**Создание комплекта вторичных эталонов единицы активности радионуклидов на основе образцовых спектрометрических источников гамма-излучения типа ОСГИ**

Алексеев И.В., Аршанский С.М., Жуков Г.В., Заневский А.В.,

Колодка А.А., Сэпман С.В., Терещенко Е.Е., Трофимчук С.Г., Шильникова Т.И. (ФГУП «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева», г. Санкт-Петербург, Россия),

Рогозев А.Б. (ЗАО «РИТВЕРЦ», г. Санкт-Петербург, Россия)

В настоящее время основой обеспечения единства и правильности измерений активности радионуклидов и связанных с ней физических величин в РФ является Государственный первичный эталон единиц активности радионуклидов, удельной активности радионуклидов, потока альфа-, бета-частиц и фотонов радионуклидных источников
ГЭТ 6-2016 (ГПЭ). Передача единиц физических величин от ГПЭ эталонам и средствам измерений осуществляется в соответствии с государственной поверочной схемой (ГПС) для средств измерений активности радионуклидов, удельной активности радионуклидов, потока и плотности потока альфа-, бета-частиц и фотонов радионуклидных источников. ГПС согласно ГОСТ 8.033-96 заменена новой ГПС, утвержденной приказом Руководителя Росстандарта от 29 декабря 2018 г. № 2841, и введённой в действие с 30 апреля 2019 г.

Согласно ГПС в качестве вторичных эталонов (ВЭТ) могут использоваться радионуклидные источники, растворы радионуклидов, радиометрические установки, а также радионуклидные источники специального назначения.

Спектрометрические источники ОСГИ в основном применяются для определения метрологических характеристик спектрометров-радиометров: интегральной нелинейности, разрешения, эффективности регистрации. На практике широкое распространение получили источники типа ОСГИ-3 производства АО «Радиевый институт им. В.Г. Хлопина», ОСГИ-А производства ООО «НТЦ Амплитуда», ОСГИ-Р производства ЗАО «РИТВЕРЦ». Все вышеперечисленные типы источников внесены в Государственный реестр средств измерений и выпускаются для выполнения функций рабочих эталонов 1-го и 2-го разрядов.

На текущий момент в метрологической практике применяются ВЭТ единицы активности радионуклидов в виде радионуклидных источников бета-излучений типа С0 (на основе радионуклидов 90Sr+90Y) и альфа-излучения типа П9 (на основе радионуклида 239Pu). В то же время ВЭТ на основе источников фотонного излучения отсутствуют, несмотря на то, что потребность в таких эталонах существует и прежде всего они необходимы для поверки рабочих эталонов 1-го разряда единицы активности радионуклидов на основе спектрометрических источников ОСГИ. Чтобы метрологические организации могли осуществлять поверку таких эталонов в их распоряжении должен быть ВЭТ единицы активности радионуклидов в виде источников ОСГИ, в которых активность радионуклидов измерена с расширенной неопределенностью не более 2,0 % при k = 2.

В ходе выполнения НИР, проведённой ФГУП «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева» и ЗАО «РИТВЕРЦ» были решены следующие задачи:

- исследованы методы измерений активности радионуклидов в растворах, предназначенных для изготовления источников ОСГИ с метрологическими характеристиками, соответствующими ВЭТ;

- исследованы метрологические характеристики радионуклидных источников типа ОСГИ-РТ, изготовленных из растворов, оценено соответствие их характеристик требованиям, предъявляемым к ВЭТ;

- выполнена оценка влияния методов изготовления источников типа ОСГИ-РТ и метода передачи единицы активности радионуклидов на их метрологические характеристики.

При формировании комплекта для ВЭТ были выбраны гамма-излучающие радионуклиды, обеспечивающие перекрытие энергетического диапазона типовых гамма-спектрометров, а также обладающие достаточно большим периодом полураспада и высокой интенсивностью гамма-квантов, испускаемых на акт распада. В созданный комплект входят следующие радионуклиды: 241Am, 228Th, 152Eu, 137Cs, 133Ba, 88Y, 60Co, 54Mn.

Общий вид и конструкция закрытых источников фотонного излучения типа
ОСГИ-РТ приведены на рисунке.



1 – корпус, 2 – кольцо, 3 – кольцо наружное, 4 – кольцо внутреннее,
5 – полиимидные плёнки, 6 – активная часть.

Рисунок – Общий вид и конструкция источников типа ОСГИ-РТ

В соответствии с ГПС единица активности радионуклидов может быть передана от ГПЭ вторичному эталону – радионуклидным источникам фотонного излучения следующими методами:

- методом прямых измерений активности радионуклидов в источниках ОСГИ на установках ГПЭ;

- методом сличения при помощи компаратора с идентичными радионуклидными источниками из состава ГПЭ.

Оборудование, входящее в состав ГПЭ, позволяет выполнять прямые измерения активности радионуклидов 241Am, 228Th, 152Eu, 137Cs, 133Ba, 88Y, 60Co, 54Mn в источниках ОСГИ с точностью, соответствующей уровню ВЭТ, например, на установках, реализующих метод KX-γ совпадений и 4πγ-счёта. Преимуществом прямого измерения активности радионуклидов в источниках ОСГИ является относительная простота его реализации. Вместе с тем, верхний диапазон измерений активности радионуклидов на этих установках ограничен значением 1·105 Бк.

Передача единицы активности радионуклидов от ГПЭ при помощи компаратора возможна при использовании в качестве компаратора гамма-спектрометра на основе особо чистого германия или сцинтилляционного спектрометра и комплекта источников гамма-излучения ОСГИ~~,~~ входящего в состав ГПЭ. Этот метод передачи обеспечивает требуемую для ВЭТ точность измерений активности радионуклидов и более широкий диапазон измерений - до 1·106 Бк. Недостатком метода является необходимость постоянного обновления источников ОСГИ с короткоживущими радионуклидами 88Y, 228Th и 54Mn.

**Заключение**

В результате проведения НИР, проведенной ФГУП «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева» и ЗАО «РИТВЕРЦ», созданы 10 комплектов радионуклидных источников типа ОСГИ-РТ (241Am, 228Th, 152Eu, 137Cs, 133Ba, 88Y, 60Co, 54Mn), которые по своим метрологическим характеристикам соответствуют требованиям, предъявляемым к вторичному эталону единицы активности радионуклидов.

Источники типа ОСГИ-РТ прошли испытания в целях утверждения типа средства измерений (номер в госреестре 74005-19) и могут применяться в качестве вторичного эталона активности радионуклидов.

Подписи авторов:

Г.В. Жуков \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

И.В. Алексеев \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

С.М. Аршанский \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

А.В. Заневский \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

А.А. Колодка \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

С.В. Сэпман \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

Е.Е. Терещенко \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

С.Г. Трофимчук \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

Т.И. Шильникова \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

А.Б. Рогозев \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_