

УДК 524.1-352

Галактические космические лучи и параметры межпланетной плазмы вблизи минимумов солнечной активности

А.К. Свиржевская, Г.А. Базилевская

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Физический институт им. П.Н. Лебедева
Российской академии наук (ФИАН), Москва
svirzhak@fian.fiandns.mipt.ru

По современным представлениям, интенсивность космических лучей, приходящих на орбиту Земли из межзвездного пространства, подвергается модуляции солнечной активностью. Этот процесс происходит внутри области с характерными размерами ~ 100 а. е. – гелиосферы, заполненной плазмой солнечного ветра и вмороженными в нее магнитными полями. Первичное космическое излучение на пути внутрь гелиосферы, к Земле и Солнцу, принимает участие в 4-х основных процессах – диффузии на случайных неоднородностях гелиосферного магнитного поля (ГМП), конвекции в радиальном направлении от Солнца, дрейфах в крупномасштабных гелиосферных магнитных полях и, кроме того, первичное излучение теряет энергию в результате адиабатического расширения плазмы. Вследствие этих взаимодействий потоки частиц около Земли в 4–5 раз меньше, чем за пределами гелиосферы.

Для исследований модуляции космических лучей необходимы длинные ряды данных. Основными источниками таких данных являются нейтронные мониторы, спутниковые и баллонные наблюдения. Измерения на нейтронных мониторах проводятся с 1954 г. и широко используются при изучении модуляции ГКЛ с энергией больше ~ 1.6 ГэВ. Спутниковые данные по ГКЛ доступны в широком диапазоне энергии, от 20–40 МэВ/нуклон (аномальная компонента) и до 10^6 – 10^7 МэВ (протоны, ПАМЕЛА). Наиболее продолжительные, около 30 лет, ряды данных по протонам с пороговой энергией больше 100 МэВ получены на спутнике ИМП-8 и на дальних космических аппаратах Вояджер-1, Вояджер-2, которые работают с 1976 г. и находятся сейчас на расстояниях 95–110 а. е. В промежуточной области энергии 100 МэВ–10 ГэВ длинные ряды данных получены в баллонных измерениях в атмосфере, которые проводятся в ФИАН. Эти измерения были начаты в 1957 г. на станциях Мурманск и Москва и в 1963 г. на станции Мирный, Антарктида и продолжают в настоящее время.

Физические условия в гелиосфере в период минимума 23/24 солнечных циклов были необычными. К особенностям этого периода относятся очень низкое минимальное число пятен (сглаженное $Rz = 1.7$), длительное отсутствие солнечных пятен, продолжительность фазы минимума солнечной активности более 3-х лет (сглаженное $Rz < 15$ в течение 43 месяцев). В 2009 г. было зафиксировано минимальное среднемесячное значение напряженности ГМП ($B = 3.3$ нТл, апрель) и скорости солнечного ветра ($V = 306$ км/с, май).

В настоящее время (июль 2012 г.) близка к завершению фаза роста солнечной активности 24-го цикла. В течение всей фазы роста (2009–2012 гг.) активность Солнца по основным параметрам – Rz , V , B – была ниже, чем в прошлом. В последнее десятилетие магнитная активность Солнца заметно ослабла, и можно ожидать, что текущий цикл будет самым слабым из 5-ти последних хорошо изученных солнечных циклов.