

ПРОБЛЕМЫ ТЕХНИКИ ДОЗИМЕТРИИ ИНКОРПОРИРОВАННЫХ РАДИОНУКЛИДОВ

Галко С.И., Лобач Д.И., Чудаков В.А.

Международный экологический университет им. А.Д. Сахарова

К основным задачам дозиметрии инкорпорированных радионуклидов относят измерение их содержания в различных органах и всем теле, а также определение дозиметрической нагрузки на внутренние органы и ткани тела для оценки риска возникновения неблагоприятных эффектов.

Поступающие радионуклиды в организм человека можно разделить на:

1. Короткоживущие аэрозоли, не являющиеся химически важными для организма—изотопы радона и их дочерние продукты распада, барий, Кг, Хе. Они испытывают радиоактивный распад и могут выводиться из организма;
2. Долгоживущие радионуклиды и аэрозоли, которые не выводятся из организма—плутоний, нептуний, радий, полоний и др.;
3. Короткоживущие аэрозоли, играющие важную роль в функционировании организма или отдельных органов—¹³¹I;
4. Долгоживущие радионуклиды, поступающие в организм с пищей и имеющие большой период полувыведения—¹³⁷Cs, ⁹⁰Sr, ⁸⁸Y, ⁴⁰K.

Единого приборно-методического обеспечения контроля внутреннего облучения не существует. Измерение инкорпорированного трития, не решается прямыми методами, есть затруднения при измерении активности ²³⁹Pu, для измерения ⁹⁰Sr оборудование должно быть защищено от γ -фона и есть особые требования к геометрии установки.

Определить содержание радионуклидов первой группы в организме нет возможности. Обычно измеряют их объемную активность в окружающем воздухе. Индивидуальная дозовая нагрузка при жизни тоже не может быть определена. Поражение дыхательной системы в результате синергизма процессов воздействия на организм определяют по результатам анатомического вскрытия, например для группы риска—шахтеров. Оценку дозового воздействия на людей можно осуществить при помощи долговременного мониторинга трековыми или ТЛД детекторами, а также путем пробоотбора радона адсорбцией активированным углем и дальнейшей γ -спектрометрией радионуклидов.

Содержание радионуклидов третьей и четвертой групп в организме и отдельных органах, а также плутония определяют применяя СИЧ-счетчик (спектрометр) излучения человека.

Основными элементами СИЧ являются защитная камера, высокоэффективный детектор излучения радионуклидов (один или несколько) и многоканальный амплитудный анализатор импульсов. Есть мобильные установки с облегченной защитой, предназначенные для обследования больших групп людей вблизи их мест работы или жительства.

Организация внутреннего контроля состоит из двух этапов:

- Проведение массовых измерений на простых отбраковывающих установках;
- Обследование (после установления превышения порога содержания радионуклида) на высококачественных стационарных установках СИЧ.

В качестве детектора γ -излучения часто используется сцинтилляционный детектор NaI(Tl), обладающий высокой эффективностью регистрации и высокой чувствительностью в диапазоне 0,1-3,0 МэВ. В высококачественных прецизионных установках СИЧ может использоваться и полупроводниковый детектор (ПД), имеющий по сравнению со сцинтилляционным детектором высокое энергетическое разрешение —1% (γ NaI(Tl)—10% по пику ¹³⁷Cs), что позволяет проводить



количественную оценку смеси изотопов, ППП которых отличаются на несколько кэВ и меньше. Использование комбинированного детектора, фосвича улучшает пределы чувствительности для некоторых изотопов, испускающих фотоны низкой энергии (плутоний, ^{241}Am), а также позволяет измерять β -излучающие радионуклиды ($^{90}\text{Sr}/^{90}\text{Y}$).

Установки СИЧ можно классифицировать по:

1. Месту мониторинга тела (счетчик всего тела, счетчик отдельных органов);
2. Способу проведения измерения (сканирующий, не сканирующий);
3. Регистрируемому излучению (бетта, гамма);
4. Применяемой геометрии (геометрия дуги, стандартного кресла...);
5. Применяемым детекторам (сцинтилляционный, ППД);
6. Количеству применяемых детекторов (одно-, много- детекторные);
7. Транспортability (мобильные, стационарные);

Улучшение чувствительности при измерении активности отдельных органов, если радионуклид концентрируется в этом органе, осуществляется расположением датчиков в непосредственной близости к нему. Применение нескольких детекторов позволяет увеличить чувствительность и уменьшить погрешность измерения. Перемещение одного или нескольких детекторов относительно пациента—сканирование—позволяет определить и активность радионуклида, и его распределение.

Аппаратура для измерения *in vivo* β -излучающих радионуклидов, если γ -излучение малоинтенсивно, встречается редко. Она, как правило, основана на измерении тормозного излучения, спектр которого меньше 300 кэВ. Поэтому влияние γ -излучающих радионуклидов и фона является существенным. В этих установках необходимы сложные многодетекторные сцинтилляционные или германиевые детекторы, а также массивная защита. Разрабатываются и установки, позволяющие регистрировать β -спектр с использованием фосвич детекторов.