

ИЗМЕРЕНИЕ УРОВНЯ ЕСТЕСТВЕННОГО ФОНА ГАММА-ИЗЛУЧЕНИЯ

А.В. Афанасьев, Г.П. Мясоедов,
Я.Г. Шкурский

Севастопольский институт
ядерной энергии и промышленности.

В настоящее время усилилось внимание специалистов и широких слоев населения к измерениям уровней мощности дозы гамма-излучения на уровне естественного фона. Это, прежде всего, объясняется выходом в свет Закона Украины «О защите человека от воздействия ионизирующих излучений» от 14 января 1998 года [1] и Норм радиационной безопасности Украины (НРБУ-97) [2]. Кроме того, население периодически будоражат слухи об аварии на той или иной АЭС, которые иногда даже вызывают панические настроения в городе. Все чаще имеют место обращения к специалистам кафедры Дозиметрии и РТК с просьбой об измерении уровня излучения в квартирах.

С какими же уровнями излучения приходится сталкиваться в этом случае? В соответствии с принятыми на Украине нормами [1], [2] допустимый уровень мощности дозы в жилых помещениях составляет 30 мкР/час для вновь строящихся зданий и 50 мкР/час для ранее построенных.

Многомесячные ежедневные измерения уровня мощности дозы естественного фона, выполняемые на кафедре Д и РТК СИЯЭиП с помощью стационарных лабораторных установок, показывает, что естествен-

ный фон в Севастополе изменяется в пределах от 3 мкР/час до 10 мкР/час со средним уровнем около 5 мкР/час. Таким образом, необходимо измерять мощность дозы, начиная с уровня 3 мкР/час.

Открытым остается вопрос о допустимой величине погрешности измерения мощности дозы. Этот вопрос не регламентируется указанными выше нормативными документами. Поэтому, очевидно, следует принять рекомендуемое в литературе [3] требования, согласно которому допустимая погрешность измерения определяется допустимой неопределенностью в величине ожидаемого радиационного эффекта воздействия излучения на людей. Рассчитанной в соответствии с этим требованием приемлемой погрешностью отдельного измерения можно считать $\pm 40\%$ [3].

Измерение уровней гамма-излучения на местности и в различных помещениях в большинстве случаев целесообразно измерять переносными приборами. Такими измерениями заняты целый ряд организаций: лаборатории внешней среды АЭС, лаборатории санитарно-эпидемиологической службы, метеослужбы. В случае аварии – подразделения МЧС. Они снабжены большим парком различных переносных дозиметрических приборов, разработанных, как правило, еще в советское время. Однако эти приборы не отвечают требованиям по диапазону и погрешностям измерения, чтобы с их помощью измерять мощность дозы на уровне естественного фона. Причина этого состоит в том, что попадание фотонов гамма-излучения в блоки детектирования приборов при малых уровнях мощности дозы носит статистический характер и необходимо довольно длительное время,

чтобы получить достоверное значение результата измерения.

Характеристики отечественных приборов, используемых для измерения мощности дозы, приведены в таблице 1.

Таблица 1.

Тип прибора	Нижняя граница диапазона измерения, мкР/час	Погрешность на уровне нижней границы, %	Время измерения, с
1. Комбинированный дозиметр – сигнализатор ДКС-1	100	± 124	100
2. Бета-гамма радиометр КРБГ-1	25	± 85	60
3. Гамма-дозиметр КДГ-1	100	± 38	60
4. Гамма-дозиметр ДРГ-05	36	± 150	100
5. Универсальный дозиметр-радиометр МКС-01р	36	± 25	100
6. Сцинтилляционный геологоразведочный прибор СГП-68	3	не нормирован	60

Из таблицы следует, что абсолютное большинство приборов не могут использоваться для измерения естественного фона. (Кроме устаревшего СРП-68, который может использоваться только при известном спектре γ -излучения). Тем не менее, эти приборы имеют возможности для измерения уровней естественного фона, если увеличить время измерения. Дело в том, что большинство из них при измерении на наиболее чувствительном диапазоне имеют звуковую (через

головные телефоны) или световую (через индикаторную лампочку) сигнализацию о каждом случае регистрации отдельного фотона. В технических описаниях этот режим – по счету числа регистраций –дается как индикаторный, в котором погрешность не определена и коэффициент пересчета тоже.

Однако этот режим – режим счета звуковых или световых сигналов, может быть использован для измерения малых уровней гамма-излучения с погрешностью не хуже $\pm 25\%$.

Дело в том, что в этом режиме измерители мощности дозы работают как радиометры. Нижняя же граница диапазона измерения при этом определяется минимальной достоверно измеряемой скоростью счета [4]:

$$n_{\min} = \frac{1 + \sqrt{1 + 4 \cdot n_{\phi} \cdot \delta^2 \cdot t_{\text{изм}}}}{2 \delta^2 \cdot t_{\text{изм}}} \quad (1)$$

где n_{\min} – скорость счета при измерении мощности дозы, имп/с;

n_{ϕ} – собственный фон блока детектирования, имп/с;

δ – относительная статистическая погрешность, доли;

$t_{\text{изм}}$ – время измерения мощности дозы.

Нижняя граница диапазона измерения мощности дозы при этом будет:

$$P\gamma_{\min} = n_{\min} / \eta, \quad (2)$$

где η – чувствительность прибора, (имп/с) / (мкР/час).

Из формулы (1) следует, что уменьшить нижнюю границу диапазона измерения прибора можно, прежде всего

за счет увеличения времени измерения и, кроме того, за счет уменьшения собственного фона детектора или увеличения, в разумных пределах, допустимой погрешности измерения.

В связи с этим, на кафедре дозиметрии и радиационно-технологического контроля СИЯЭ и П разработана методика измерения низких уровней мощности дозы путем счета импульсов от блоков детектирования переносных приборов. Предварительно производится измерение собственного фона детектора при помещении блока детектирования в свинцовый домик с толщиной стенок не менее 50 мм. Счет импульсов при этом осуществляется с помощью пересчетной установки УСЦ-01, подключенной к гнездам предназначенным для головных телефонов. Погрешность излучения при этом выбирается $\pm 5\%$ (не менее 400 импульсов).

Затем определяется чувствительность прибора путем создания мощности дозы на уровне, на порядок превышающем уровень естественного фона от источника известной активности.

После того, исходя из формул (1) и (2) определяется время измерения данным прибором для уровней ≥ 5 мкР/час при погрешности $\pm 25\%$ (именно до этого уровня погрешности справедлива формула (1)).

Результаты измерения, получают по формуле:

$$P\gamma = \frac{n - n_\phi}{n}, \quad (3)$$

Погрешность измерения определяется соотношением

$$\delta_\Sigma = \sqrt{\delta_{usm}^2 + \delta_\phi^2} \quad (4)$$

Скорость счета на уровне естественного фона не высока: около 5...10 импульсов в минуту и импульсы можно считать на слух. Однако время измерения может составлять 5...10 минут. Чтобы сделать процедуру счета импульсов более точной, на кафедре разработана схема подключения калькулятора к гнездам головных телефонов на приборах.

Таким образом, благодаря разработанной на кафедре Д и РТК СИЯЭиП методике появилась возможность измерения уровней естественного фона переносными приборами с достаточной точностью.

Следует также отметить, что введение в практику регулярного измерения естественного уровня естественного фона существующими приборами, приведет к повышению оперативности радиационного контроля за внешней средой и улучшению профессиональной выучки дозиметристов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Закон Украины «О защите человека от воздействия ионизирующих излучений» от 14.01.98 г.
2. Нормы радиационной безопасности Украины (НРБУ-97). Киев, МОЗ, 1997г.
3. Иванов В.И. Курс дозиметрии. – М.: Энергоатомиздат, 1988 г.
4. Сборник методик по определению активности радионуклидов в объектах внешней среды и организма человека. – М.: Воениздат, 1980 г.