

9. СПЕКТРОМЕТР НЕЙТРОНОВ ДЛЯ КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ

Дозиметрические измерения, сделанные за последние 20 лет на борту космических аппаратов, находящихся на околоземных орбитах, показали, что нейтроны могут вносить существенный вклад в облучение космонавтов. По различным оценкам, вклад нейтронов в полную эквивалентную дозу составляет 30% на околоземной орбите (и 50% в космическом пространстве за пределами магнитосферы Земли). Реальные значения нейтронной дозы сильно зависят от солнечной активности, защиты корабля, наклона и высоты орбиты, и, в действительности, не очень хорошо известны. Значительная неопределенность нейтронной дозы связана с недостатком информации о нейтронных полях внутри космических аппаратов. Эти поля формируются, главным образом, вторичными нейтронами, которые возникают в результате взаимодействия космического излучения со структурами корабля. Хотя спектр нейтронов внутри космического корабля простирается от тепловых энергий до нескольких ГэВ, для оценки радиационных рисков экипажа необходимы нейтронные измерения в интервале от 0.2 эВ до 200 МэВ. Аппаратура, имеющаяся в настоящее время, позволяет проводить достаточно точные измерения потоков нейтронов с энергиями ниже 14 МэВ, в то время как измерения при больших энергиях остаются трудной задачей. Она была решена созданием портативного спектрометра нейтронов высоких энергий (СНВЭ) для активной диагностики радиационной обстановки на борту различных космических аппаратов.

Активный элемент СНВЭ (объемом 2-3 см³) сделан из полупроводникового материала. Детектор измеряет спектр энерговыделения вторичных заряженных частиц, возникающих при ядерных взаимодействиях между нейтронами и ядрами, содержащимися в активном элементе. Имея этот спектр, можно определить спектр нейтронов при условии, что функция отклика детектора хорошо известна для широкого набора энергий нейтронов. Активный элемент детектора окружен системой антисовпадений (неорганический сцинтиллятор с фотодиодным светоприемником) для дискриминации событий, вызываемых заряженными частицами. Связанная с детектором электроника состоит из блока питания, модуля обработки сигналов, программируемого контроллера с памятью и интерфейсного модуля. Диапазон измеряемых энергий нейтронов – от тепловых до 200 МэВ. Предполагается использовать СНВЭ на борту МКС и на исследовательском спутнике «БИОН». В то же время, детектор может быть использован в авиационной дозиметрии, медицине, использующей ускорители частиц, в исследованиях, связанных с применением ускорителей для утилизации радиоактивных отходов и т. д.

Примером спектрометра, устанавливаемого на внешней обшивке космического корабля, является уже упоминавшийся в одной из предыдущих лекций спектрометр нейтронов БТН-М1. Детектор предназначен для измерения потоков быстрых и тепловых нейтронов на орбите, образующихся при взаимодействии солнечных и галактических космических лучей с атмосферой Земли и материалами МКС, в том числе во время солнечных вспышек, жесткой электромагнитной компоненты галактических и солнечных космических лучей, а также изучение корреляции с данными, полученными на других КА, в том числе в рамках проекта "2001 Марс – Одиссей".

Возможности спектрометра:

- Измерение прямого потока и рассеянного в атмосфере потока высокоэнергичных нейтронов солнечных вспышек с энергиями от 10 до 15 МэВ.
- Измерение нейтронов от наведенных космическими лучами ядерных реакций в верхней атмосфере Земли в диапазоне тепловых (0,001 эВ – 0,1 эВ), эпитепловых (0,1 эВ – 1,0 эВ), резонансных (1 эВ – 0,3 МэВ) и быстрых (0,3 МэВ – 15 МэВ) энергий.
- Измерение гамма излучения в диапазоне энергий 30 кэВ – 100 МэВ.

Спектрометр обеспечивает непрерывный мониторинг на орбите потоков нейтронов и жесткого электромагнитного излучения в широком энергетическом диапазоне активным детектором на основе газовых счетчиков и сцинтилляционного детектора длительностью не менее 3-х лет в автоматическом режиме с минимально возможными прерываниями.