Требования МО ИТЭР на радиационную стойкость электронных компонентов оборудования

И.Б. Семенов, Н.Л. Марусов, Е.Ю. Миронова, С.С. Портоне

«Проектный Центр ИТЭР» РФ, г. Москва, площадь Академика Курчатова, д.1, стр.3, [i.semenov@iterrf.ru](mailto:i.semenov@iterrf.ru), [n.marusov@iterrf.ru](mailto:n.marusov@iterrf.ru), [e.mironova@iterrf.ru](mailto:e.mironova@iterrf.ru), [s.portone@iterrf.ru](mailto:s.portone@iterrf.ru)

Установка ИТЭР, как крупный индустриальный объект относится к классу объектов с «опасной активностью». Создание и эксплуатация подобных объектов на территории Франции жестко регулируется французским законодательством (<http://www.ineris.fr/aida/> Regulation of hazardous activities). ИТЭР также отностится и к классу «ядерных объектов» и попадает под соответствующие нормативные документы IAEA (International Atomic Energy Agency), ASA (Autorite de Surete Nucleaire), CEA (France Atomic Energy Commission), французского национального регулятора в лице ASN (Regulator for Basic Safety and Nuclear Licencing Regulation), и др. Это означает, что все технологические системы установки (их более 150), в зависимости от их функционала должны иметь соответствующий уровень надежности, а в ряде случаев проходить ядерную сертификацию. Эти требования относятся, также и к системам управления (т.е. к сенсорам, исполнительным механизмам, электронному оборудованию и программному обеспечению). В начале 2013 года были уточнены карты нейтронных и гамма полей в наиболее опасных зданиях объекта (здание №11 – Токамак комплекс, зд. № 21- Hot Cell Building и др.). Радиация приводит к потере надежности устройств. Она может повредить или разрушить электронные компоненты, датчики исполнительные механизмы, внести искажения в цепи аналоговых или цифровых сигналов, испортить данные в элементах памяти и т.д.

Дирекция ИТЭР выпустила ряд нормативных документов, позволяющих провести оценку потери надежности электронных компонент и систем управления технологического оборудования в целом, расположенных в радиационных полях (в ИТЭР диагностика плазмы также относится к технологическим системам). За основу взят справочник Европейского Космического Агентства.

В докладе приводятся методики расчета потери надежности систем управления из-за накапливаемой дозы радиации или проявляющиеся из-за одиночных сильно ионизирующих воздействий (SSE –Single Effect Event). В случае потери надежности ниже проектной величины, приведены требования и рекомендации МО ИТЭР по устранению (уменьшению) радиационного воздействия. Начиная с 2014 года, Проектный Центр ИТЭР распространяет эти требования на оборудование, изготавливаемое по проекту ИТЭР в России.

Доклад представляет интерес для сотрудников, разрабатывающих системы ИТЭР, а также для инженерно-технического персонала участвующего в создании крупных термоядерных установок.