

УДК 539.163

О ПУТЯХ РЕАЛИЗАЦИИ ПРОГНОЗА СОЛНЕЧНЫХ ПРОТОННЫХ СОБЫТИЙ В РЕЖИМЕ РЕАЛЬНОГО ВРЕМЕНИ

А.А. Луковникова, В.М. Алешков, В.М. Дворников, В.Е. Сдобнов

ON METHODS FOR REALIZATION OF SOLAR PROTON EVENT FORECAST IN REAL TIME

A.A. Lukovnikova, V.M. Aleshkov, V.M. Dvornikov, V.E. Sdobnov

Описаны модернизация станций Саянского спектрографического комплекса (ССК), системы передачи данных и выставления информации о вариациях интенсивности космических лучей в режиме реального времени в Интернете.

Modernization of Sayan spectrographic cosmic ray complex stations, both systems of data transmission and exhibiting of the information about variations of cosmic ray intensity in real-time mode on the Internet are described.

Для решения задач мониторинга и прогноза космической погоды по эффектам в космических лучах необходима непрерывная регистрация их интенсивности на существующей мировой сети станций нейтронных мониторов, спутниковые измерения за пределами магнитосферы, использование адекватной модели модуляции и применение специальных методик обработки данных, позволяющих использовать весь измерительный комплекс как единый многоканальный прибор.

На данный момент в ИСЗФ СО РАН имеется модель модуляции космических лучей регулярными электромагнитными полями солнечной короны и гелиосферы, позволяющая связать характеристики этих полей с параметрами жесткого спектра и анизотропии высокоэнергичных частиц и на основе этого осуществлять по разработанным алгоритмам мониторинг и прогноз электромагнитных и радиационных условий в системе Солнце–Земля.

Для реализации этих алгоритмов необходимо выполнение определенных требований к используемой сети станций. Сеть должна состоять не менее чем из 30 нейтронных мониторов, соответствующим образом распределенных по земному шару и по барическим уровням в атмосфере Земли. Организованная таким образом сеть позволяет получать информацию о вариациях жесткого спектра и анизотропии релятивистских космических лучей за пределами магнитосферы Земли и об изменениях планетарной системы жесткостей геомагнитного обрезания за каждый час наблюдений. Эта информация, в совокупности с информацией об энергичных частицах, получаемой на спутниках, позволяет детально исследовать как непосредственно спорадические явления в гелиосфере, так и явления, предшествующие им или являющиеся их следствием, а также осуществлять мониторинг радиационной обстановки на орбите Земли.

В частности, в рамках данного подхода был разработан метод прогноза солнечных протонных событий [1], для практического использования которого необходимо иметь соответствующую информацию в режиме реального времени. Результаты апробации данного метода на двухгодичной выборке данных за 2004–2005 гг. представлены в [2]

В настоящее время в режиме реального времени имеются данные спутниковых измерений (GOES) и 17 нейтронных мониторов мировой сети. В связи с этим была исследована возможность прогноза сол-

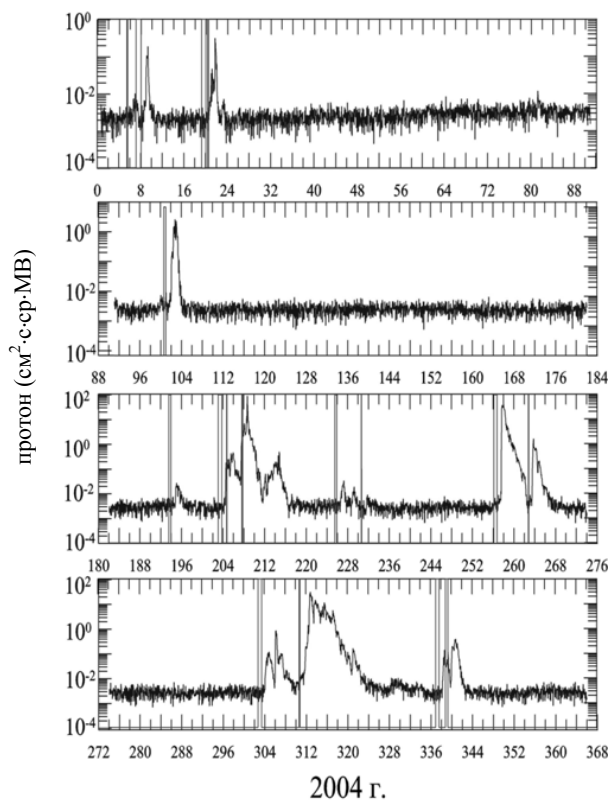
нечных протонных событий с использованием ограниченного количества нейтронных мониторов мировой сети, работающих в режиме реального времени, и данных спутниковых измерений за пределами магнитосферы Земли. Показано (см. рисунок), что решение данной задачи возможно на базе упрощенной версии метода спектрографической глобальной съемки [3] при наличии в используемом комплексе нейтронных мониторов соответствующего количества высокогорных станций космических лучей.

На рисунке представлены временные изменения интенсивности космических лучей, зарегистрированные на спутниках за пределами магнитосферы Земли в течение 2004 г., а вертикальными линиями указаны моменты появления предикторов солнечных протонных событий, вызывающих наблюдаемые возрастания интенсивности высокоэнергичных частиц на Земле.

В состав ограниченного количества нейтронных мониторов мировой сети станций нейтронных мониторов входят 3 станции Саянского спектрографического комплекса: АСКЛ1 (г. Иркутск, высота 475 м, географические координаты 52.47 104.03), АСКЛ2 (г. Часовые Сопки, Саянская солнечная обсерватория (ССО), высота 2000 м, географические координаты 52.37 100.55), АСКЛ3 (г. Хулугайша, ССО, высота 3000 м, географические координаты 52.28 104.02). Расстояние между АСКЛ2 и АСКЛ3 по прямой составляет примерно 15 км, ССО удалена от Иркутска на 300 км.

В режиме реального времени имеются данные АСКЛ1 г. Иркутска, информация с горных станций поступает в режиме квазиреального времени.

В результате выполнения работ на станциях Саянского спектрографа наблюдательная база интенсивности космических лучей ИСЗФ приведена в соответствие с современными требованиями к проведению измерений, обработке данных и их обмену в режиме реального времени. На всех станциях космических лучей произведена замена устаревших барографов ЦБ-2 на новые барометры БРС-1М, что позволяет иметь 1-минутные данные атмосферного давления, а не раз в час, как ранее; систем коммуникаций (переделаны контуры заземления, пути передачи сигналов, питающие провода); систем высоковольтного питания (счетчики скомпонованы в секции нейтронного монитора по сходным рабочим напряжениям и протяженности плато, что позволяет установить один блок высокого напряжения БНВ-31



2004 г.

Временные изменения интенсивности космических лучей, зарегистрированные на спутниках за пределами магнитосферы Земли в течение 2004 г. Вертикальными линиями указаны моменты появления предикторов солнечных протонных событий, вызывающих наблюдаемые возрастания интенсивности высокоэнергичных частиц на Земле.

для питания одной секции). На всех станциях организована локальная сеть. Передача данных осуществляется по радиоканалу при помощи оборудования фирмы D-Link, предназначенному для работы на различных расстояниях.

Рассмотрим работы, проведенные на каждой станции, подробнее.

АСКЛ1

Для сведения к минимуму помех при работе различного оборудования на АСКЛ1 создан отдельный независимый контур заземления, заменены импульсные блоки питания, усилители-дискриминаторы, сигнальные и питающие шины. Запись ведется на московский регистратор, работающий на ISA-шине под DOS, имеются потери информации при отключении питания и асинхронность по времени регистрации.

Требуется замена системы регистрации на более современную.

АСКЛ2

Для организации передачи данных интенсивности КЛ на сервер в режиме реального времени подключен регистратор на основе платы ACL-8454 фирмы ADLINK, работающий на шине ISA, запись ведется на жесткий диск каждую минуту, что позволяет избежать потерь данных при отключении электроэнергии. При наличии устойчивой радиосвязи между павильоном, ВЦ и г. Иркутском данные передаются в режиме реального времени. Также станция оснащена переходной платой на основе контроллера ATmega-8, что позволяет не зависеть от применяемого программного обеспечения для регистраторов того или иного типа, а вести запись давления на любое регистрирующее устройство.

АСКЛ3

В 2006 г. при помощи института отремонтировали ЛЭП, что позволило исключить потерю данных из-за обрыва проводов в период сильных ветров. Эти данные передаются с АСКЛ3 на АСКЛ2 и далее на сервер в г. Иркутске.

Выводы

В результате выполнения данной работы Саянский спектрографический комплекс ИСЗФ СО РАН подготовлен для работы в режиме реального времени и при разработке автоматической системы сбора данных может быть использован в составе ограниченной сети станций для решения практических задач по прогнозу солнечных протонных событий.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Дворников В.М., Кравцова М.В., Луковникова А.А., Сдобнов В.Е. О возможности прогноза солнечных протонных событий // Изв. РАН. Сер. физ. 2007. Т. 71, № 7. С. 976–978.
2. Дворников В.М., Кравцова М.В., Сдобнов В.Е. Вариации жесткостного спектра и анизотропии космических лучей при корональных выбросах массы // Байкальская международная молодежная научная школа по фундаментальной физике. Труды 10 Конференции молодых ученых «Современные проблемы в астрофизике и физике космической плазмы». Иркутск, 2007. С. 200–202.
3. Dvornikov V.M., Sdobnov V.E., Sergeev A.V. Analysis of cosmic ray pitch-angle anisotropy during the forrush-effect in June 1972 by the method of spectrographic global survey // Proc. 18th ICRC. 1983. Bangalor. India. V. 3. P. 249–252.

Институт солнечно-земной физики СО РАН, Иркутск