

# Полярный геофизический институт Исследования космических лучей в Апатитах

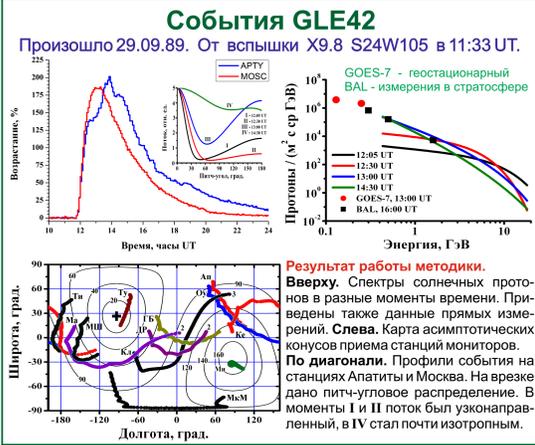
## Нейтронный монитор - главный инструмент в изучении космических лучей с энергией 0.5-50 ГэВ



**Краткие сведения**  
Нейтронный монитор 18NM64 в Апатитах находится в режиме непрерывного мониторинга с мая 1969 г. Включен в мировую сеть мониторов, ведущих наблюдения за радиационной обстановкой в космосе.  
- в 2015 г. без нарушения работы проведена модернизация и обеспечена высокоточная (1 мс) привязка к единому времени.  
- входит в тройку (вместе с Баксаном, Москвой) мониторов с высокоточной привязкой, что позволяет исследовать синхронные быстротекущие процессы на разнесенных до 3000 км мониторах.  
- входит в единый комплекс измерения основных компонентов (нуклонной, электромагнитной, мюонной) вторичных космических лучей в Апатитах.



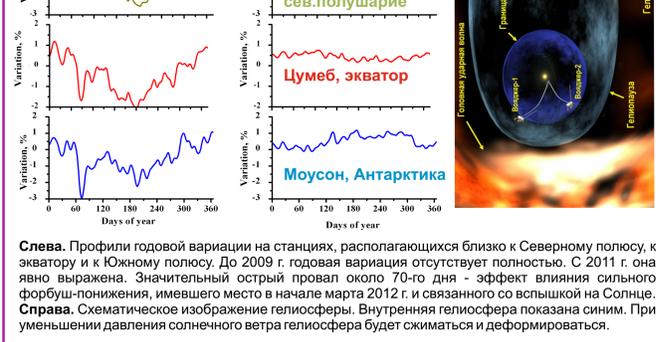
**События GLE**  
Во время сильных вспышек на Солнце в процессе взрывного выделения энергии в короне происходит генерация потоков высокоэнергичных (до десятков ГэВ) частиц - солнечных космических лучей. В случае, когда эти потоки направлены в сторону Земли, наблюдается событие GLE - наземное возрастание в космических лучах. Амплитуда возрастания в отдельных GLE достигает 5000 %, т.е. в 50 раз больше фонового потока космических лучей. Длительность событий GLE составляет от нескольких часов до 2 суток. Средняя частота событий за 70 лет наблюдений раз в год, хотя случаются события очень неравномерно. Эффективным прибором для регистрации и исследования GLE является нейтронный монитор, точнее, мировая сеть мониторов, поскольку солнечные космические лучи отличаются высокой анизотропией, требуется распределенная по всей Земле сеть мониторов. Другого прибора, который бы перекрывал этот энергетический диапазон, при этом обеспечивал хорошую точность, нет. Так что несмотря на обилие спутниковых измерений нейтронный монитор актуален и в настоящее время.



**Сверхточная (1 мс) привязка к единому времени**  
Частицы с энергиями >100 ГэВ в космических лучах достаточно редки, но они производят облако нейтронов и вызывают кластер импульсов в мониторе за короткое время (~500 мс). Объединение нескольких мониторов, связанных высокоточной системой регистрации, позволило обнаружить в потоке космических лучей транзисты - сгустки частиц высоких энергий. Обнаруживаются транзисты по одновременности появления кластеров импульсов на разнесенных на 3000 км мониторах. В настоящее время три монитора имеют такую привязку: Баксан, Апатиты и Баренцбург.



**Аномальная годовая вариация**  
Годовая вариация потока космических лучей связана с тем, что солнечный экватор не совпадает с плоскостью эклиптики (угол между ними 6°). Амплитуда вариации составляет не более 0.5 %. Положение минимума/максимума приходится на март/сентябрь. Текущий 24-й солнечный цикл выделяется от предыдущих. Минимум в 2009 г. был глубокий, пройденный в 2015 г. максимум оказался в два раза меньше прежних. Анализ данных мировой сети мониторов позволил обнаружить аномальную годовую вариацию. Положение минимума/максимума приходится на июнь/декабрь, амплитуда 2-4%. Основная гипотеза причины необычной вариации - гелиосферная. По причине слабой активности Солнца в 24-м цикле, пониженной скорости солнечного ветра и динамического давления гелиосфера сильно сжата звездным ветром со стороны апекса, вследствие чего возникает значительная асимметрия диффузии космических лучей внутри гелиосферы.



**Данные монитора в Апатитах (свинцовой и бессвинцовой секций) публикуются по адресу <http://pgia.ru:81/cosmicray/ab.htm>**

## Регистрация других компонент вторичных космических лучей в Апатитах

**Детекторы гамма-излучения**  
Малый Ø62x20 Большой Ø150x110  
Бессвинцовая секция 4NM64

**Чувствителен к нейтронам до сотен кэВ**

**Детектор заряженной компоненты**  
Чувствителен к электронам и мюонам с энергией от 5 МэВ

**Детектор тепловых нейтронов**

**Блок-схема наземного комплекса**  
4096-канальный амплитудный анализатор, Raspberry Pi (Model B), Компьютер Регистратор 1, Компьютер Регистратор 2, Интерфейсный блок 1, Интерфейсный блок 2, Датчик атмосферного давления, Датчик температуры, Система обогрева, Блок коммутации, Детектор тепловой нейтронов, Бессвинцовая секция.

**Нейтронный монитор 18NM64**  
Чувствителен к нейтронам от 50 МэВ

Нейтронный монитор, являясь стандартным прибором и входя в мировую сеть мониторов, имеет отдельный компьютер-сборщик, собственную программу сбора и передачи данных. Эти данные передаются также на второй сборщик, который работает на запись данных от всех детекторов комплекса. Таким образом, создается единая и синхронизированная база данных о потоках всех излучений.

Описание элементов комплекса. Малый детектор имеет диапазон эффективной регистрации 20-400 кэВ и выходные каналы >20 и >100 кэВ. Большой детектор имеет диапазон эффективной регистрации 0.2-5 МэВ в выходные каналы >0.2 и >1 МэВ. Этот детектор также подключен к каналу регистрации дифференциального спектра гамма-излучения в диапазоне 0.2-5 МэВ. Время сбора одного спектра - 30 мин. Детектор заряженной компоненты состоит из двух слоев счетчиков СТС-6, разделенных слоем вещества 2 г/см². Счетчики объединены в слое. Эти приборы размещены на чердаке здания в термостабилизированном боксе. Детектором тепловых нейтронов является счетчик СНМ-18. Имеются датчики давления, температуры и осадков. Приемник GPS обеспечивает коррекцию часов компьютера. Временное разрешение в системе - 1 мин.

