

Сегодня в метрологическом обеспечении средств измерений нейтронного излучения в качестве эталонов используются поверочные установки, среди которых широкое применение получили установки с коллимированным полем излучения. В нейтронных установках поле излучения создается радионуклидными источниками нейтронов. Наиболее часто используются источники нейтронов на основе реакции. При калибровке испытываемый прибор помещают в нейтронное поле с известной плотностью потока и мощностью AMBIENTного эквивалента дозы. Из-за невозможности проведения экспериментов без рассеянного излучения необходимо вносить поправки по рассеянной компоненте, включая рассеяние нейтронов на воздухе и стенах помещения. Измерения характеристик нейтронных полей установки проводятся в ограниченном числе точек, а остальные точки моделируются методами Монте-Карло.

Моделирование методами Монте-Карло значительно ускоряет процедуру получения функции отклика и упрощает калибровку приборов, ограничивая экспериментальные измерения отдельными точками.

Преимущество метода Монте-Карло перед другими методами определяется возможностью рассмотрения частиц в сколь угодно сложных по геометрическим условиям и по составу средах без необходимости использования существенных упрощений в вычислительном алгоритме.

Komar D. I., Zhukouski A. I., Kutsen S. A.

MONTE-CARLO SIMULATION OF FIELDS OF NEUTRON FROM RADIONUCLIDE SOURCES OF NEUTRONS

The main types of geometries realized in experiments with radionuclide neutron sources are considered. Estimations of the contribution to values of quantities of flux density of neutrons of scattered neutron radiation are carried. For a variety of geometries, the coefficients for calculation the total flux and ambient equivalent dose rate due to scattered radiation.

Комар Д. И.

*Международный государственный экологический институт имени А.Д. Сахарова
Белорусского государственного университета, г. Минск, Республика Беларусь*

ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДОВ МОНТЕ-КАРЛО ПРИ РАСЧЕТЕ ПАРАМЕТРОВ ЭНЕРГОКОМПЕНСИРУЮЩЕГО ФИЛЬТРА ДЛЯ СЧЕТЧИКА ГЕЙГЕРА-МЮЛЛЕРА

Счетчики Гейгера-Мюллера являются широко распространенными детекторами ионизирующих излучений. Они эффективно применяются в технике детектирования полей рентгеновского и гамма-излучения.

Гамма-кванты регистрируются посредством выбивания ими электронов из катода. При этом толщина и материал катода подбирается с учетом рабочего энергетического диапазона счетчика и режимов его работы.

Отличительной особенностью применения счетчиков в дозиметрии гамма-излучения является сильное изменение чувствительности для рабочего диапазона энергий. Чувствительность зависит от толщины стенок счетчика, их материала и энергии падающего гамма-излучения. Зависимость чувствительности от энергии гамма-квантов (“ход с жесткостью”) особенно сильно изменяется в области излучения до 0,4 МэВ и практически линейно возрастает в диапазоне 0,4–1,8 МэВ.

При проектировании блоков детектирования гамма-излучения со счетчиками Гейгера-Мюллера необходимо учитывать зависимость чувствительности от энергии гамма-излучения во всем диапазоне регистрируемых энергий. Зачастую такую зависимость затруднительно построить опираясь только на экспериментальные данные с применением радионуклидных источников. При помощи моделирования методами Монте-Карло можно определить чувствительность для интересующей нас энергии гамма излучения.

Для корректной работы блоков детектирования со счетчиками Гейгера-Мюллера необходимо выравнивание их чувствительности к энергии излучения при помощи энергокомпенсирующих фильтров. Для удобства используется понятие относительной чувствительности по какому-либо радионуклиду, например, Cs-137 или Co-60. Фильтр представляет собой дополнительную оболочку счетчика Гейгера-Мюллера, изготовленную из определенных материалов и в определенной геометрии.

При создании фильтра следует учитывать, что коэффициент поглощения гамма-излучения сильно зависит от атомного номера Z элемента. Таким образом, для создания компактных фильтров необходимо использовать материалы с большим Z .

Из материалов с высоким атомным номером наиболее часто используется свинец, но его характеристическая линия 88 кэВ создает трудности по применению для диапазонов ниже этой энергии. Также часто используется олово с характеристической линией 29 кэВ. В некоторых случаях для улучшения характеристик фильтров не-

обходимо применять композитные фильтры из слоев различных материалов с постепенным уменьшением Z в сторону катода.

Используя Монте-Карло моделирование можно с достаточной степенью точности рассчитать все характеристики энергокомпенсирующего фильтра для данного диапазона энергий, не прибегая к многочисленным экспериментальным измерениям.

Komar D. I.

USING MONTE-CARLO METHODS FOR CALCULATION PROPERTIES OF ENERGY COMPENSATED FILTER FOR GEIGER MULLER DETECTOR

Considered using Monte-Carlo methods simulation to significantly simplify task of identifying Geiger Muller tubes sensitivity and calculating properties of energy compensated filter.

Комар Д. И.

*Международный государственный экологический институт имени А.Д. Сахарова
Белорусского государственного университета, г. Минск, Республика Беларусь*

РАСЧЕТ РАДИАЦИОННОЙ ЗАЩИТЫ МЕТОДАМИ МОНТЕ-КАРЛО

При использовании помещения для проведения калибровки средств измерений с применением радионуклидных источников нейтронов, необходимым условием является соблюдение норм радиационной безопасности. Обычно радиационная защита помещения обеспечивается габаритами самого помещения и защитными стенами из бетона или кирпича. При таком подходе к проектированию радиационной защиты наиболее высокие уровни излучения оказываются у входа в помещение. Такая проблема решается установкой достаточно дорогой и громоздкой двери из многослойной защиты (железо, свинец, полиэтилен) либо путем достройки лабиринта, через который будет обеспечен вход в помещение.

При проектировании защиты от радионуклидных источников нейтронов следует учитывать, что в помещении, кроме нейтронного излучения, присутствует жесткое γ -излучение, сопутствующее реакции, активационное, а также захватное.

Расчеты дозовых характеристик за толстыми слоями защиты могут вызвать проблемы с применением расчетов Монте-Карло “напрямую”. Если попытаться измерить поток нейтронов (или фотонов) за толстой бетонной стеной, то можно не обнаружить вообще ни одного нейтрона. В таком случае появляется необходимость в управлении нейтронными потоками в заданной геометрии без искажения физического смысла задачи при помощи *Variance reduction* методов. Под *Variance reduction* методами в Монте-Карло имеют в виду все методы, ведущие к уменьшению дисперсии рассчитываемой величины при фиксированном времени работы расчетной программы.

При помощи моделирования методами Монте-Карло можно заранее оценить уровни мощности дозы как по нейтронному, так и по сопутствующему излучению. Также на этапе моделирования можно оптимизировать схему размещения источника излучения и калибруемого оборудования.

Komar D. I.

CALCULATED RADIATION PROTECTION USING MONTE-CARLO METHODS

Considered several features and problems with designing protection of facilities. Considered using Monte-Carlo methods simulation to calculate properties of protection during facility planning.

Король Р. А.

Институт радиобиологии НАН Беларуси, г. Гомель, Республика Беларусь

НАКОПЛЕНИЕ ^{137}Cs И ^{90}Sr ВНУТРЕННИМИ ОРГАНАМИ ДИКИХ ЖИВОТНЫХ

Лесные экосистемы явились одними из основных экосистем, загрязненных в результате выпадения радиоактивных осадков из чернобыльского облака. Главную проблему в радиологическом плане представляет долгосрочное радиоактивное загрязнение лесной среды и лесных продуктов ^{137}Cs и ^{90}Sr , аналогами биогенных