

# Использование термолюминесцентных детекторов в радиационных измерениях на ускорителе ИФВЭ

А.Г. Алексеев, В.Н. Лебедев

ГНЦ РФ Институт физики высоких энергий, Протвино, Россия

Радиационные измерения, в особенности касающиеся вопросов радиационного контроля и безопасности, – область, где унификация и стандартизация методов и средств измерений является практически определяющим фактором на сегодняшний день.

В то же время существующие стандартные методы и средства измерения далеко не всегда можно напрямую использовать в условиях ускорителя заряженных частиц высоких энергий. В первую очередь из-за специфики спектрального и компонентного состава излучения, а так же его импульсного характера. Одним из направлений решения этих проблем – разработка и использование измерительных систем на основе термолюминесцентных детекторов (ТЛД).

Первый опыт использования в ИФВЭ радиотермолюминесцентных детекторов ИКС был подробно представлен в работе [1]. В настоящей работе кратко представлены результаты работы последних десяти лет в ИФВЭ, которые продемонстрировали, что наиболее эффективно использовать ТЛД при решении следующих задач:

- Измерение радиационного фона в экспериментальной зоне ускорителя У-70.
- Измерение радиационного фона в санитарно-защитной зоне (СЗЗ) У-70.
- Индивидуальный радиационный контроль.
- Тестирование и метрологическая поддержка средств измерений, используемых в радиационном контроле на ускорителе.

## Пассивный радиационный контроль в экспериментальной зоне У-70

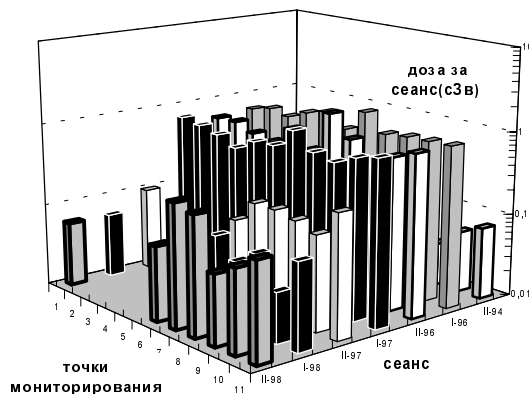


Рис. 1. Эквивалентная доза нейтронов за сеанс в точках мониторинга, расположенных вокруг экспериментальной зоны У-70.

с помощью ДВН-А-01 проводились внутри экспериментальной зоны, а с 1994 г. зона мониторинга расширилась на здания и территорию вокруг экспериментальной зоны У-70.

На рис. 1 представлены интегральные дозы за сеанс, начиная с 1994 г. в точках мониторинга, расположенных вокруг экспериментальной зоны У-70.

## Измерение радиационного фона в СЗЗ У-70

Вне экспериментальной зоны ускорителя У-70 вкладом нейтронов в эквивалентную дозу можно пренебречь. Поэтому в СЗЗ ускорителя и вне СЗЗ с помощью ТЛД проводятся измерения радиационного фона от фотонного излучения и мюонов. Подробно схема и результаты мониторинга в СЗЗ У-70 и окрестностях г. Протвино, начиная с 1986 г., представлены в [2].

Для измерения радиационного фона в экспериментальной зоне ускорителя был разработан дозиметр нейтронов ДВН-Д-01 [2, 3]. Дозиметр представляет собой шаровой полиэтиленовый замедлитель диаметром 25,4 см, в центре которого расположены по 4 ТЛД типа  $Li^6F$  и  $Li^7F$ . Методика измерения представлена в [3]. В настоящее время дозиметр проходит сертификацию в Госстандарте.

Регистрация уровня импульсного нейтронного излучения за защитой У-70 в экспериментальной зоне в течение сеанса осуществляется автоматизированной системой радиационного контроля (АСРК). Система АСРК позволяет регистрировать как мгновенную эквивалентную дозу за цикл ускорителя, так и интеграл за сеанс. Дозиметр ДВН-А-01 регистрирует интегральную эквивалентную дозу за сеанс. Использование дозиметров ДВН-Д-01 дополнительно к системе АСРК позволило существенно расширить зону радиационного контроля. Начиная с 1989 г., измерения

## Индивидуальный радиационный контроль (ИРК)

Индивидуальный нейтронный радиационный контроль в ИФВЭ проводится с использованием ядерной фотоэмульсии МК-20. Недостатки этого метода ранее неоднократно обсуждались. Для решения этой проблемы в ИФВЭ ведутся работы по разработке индивидуальных нейтронных дозиметров альбедного типа на основе ТЛД. Использование такого дозиметра в сочетании с методом на основе МК-20 позволяет существенно улучшить качество проведения ИРК нейтронов с точки зрения достоверности результатов. Работа ведется в двух направлениях:

- По заказу концерна Росэнергоатом разработан индивидуальный дозиметр нейтронов ДВН-А-01 [4, 5]. Дозиметр прошел сертификацию и занесен в Государственный реестр средств измерений, а также успешно прошел опытную эксплуатацию на Калининской АЭС.
- Совместно с Ангарским ЭХК проводится работа по разработке индивидуального дозиметра нейтронов для использования его в составе измерительного комплекса АКИДК. В дальнейшем планируется внедрение этой системы в ИРК в ИФВЭ.

## Тестирование и метрологическая поддержка средств измерений используемых в радиационном контроле на ускорителе

Высокая чувствительность ТЛД (особенно, разработанных НТЦ «Практика») и независимость их чувствительности от импульсного характера излучения на ускорителе позволяют решать ряд проблем в метрологическом обеспечении радиационного контроля, возникающих из-за специфики генерируемого излучения. В качестве интересных примеров в этой области можно привести:

- Тестирование датчиков АСРК [2].
- Калибровка дозиметров (например, ДРГЗ-04) в единицах амбиентного дозового эквивалента мюонного излучения [6].
- Калибровка индивидуальных дозиметров нейтронов в реальном поле излучения с использованием модифицированного дозиметра ДВН-Д-01с (спектрометрического) [4, 7].

На рис. 2 представлено отношение показаний дозиметра ДВН-Д-01 и родиевых мониторов системы АСРК в зависимости от величины эквивалентной дозы нейтронов, зафиксированной за сеанс. Измерения выполнены в течение ряда сеансов в 13 точках в экспериментальной зоне У-70.

Результаты измерений позволили выявить, что система АСРК существенно (от 200% и выше) завышает интегральную дозу нейтронов за сеанс в местах, где доза ниже 1...0,5 сЗв. Это дало толчок к пересмотру и оптимизации схемы расстановки датчиков и разработке новых датчиков для АСРК ИФВЭ.

В качестве заключения хотелось бы отметить, что широкое использование ТЛД в радиационном контроле на ускорителе позволяет преодолеть возникшие трудности, вызванные изменением требований [8] к средствам измерения при переходе на новые нормы НРБ-99.

## Литература

1. Бараненков Н.Н. и др. Препринт ИФВЭ 89-122, Серпухов, 1989.
2. Алексеев А.Г. и др. Препринт ИФВЭ 99-36, Протвино, 1999.
3. Дозиметр нейтронов термолуминесцентный ДВН-Д-01. Руководство по эксплуатации. 4362-002-08844275 РЭ, ИФВЭ. Протвино, 2000.
4. Алексеев А.Г. и др. Препринт ИФВЭ 2000-35, Протвино, 2000.
5. Дозиметр индивидуальный нейтронов термолуминесцентный ДВН-А-01. Руководство по эксплуатации. 4362-001-08844275 РЭ, ИФВЭ. Протвино, 1999.
6. Результаты исследований в первом сеансе У-70 в 2000 г. Отчет ОРИ ИФВЭ, Протвино, 2000.
7. Алексеев А.Г. и др. Препринт ИФВЭ 99-25. Протвино, 1999.
8. Методические указания МУ 2.6.1.016-2000. АНРИ, № 3 2000.

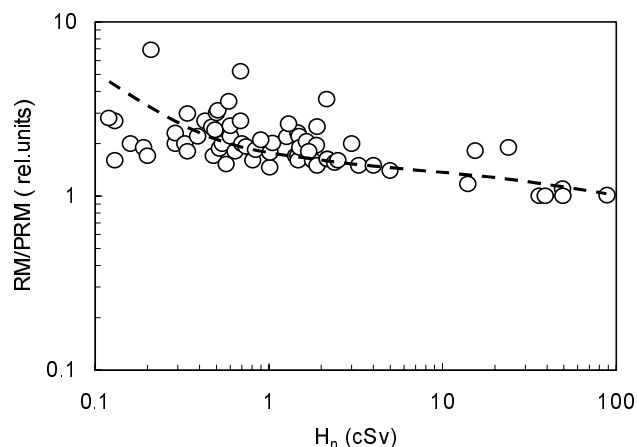


Рис. 2. Отношение показаний дозиметров ДВН-Д-01 и родиевых мониторов АСРК.