

Новые книги по метрологии

В.Д. Севастьянов «Моделирующие опорные поля нейтронов для метрологического обеспечения нейтронных измерений на ядерно-физических установках РФ». Монография.- Менделеево: ФГУП «ВНИИФТРИ», 2015.

Книга посвящена актуальной проблеме создания и исследования моделирующих опорных полей (МОП) нейтронов непосредственно на ядерно-физических установках (ЯФУ).

Автор монографии – доктор технических наук, действительный член метрологической Академии РФ В.Д. Севастьянов, один из представителей научной метрологической школы ФГУП «ВНИИФТРИ», известный в стране и за рубежом специалист в области спектрометрии нейтронов на ЯФУ, посвятивший более тридцати лет исследованию и внедрению указанной выше проблемы. Созданная система МОП нейтронов на ЯФУ, основанная на принципе согласованного с Государственным первичным специальным эталоном (ГПСЭ) воспроизведения единиц плотности потока и флюенса нейтронов, удовлетворяет современным требованиям практики нейтронных измерений в РФ.

В книге кратко рассматриваются основные аспекты теоретических и экспериментальных исследований, выполненных автором в процессе создания МОП нейтронов на ЯФУ. Приводится описание модернизированного ГПСЭ, технические и метрологические характеристики составляющих эталона: источников тепловых и моноэнергетических нейтронов с энергией 14 МэВ, эталонных радиометрических установок для измерения активности α -, γ - и X-излучений нейтронно-активационных и делительных детекторов; детекторов нейтронов и методик для воспроизведения и передачи размера единиц от эталона.

Обосновывается роль и место созданных МОП нейтронов в государственной системе обеспечения единства нейтронных измерений на ЯФУ в РФ, а также приводятся результаты проведённых исследований системы МОП нейтронов.

В результате анализа условий измерений и требований практики в измерении характеристик полей нейтронов на ЯФУ автором выбран для исследований в МОП нейтронов нейтронно-активационный метод, который обеспечил измерение плотности потока флюенса и энергетического спектра нейтронов в необходимых диапазонах $10^{10} - 10^{14} \text{ см}^{-2} \cdot \text{с}^{-1}$, $10^{10} - 10^{18} \text{ см}^2$ и $10^{10} - 18 \text{ МэВ}$ соответственно.

При исследовании МОП нейтронов на ЯФУ автором решены следующие важные проблемы:

- оптимизация набора активационных и делительных детекторов для измерений на каждом МОП;
- обеспечение единства и правильности измерений наведённой активности в детекторах;
- повышение точности измерений скоростей ядерных реакций в детекторах при облучении их нейтронами в МОП;
- выбор метода и программы расчёта спектров нейтронов в МОП;
- анализ согласуемости и оценка корректности системы интегральных сечений дозиметрических ядерных реакций и др.

Для расчёта спектра нейтронов в МОП нейтронов на ЯФУ реализован и модернизирован метод с формированием априорного спектра в виде суперпозиции физически обоснованных спектров: мгновенных нейтронов деления ядер в форме Ватта, испарительных нейтронов Вайскопфа, Максвелловских тепловых нейтронов, эпитепловых нейтронов Ферми, моноэнергетических нейтронов в форме Гаусса и др. Такое представление спектра нейтронов в МОП ЯФУ позволило провести классификацию спектров нейтронов различных типов ядерных реакторов, моделировать вклад в восстанавливаемый спектр отдельных компонентов, уменьшить систематическую погрешность при восстановлении спектра благодаря использованию при восстановлении спектра в МОП детально изученных в мировой практике физически обоснованных спектров.

Также проведён ряд исследований по обоснованности формирования априорных спектров в МОП ряда ЯФУ с применением: спектров неупругого рассеяния нейтронов в центре металлической активной зоны импульсных быстрых реакторов; спектров упругого и неупругого рассеяния в замедляющих средах ядерных реакторов. В целях подтверждения выбранного метода формирования априорного спектра исследована зависимость отношения выходов мгновенных нейтронов симметричного и ассиметричного деления ядер изотопов ^{235}U и ^{238}U от энергии нейтронов, вызывающих деление.

Проанализированы созданные МОП нейтронов для решения ряда важных научно-технических задач. По результатам анализа этих МОП нейтронов была сделана рекомендация об использовании спектров полей нейтронов в центре металлической АЗ импульсных быстрых реакторов как стандартных

наряду со спектрами мгновенных нейтронов спонтанного деления ^{252}Cf и вынужденного деления ^{235}U тепловыми нейтронами.

Впервые в мире измеренный спектр нейтронов на орбитальной станции «Мир» позволил автору совместно со специалистами МБИ и РКК «Энергия» в области медико-биологических исследований в космосе сделать следующие выводы:

- наибольший вклад в суммарную плотность потока нейтронов и обусловленную ими мощность эквивалентной дозы составляют нейтроны с энергией от 100 кэВ до 100 МэВ, коэффициент качества нейтронов достигает своего максимального значения (около 10) в области 1,0 МэВ;

- превышение числа нейтронов при толщине защиты 40 г/см² над числом нейтронов при толщине 20 г/см² составляет 30-40 % в широком диапазоне измеренных энергий нейтронов;

- при проведении оценок эквивалентных доз лишь от нейтронов с энергией от 1 МэВ до 15 МэВ (как это делалось в более ранних работах, определялось около 30 % дозы нейтронов, что указывает на необходимость в проведении последующих экспериментов в более широком, чем ранее, диапазоне энергий нейтронов, в основном от 100 кэВ до 100 МэВ.

По результатам выполненных исследований спектра нейтронов на орбитальной станции «Мир» автор создал МОП нейтронов на эталонном источнике нейтронов с энергией 14 МэВ с применением специального трансформера нейтронного излучения для градуировки дозиметрической аппаратуры, устанавливаемой на орбитальных космических станциях.

Книга представляет несомненный интерес для научных сотрудников, инженеров, аспирантов и студентов вузов, специализирующихся в области спектрометрии и дозиметрии нейтронного излучения, излучения радиационного воздействия нейтронного излучения на объекты, в метрологии нейтронного излучения, в исследовании физики защиты ЯФУ.