН); Dr БАИШЕВ, Д.Г. (ИКФИА СО РАН)

Presenter: Mr ПАВЛОВ, Егор Айсенович (ИКФИА СО РАН)

Contribution ID: 22

Тип: **устный**

Современное состояние Якутского спектрографа космических лучей им. А.И. Кузьмина

Современное состояние Якутского спектрографа космических лучей им. А.И. Кузьмина

Primary author: ГОЛОЛОБОВ, Петр (ИКФИА СО РАН)

Presenter: ГОЛОЛОБОВ, Петр (ИКФИА СО РАН)