

## 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)