

Оценка доз внешнего облучения населения с учетом структуры аппаратного обеспечения для контроля мощности дозы фотонного излучения в организациях Роспотребнадзора

И.П. Стамат¹, В.А. Венков¹, О.Е. Тутельян², С.И. Кувшинников², Г.А. Горский³

¹ Санкт-Петербургский научно-исследовательский институт радиационной гигиены имени профессора П.В. Рамзаева, Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, Санкт-Петербург, Россия

² Федеральный центр гигиены и эпидемиологии, Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, Москва, Россия

³ Северо-Западный государственный медицинский университет им. И.И. Мечникова, Министерство здравоохранения Российской Федерации, Санкт-Петербург, Россия

Рассматриваются вопросы аппаратно-методического обеспечения измерений мощности дозы фотонного излучения, анализируются возможные причины значительной разницы между годовыми эффективными дозами внешнего облучения населения Российской Федерации и среднемировым значением этих величин. Собраны и систематизированы сведения о парке дозиметрического оборудования, которое используется для измерений мощности дозы гамма-излучения в организациях Роспотребнадзора. Установлено, что для контроля доз внешнего облучения населения используются более 60 типов дозиметров. Большая часть применяемых в стране дозиметров имеют газоразрядные детекторы (счетчики Гейгера – Мюллера, СБМ и т.п.), которые характеризуются более высокими суммарными значениями уровня собственного фона и отклика на космическое излучение, чем современные дозиметры со сцинтилляционными детекторами. Показано, что эта характеристика дозиметров является, по-видимому, одной из наиболее вероятных причин того, что оценки доз внешнего облучения населения оказываются несколько завышенными. Рассматриваются возможные варианты уточнения оценки доз внешнего облучения населения: введение поправки в результаты измерений мощности дозы гамма-излучения с учетом уровня собственного фона дозиметров и отклика на космическое излучение, применение более современных дозиметров со сцинтилляционными детекторами и др. Показано, что учет структуры парка дозиметрического оборудования является наиболее перспективным направлением исследований по верификации оценки доз внешнего облучения населения.

Ключевые слова: дозиметр гамма-излучения (фотонного излучения), дозы внешнего облучения населения, уровень собственного фона дозиметра, отклик дозиметра на космическое излучение, детектор сцинтилляционный, детектор газоразрядный, счетчик Гейгера – Мюллера.

Введение

Одним из основных видов измерений, которые проводятся организациями Роспотребнадзора с различными целями в рамках установленных полномочий, является контроль мощности дозы гамма-излучения. Эти измерения выполняются для целей радиационно-гигиенической паспортизации территорий субъектов Российской Федерации и Единой государственной системы контроля и учета индивидуальных доз облучения граждан Российской Федерации (ЕСКИД), при обеспечении контрольно-надзорной деятельности Роспотребнадзора, проведении социально-гигиенического мониторинга, при радиационном обследовании земельных участков под застройку и объектов строительства при сдаче их в эксплуатацию. В некото-

рых случаях эти измерения проводятся в рамках производственного радиационного контроля. С целью обеспечения эффективного динамического наблюдения за уровнями естественного и техногенно-измененного радиационного фона, только в рамках социально-гигиенического мониторинга эти исследования проводятся в количестве, достигающем многих сотен тысяч измерений в год. Для выполнения измерений мощности дозы гамма-излучения в организациях Роспотребнадзора используются дозиметры более 60 типов общим числом 3060 единиц, причем сроки производства значительной части дозиметров составляют от 5 до 20 лет и более.

При анализе структуры доз облучения населения за счет природных источников ионизирующего излучения

Стамат Иван Павлович

Санкт-Петербургский научно-исследовательский институт радиационной гигиены имени профессора П.В. Рамзаева.

Адрес для переписки: 197101, Россия, Санкт-Петербург, ул. Мира, д. 8. E-mail: istamat@mail.ru.

было установлено [1], что дозы внешнего облучения населения Российской Федерации в коммунальных условиях в среднем составляют 0,70 мЗв/год. Эта величина превышает среднемировое значение показателя (около 0,48 мЗв/год [2]) почти в 1,5 раза (на 45,8%). Анализируя возможные причины существенно более высоких уровней внешнего облучения населения нашей страны по сравнению с зарубежными странами, авторы [3] приходят к выводу, что одна из наиболее вероятных причин этого связана с парком средств измерений мощности дозы гамма-излучения. Это обусловлено вкладом в показания дозиметров уровня собственного фона и отклика на космическое излучение, сумма которых ниже для краткости называется вкладом «аппаратурной» составляющей в дозы внешнего облучения населения. Другой причиной этого, возможно, является не совсем строгое выполнение требований и рекомендаций методических документов участниками измерений.

Учитывая это, основной целью настоящей статьи авторы ставили сбор сведений об аппаратном оснащении средствами измерений мощности дозы гамма-излучения организаций Роспотребнадзора, анализ структуры парка дозиметров по срокам их выпуска, типам детекторов и другим характеристикам и оценку вклада «аппаратурной» составляющей в годовую эффективную дозу внешнего облучения населения Российской Федерации.

Материалы и методы

Основной массив фактических сведений, которые анализируются в настоящей статье, взят из отчетных форм и дополнительных сообщений Центров гигиены и эпидемиологии по субъектам Российской Федерации. Сбор этих сведений авторами был инициирован в связи с появлением публикаций [1, 3, 4]. Для этого было подготовлено обоснование необходимости сбора сведений о наличии, составе и характеристиках дозиметрического оборудования в учреждениях Роспотребнадзора. С учетом этого в 2015 г. Письмом Роспотребнадзора «О состоянии радиационной безопасности населения при воздействии природных источников ионизирующего излучения» [5] организациям и учреждениям Роспотребнадзора по субъектам Российской Федерации было поручено представить эти сведения в Роспотребнадзор.

Для обеспечения единообразия первичных сведений в сообщениях с территорий был разработан и направлен во все организации и учреждения Роспотребнадзора формат представления данных в виде Excel-таблицы. В шаблон для представления сведений о дозиметрическом оборудовании были включены только основные признаки дозиметров: тип и модификация дозиметров, год выпуска, сведения о поверке, а также количественные сведения о парке дозиметров в каждом субъекте Российской Федерации по всем типам дозиметров. При этом временной диапазон эксплуатации дозиметров был разделен на три периода: «До 2000 г. включительно», «2001–2010 гг.» и «2011–2015 гг.». Отдельная графа в таблице была отведена для представления сведений о поверке дозиметров в форме «да – нет». Всего в таблице были перечислены 37 типов наиболее распространенных дозиметров и предусмотрена графа для включения других типов дозиметров.

Все остальные сведения, которые потребовались для анализа (тип детектора, нижняя граница диапазона изме-

рений и др.), авторами приняты согласно данным с официальных сайтов основных производителей дозиметров, а также Федерального информационного фонда по обеспечению единства измерений Росстандарта: http://www.fundmetrology.ru/10_tipy_si/7list.aspx.

На начало 2016 г. сведения о парке дозиметрического оборудования поступили из всех без исключения Центров гигиены и эпидемиологии в субъектах Российской Федерации, а также из ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии по железнодорожному транспорту». В дополнение к представленным сведениям отдельные территории (Республика Татарстан, Ростовская и Пензенская области и др.) представили дополнительные сведения о дозиметрах, которые по разным причинам не вошли в первичные сообщения.

При предварительном анализе полученных сведений было установлено, что в некоторых сообщениях в перечень дозиметрического оборудования внесены поисковые радиометры типа СРП-68-01, СРП-88Н, СРП-97 и др., в некоторых случаях в числе дозиметров названы ДП-5, измерители-сигнализаторы типа ИСП-РМ1701М и др.

Отдельные типы дозиметров, которые были включены в перечень оборудования на разных территориях, отсутствуют в Государственном реестре средств измерений или истек срок действия свидетельств об утверждении типа. К декабрю 2015 г. истекшими оказались сроки действия свидетельств об утверждении типа 19 дозиметров разных производителей. В некоторых случаях в качестве средств измерений мощности дозы фотонного излучения указаны дозиметры рентгеновского излучения.

Учитывая специфику анализируемого массива данных и решаемые задачи, специальные методы статистической обработки данных в настоящей работе не применялись.

Общая характеристика парка дозиметрического оборудования в учреждениях Роспотребнадзора

Анализ поступивших сведений показал, что на конец 2015 г. в учреждениях Роспотребнадзора эксплуатировалось 3060 дозиметров, из которых 1067 единиц (34,9%) были выпущены до 2000 г., 1500 единиц (49,0%) – в период 2001–2010 гг. и только 493 единицы (около 16,1%) выпущены за последние 5 лет. Из общего числа используемых в настоящее время дозиметров 403 единицы (13,2%) относятся к поисковым радиометрам типа СРП, рентгеновским дозиметрам, измерителям-сигнализаторам и т.п., и, вероятно, сведения по ним вошли в сообщения с территорий ошибочно. Поэтому нами они из дальнейшего рассмотрения были исключены, так что далее нами анализировались сведения по 2657 дозиметрам.

Наиболее распространенным в настоящее время дозиметром в организациях Роспотребнадзора является ДРГ-01Т1, общее число которых составляет 688 единиц, из которых около половины (341) изготовлены до 2000 г. Вторым по распространенности является дозиметр МКС/СРП-08А, число которых составляет 221 единицу. При этом более половины этих приборов выпущены в период 2001–2010 гг., а около четверти – в 2011 г. и позже. Следующими по распространенности являются дозиметры ДКС-АТ1123 (192 единицы) и ДКС-96 (191 единица). Большая часть этих дозиметров выпущена за последние 15 лет. Таким образом, на долю только этих четырех типов дозиметров приходится около половины (50,3%) всего

парка дозиметрического оборудования, которое используется в учреждениях Роспотребнадзора.

Общее число типов дозиметров в учреждениях Роспотребнадзора составляет 67, причем для 14 типов дозиметров сведений об утверждении типа в Государственном реестре средств измерений найти не удалось, а сроки действия свидетельств об утверждении типа еще для 15 дозиметров истекли в 2015 г. или ранее. На момент представления сведений из 2657 дозиметров поверку прошли 2570 дозиметров, или 96,7%.

По типу детекторов в эксплуатации в организациях Роспотребнадзора наиболее распространенными являются дозиметры со счетчиками Гейгера – Мюллера и сцинтилляционными детекторами. Дозиметры типа ДКС-04 имеют галогенный детектор, причем все 12 единиц этих приборов изготовлены до 2000 г., а поверку прошел только 1 из них.

Структура парка дозиметров учреждений Роспотребнадзора

Для целей настоящей работы основной интерес представляет структура парка дозиметрического оборудования по типу применяемых детекторов, а также нижней

границе диапазона измерений. Значение нижней границы диапазона измерений является косвенной характеристикой суммы уровня собственного фона и отклика на ионизирующую компоненту космического излучения дозиметра. Именно эта характеристика дозиметров является ответственной за вклад «аппаратурной» составляющей в оценку доз внешнего облучения населения. Важными также являются сроки производства и эксплуатации дозиметров, однако реальных сведений об изменении метрологических характеристик по мере старения дозиметров авторам найти не удалось. Поэтому в дальнейшем мы считали, что по мере старения дозиметров их метрологические характеристики сохраняются постоянными.

Общая характеристика основной части парка дозиметрического оборудования учреждений Роспотребнадзора приведена в таблице 1.

Перечисленные в таблице 1 дозиметры составляют основной парк средств измерений для контроля мощности дозы гамма-излучения, которые применяются в учреждениях Роспотребнадзора. На долю этих дозиметров приходится около 88,9% от их общего числа. Все остальные типы дозиметров представлены единичными экземплярами. Очевидно, что основная часть измерений

Таблица 1

Основные характеристики наиболее распространенных типов дозиметров, используемых в учреждениях Роспотребнадзора

[Table 1

The main characteristics of the most popular types of dosimeters using by Rospotrebnadzor bodies]

№ п/п	Наименование дозиметров [Name of dosimeter]	Всего, штук [Total, items]	Тип детектора [Type of detector]	Диапазон измерений, мкЗв/ч * [Measurement range, μ Sv/h]
1	ДРГ-01Т1	688	Гейгера – Мюллера	10 мкР/ч
2	МКС/СРП-08А	221	Сцинтиллятор CsI(Tl)	0,03
3	ДКС-АТ1123	192	Сцинтиллятор	0,05
4	ДКС-96	191	Сцинтиллятор и Гейгера – Мюллера	0,10
5	ДБГ-06Т	159	Гейгера – Мюллера	10 мкР/ч
6	ДКГ-02У «Арбитр»	136	Гейгера – Мюллера	0,10
7	ДБГ-01Н	114	Гейгера – Мюллера	0,10
8	ДРБП-03	128	Гейгера – Мюллера	0,10
9	ДКГ-03Д «Грач»	123	Гейгера – Мюллера	0,10
10	ДКГ-07Д «Дрозд»	90	Гейгера – Мюллера	0,10
11	МКС-АТ1117М	90	Сцинтиллятор NaI(Tl)	0,03
12	МКС-АТ6130	83	Гейгера – Мюллера	0,10
13	МКС-05 «Терра»	33	Гейгера – Мюллера	0,10
14	ДКС-АТ1121	31	Сцинтиллятор	0,05
15	ИСП-РМ1401МА	27	Сцинтиллятор CsI(Tl)	0,05
16	МКС-01Р	26	Сцинтиллятор	0,01
17	МКС-14ЭЦ	26	Гейгера – Мюллера	0,10
18	ДБГ-04А	25	Гейгера – Мюллера	0,10
19	ДРГБ-01 ЭКО-1	20	Гейгера – Мюллера	0,10
20	ДКГ-РМ1621	14	Гейгера – Мюллера	0,10
21	МКС-10Д «Чибис»	13	Гейгера – Мюллера	0,10
22	ДКГ-РМ1203М	12	Гейгера – Мюллера	0,10
23	ДКС-04	12	Галогенный счетчик	0,10
24	МКС-АТ1125	11	Сцинтиллятор NaI(Tl)	0,03
25	МКС-01СА1М	10	Гейгера – Мюллера	0,10

* Указана только нижняя граница диапазона измерений; верхняя граница диапазона измерений для большинства дозиметров составляет от десятков мЗв/ч до десятков Зв/ч.

[There is shown the lower range limit, upper range limit for the most part of dosimeters is in the range of dozens of mSv/h to dozens of Sv/h].

мощности дозы гамма-излучения, результаты которых впоследствии заносятся в радиационно-гигиенические паспорта территорий и формы федерального государственного статистического наблюдения № 4-ДОЗ, получают именно с использованием дозиметров, перечисленных в таблице 1.

Из 25 типов дозиметров, перечисленных в таблице 1, только 6 имеют детекторы на основе различных сцинтилляторов. Общее число дозиметров со сцинтилляционными детекторами составляет 572 единицы, или чуть менее четверти (24,2%). Нижняя граница диапазона измерений мощности дозы гамма-излучения этих дозиметров находится в пределах 0,03–0,05 мкЗв/ч. Только дозиметр-радиометр МКС-01Р со сцинтилляционным детектором имеет нижнюю границу диапазона измерений 0,01 мкЗв/ч. Однако 25 из 26 единиц этих дозиметров выпущены задолго до 2000 г., и только один из них выпущен после 2011 г. По сообщениям Центров гигиены и эпидемиологии, 12 из 26 единиц этих дозиметров имеют действующие свидетельства о поверке. Укажем, что этот тип дозиметров в Государственном реестре средств измерений давно не числится.

Из 2475 единиц дозиметрического оборудования, перечисленного в таблице 1, к концу 2015 г. действующие свидетельства о поверке имели 2066 единиц или 83,5% от общего числа дозиметров.

Оценка вклада «аппаратурной» составляющей в годовую эффективную дозу внешнего облучения населения Российской Федерации

В качестве исходных предпосылок для оценки вклада «аппаратурной» составляющей в годовую эффективную дозу внешнего облучения населения Российской Федерации приняты следующие положения.

Считалось, что нижняя граница диапазона измерений разных типов дозиметров определена из расчета примерно в два-три раза выше, чем сумма их уровня собственного фона и отклика на ионизирующую компоненту космического излучения. Хотя с точки зрения метрологии эта предпосылка и не бесспорна, она хорошо согласуется с данными [4], где приведены результаты определения суммарного значения уровня собственного фона и отклика на космическое излучение для дозиметров разного типа. Показано, что характерное значение этого показателя (авторы [4] называют ее нулевым фоном дозиметров) для дозиметров со сцинтилляционными детекторами составляет 0,011–0,022 мкЗв/ч.

Из этого диапазона заметно выпадает достаточно распространенный в учреждениях Роспотребнадзора (см. табл. 1) дозиметр типа МКС/СРП-08А со сцинтилляционным детектором. Для этого дозиметра суммарное значение уровня собственного фона и отклика на космическое излучение оказалось равным 0,065 мкЗв/ч, что вдвое превышает нижнюю границу диапазона измерений. Вероятнее всего, это значение является ошибочным и характерно для конкретного экземпляра дозиметра, поскольку для остальных 6 дозиметров со сцинтилляционными детекторами эта величина оказалась значительно ниже.

Для дозиметров с газоразрядными детекторами суммарное значение уровня собственного фона и отклика на космическое излучение заметно выше и составляет

0,036–0,083 мкЗв/ч. Причем значение характеристики 0,036 мкЗв/ч получено по данным измерений тремя дозиметрами типа МКС-6130, а по данным измерений тремя дозиметрами типа ДРГ-01Т1 это значение составило 0,075 мкЗв/ч. Суммарное значение уровня собственного фона и отклика на космическое излучение для дозиметра ДРБП-03 получено по результатам измерений одним прибором и составило 0,083 мкЗв/ч. Эта величина, на наш взгляд, несколько завышена, поскольку она практически равна нижней границе диапазона измерений для данного дозиметра 0,10 мкЗв/ч.

С учетом сказанного, суммарное значение уровня собственного фона и отклика на космическое излучение для дозиметров со сцинтилляционными детекторами было принято равным в среднем 0,0143 мкЗв/ч, для дозиметров с газоразрядными детекторами – 0,0475 мкЗв/ч.

В качестве второй предпосылки принято, что метрологические характеристики всех типов дозиметров, в том числе и суммарное значение уровня собственного фона и отклика на космическое излучение для них остаются постоянными независимо от сроков их эксплуатации. По-видимому, это самая спорная предпосылка из всех, однако в научной литературе нам не удалось найти аргументы ни за, ни против нее.

Наконец, считалось, что все измерения, результаты которых используются для оценки доз внешнего облучения населения, выполняются с применением дозиметров, прошедших поверку. Заметим, что даже если эта предпосылка и не совсем справедлива, она не может внести серьезных ошибок в расчеты, поскольку по сведениям учреждений Роспотребнадзора в среднем по стране не прошли поверку только чуть более 15% дозиметров, причем из числа наиболее распространенных типов дозиметров, которые перечислены в таблице 1, на момент представления сведений поверенными были почти 97%

Отметим, что для внесения в формы статистической отчетности № 4-ДОЗ, кроме данных учреждений Роспотребнадзора, используются также сведения о результатах измерений мощности дозы гамма-излучения по данным аккредитованных лабораторий, осуществляющих измерения на данной территории. Парк дозиметрического оборудования этих лабораторий, в принципе, может отличаться от средств измерений учреждений Роспотребнадзора. Однако практически на всех территориях массив измерительной информации, получаемой учреждениями Роспотребнадзора, является основным. Поэтому оценка вклада «аппаратурной» составляющей в дозы внешнего облучения населения на конкретных территориях и в стране в целом будет определяться именно структурой парка дозиметрического оборудования учреждений Роспотребнадзора.

Используя сведения о парке дозиметрического оборудования по таблице 1 и принимая для дозиметров разного типа указанные выше суммарные значения уровня собственного фона и отклика на космическое излучение, получена оценка вклада «аппаратурной» составляющей в дозы внешнего облучения населения в среднем по Российской Федерации, которая составила 345 мкЗв/год. Интересно, что эта оценка оказалась выше полученной в [3] всего на 15 мкЗв/год, или менее чем на 5%. Заметим, однако, что в [3] эта оценка была получена по результатам оценки структуры парка дозиметрического оборудования в учреждении

ях Роспотребнадзора по данным отчетных форм № 4-ДОЗ. По этим данным было получено, что для измерений мощности дозы гамма-излучения для целей ЕСКИД на разных территориях используются дозиметры 27 типов, из которых около 40% являются современными дозиметрами со сцинтилляционными детекторами, а остальные дозиметры имеют газоразрядные детекторы. Анализ реального парка дозиметров по всем субъектам Российской Федерации показал, что структура парка дозиметрического оборудования в учреждениях Роспотребнадзора существенно отличается от принятой для расчетов в [3].

Очевидно, что интересной является аналогичная оценка вклада «аппаратурной» составляющей в дозы внешнего облучения населения отдельных субъектов Российской Федерации с учетом структуры парка дозиметров конкретно для данной территории. Как указывалось в [3], для отдельных территорий оценки доз внешнего облучения по данным статистических форм № 4-ДОЗ (прямые измерения) и расчетов по результатам измерений эффективной удельной активности природных радионуклидов ($A_{эфф}$) в строительных материалах довольно сильно различаются.

Учитывая это, в таблице 2 приведены оценки доз внешнего облучения населения отдельных субъектов Российской Федерации, полученные по данным отчетных форм № 4-ДОЗ, по этим же данным с учетом реальной структуры парка дозиметрического оборудования в учреждении Роспотребнадзора на данной территории, а также расчетным методом по результатам определения $A_{эфф}$ в строительных материалах (см. табл. 2). Заметим, что субъекты Российской Федерации для выполнения этих оценок были выбраны случайным образом. Такие оценки для всех территорий будут выполнены в рамках поручения Роспотребнадзора (О состоянии радиационной безопасности населения при воздействии природных источников ионизирующего излучения: Письмо Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека от 30.09.2015 г. № 01/11821-15-32). После анализа этих данных будут обобщены предложения и рекомендации по оптимизации парка дозиметрического оборудования в лабораторной сети.

Анализ данных таблицы 2 показывает, что оценки доз внешнего облучения населения для всех перечисленных

Таблица 2

Оценка доз внешнего облучения населения по данным форм № 4-ДОЗ (по данным [3]), по этим же данным с учетом реального парка дозиметров в учреждениях Роспотребнадзора в отдельных субъектах Российской Федерации и расчетов по величине $A_{эфф}$ в строительных материалах (по данным [3])

[Table 2]

Assessment of external exposure doses of public according to the data from form № 4-DOZ [3], with regard of real equipment of Rospotrebnadzor bodies by the dosimeters in certain subjects of the Russian Federation and estimation in terms of A_{eff} in construction material [3]

Субъекты Российской Федерации [Subjects of the Russian Federation]	Годовая доза (мкЗв) по данным [Annual dose (μ Sv) according to]		
	Форм № 4-ДОЗ [Form № 4-DOZ]	Форм № 4-ДОЗ * [Form № 4-DOZ *]	Расчетов [Estimations]
Республика Ингушетия Respublika Ingushetiya	650	235	202
Пензенская область Penzenskaya oblast	720	376	116
Сахалинская область Sakhalinskaya oblast	610	285	261
Тамбовская область Tambovskaya oblast	640	295	189
Томская область Tomskaya oblast	650	245	315
Тюменская область Tyumenskaya oblast	600	205	282
Ульяновская область Ulyanovskaya oblast	590	210	172
Челябинская область Chelyabinskaya oblast	830	460	546
Забайкальский край Zabaykalskiy kray	1050	655	782
Еврейская АО Evreyskaya AO	830	460	593
Ханты-Мансийский АО Khanty-Mansiyskiy AO	600	250	244
Российская Федерация Rossiyskaya Federatsiya	663	318	389

* С учетом структуры парка дозиметров в учреждении Роспотребнадзора в данном субъекте Российской Федерации.
[* With regard of real equipment of Rospotrebnadzor bodies by the dosimeters in certain subject of the Russian Federation].

субъектов Российской Федерации, полученные с учетом структуры парка дозиметрического оборудования (вторая графа), значительно ближе к расчетным данным (третья графа), чем к оценке доз по результатам прямых измерений (первая графа). При этом оценка вклада «аппаратурной» составляющей в дозы внешнего облучения населения, полученная с учетом реальной структуры дозиметрического оборудования, для разных территорий составляет от 325 мкЗв/год (Сахалинская область) до 395 мкЗв/год (Челябинская область и Забайкальский край).

Как указано выше, оценка вклада «аппаратурной» составляющей в дозы внешнего облучения населения страны в целом составляет 345 мкЗв/год. С учетом этого, среднее значение годовой дозы внешнего облучения населения составляет около 355 мкЗв. Возможно, что эта оценка несколько занижена в силу двух основных причин. Во-первых, при анализе структуры парка дозиметрического оборудования из общего числа 3060 приборов в силу названных выше причин 637 единиц пришлось исключить. Во-вторых, данные о суммарных значениях уровня собственного фона и отклика на космическое излучение дозиметров получены на недостаточно большом количестве приборов и всего для нескольких типов (15 единиц 8 типов). Укажем, что только основной парк дозиметров, перечисленных в таблице 1, включает приборы 25 разных типов. Нам представляется, что для дозиметров с газоразрядными детекторами эта величина несколько завышена и требует более детального исследования, причем при планировании этих исследований важно обеспечить представительность выборки дозиметров по двум основным признакам: по их типу и срокам изготовления или ввода в эксплуатацию.

Заключение

Анализ структуры парка дозиметрического оборудования, применяемого организациями Роспотребнадзора для контроля доз внешнего облучения населения, показал, что из 3060 единиц более 83% приборов выпущены до 2010 г., а более трети (почти 35%) выпущены до 2000 г. Наибольшую часть парка оборудования учреждений Роспотребнадзора (около 81%) составляют дозиметры 25 типов, которые внесены в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений.

Из более чем 60 типов средств измерений, используемых учреждениями Роспотребнадзора для контроля мощности дозы гамма-излучения, на момент представления сведений истекшими оказались сроки действия свидетельств об утверждении типа 19 дозиметров разных производителей.

На долю всего четырех типов дозиметров (ДРГ-01Т1, МКС/СРП-08А, ДКС-АТ1123 и ДКС-96) приходится более половины всего парка дозиметрического оборудования учреждений Роспотребнадзора. Почти 97% используемых дозиметров этих четырех типов имеют действующие свидетельства о поверке.

Наиболее приемлемыми для оценки доз внешнего облучения населения в коммунальных условиях являются современные дозиметры со сцинтилляционными детекторами, для которых характерны наименьшие значения суммарного значения уровня собственного фона и от-

клика на космическое излучение. Для этих целей менее предпочтительными являются дозиметры со счетчиками Гейгера – Мюллера, для которых величина этой характеристики может достигать 0,05–0,075 мкЗв/ч, что сопоставимо с реальными уровнями мощности дозы гамма-излучения на большинстве территорий страны.

На большинстве территорий измерения мощности дозы гамма-излучения, по-видимому, выполняются без учета рекомендаций о необходимости вычитать из показаний дозиметров суммарное значение уровня собственного фона дозиметров и отклика на космическое излучение. Вследствие этого оценки доз внешнего облучения населения в коммунальных условиях оказываются завышенными. В зависимости от применяемых дозиметров вклад «аппаратурной» составляющей в оценку годовых эффективных доз внешнего облучения населения может достигать 400 мкЗв и более. Для того чтобы избежать такой «прибавки» к дозам внешнего облучения населения, необходимо строго соблюдать рекомендации по выполнению измерений мощности дозы гамма-излучения и по возможности для этих измерений использовать более современное дозиметрическое оборудование.

Для корректной оценки вклада «аппаратурной» составляющей в оценку годовых эффективных доз внешнего облучения населения страны необходимо выполнить исследования по определению уровня собственного фона и отклика на космическое излучение основных типов дозиметрического оборудования. Эти исследования следует провести на представительных выборках наиболее распространенных типов дозиметров.

По-видимому, было бы правильно, если определение суммарных значений уровня собственного фона и отклика на космическое излучение дозиметров выполнялось при утверждении типа средства измерения. Причем эту величину для дозиметров, предназначенных для измерений низких уровней мощности дозы фотонного излучения, следовало бы отнести к нормируемым метрологическим характеристикам средств измерений и определять ее при проведении государственных испытаний.

Литература

1. Стамат И.П. Система гигиенических требований по ограничению облучения населения Российской Федерации природными источниками излучения: автореф. дис. ... д-ра биол. наук: 05.26.02 / И. П. Стамат; Всерос. центр экстрен. и радиацион. медицины им.А.М.Никифорова. – СПб, 2012. – 47 с.
2. Источники и эффекты ионизирующего излучения. Отчет НКДАР ООН 2000 года Генеральной Ассамблее с научными приложениями: В 2 т. / Пер. с англ., под ред. Акад. РАМН Л.А.Ильина и проф. С.П. Ярмоненко – М.: РАДЭКОН, 2002. – Т. 1: Источники. – 308 с.
3. Стамат, И.П. К оценке достоверности определения доз внешнего терригенного облучения населения российской федерации в коммунальных условиях / И.П. Стамат [и др.] // Радиационная гигиена. – 2015. – Т. 8, № 3. – С. 33–46.
4. Григорьев, А.И. Проблемы вычитания фона при индивидуальном дозиметрическом контроле и радиационном контроле на открытой местности / А.И. Григорьев, Л.В. Панкратов // Радиационная гигиена. – 2011. – Т. 4, № 4. – С. 42–48.

Поступила: 25.04.2016

Стамат Иван Павлович – доктор биологических наук, заведующий лабораторией дозиметрии природных источников Санкт-Петербургского научно-исследовательского института радиационной гигиены имени профессора П.В. Рамзаева Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека. **Адрес для переписки:** 197101, Россия, Санкт-Петербург, ул. Мира, д. 8; e-mail: istamat@mail.ru.

Венков Владимир Алексеевич – кандидат геолого-минералогических наук, старший научный сотрудник лаборатории дозиметрии природных источников Санкт-Петербургского научно-исследовательского института радиационной гигиены имени профессора П.В. Рамзаева Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, Санкт-Петербург, Россия.

Тутельян Ольга Евгеньевна – кандидат медицинских наук, заведующая лабораторией радиационного контроля и физических факторов Федерального центра гигиены и эпидемиологии Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, Москва, Россия.

Кувшинников Сергей Иванович – эксперт-физик лаборатории радиационного контроля и физических факторов Федерального центра гигиены и эпидемиологии Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, Москва, Россия.

Горский Григорий Анатольевич – кандидат медицинских наук, доцент кафедры гигиены труда и радиационной гигиены Северо-Западного государственного медицинского университета им. И.И. Мечникова Министерства здравоохранения Российской Федерации, Санкт-Петербург, Россия

Для цитирования:

- **Стамат И.П., Венков В.А., Тутельян О.Е., Кувшинников С.И., Горский Г.А. Оценка доз внешнего облучения населения с учетом структуры аппаратного обеспечения для контроля мощности дозы фотонного излучения в организациях Роспотребнадзора // Радиационная гигиена. – 2016. – Т. 9, № 3. – С. 53–60. DOI: 10.21514/1998-426X-2016-9-3-53-60**

Assessment of population external irradiation doses with consideration of Rospotrebnadzor bodies equipment for monitoring of photon radiation dose

I.P. Stamat¹, V.A. Venkov¹, O.E. Tutelyan², S.I. Kuvshinnikov², G.A. Gorskiy³

¹ Saint-Petersburg Research Institute of Radiation Hygiene after Professor P.V. Ramzaev, Federal Service for Surveillance on Consumer Rights Protection and Human Well-Being, Saint-Petersburg, Russia

² Federal Center of Hygiene and Epidemiology, Federal Service for Surveillance on Consumer rights Protection and Human Well-Being, Moscow, Russia

³ North-Western State Medical University named after I.I. Mechnikov, of the Ministry of Health Care of the Russian Federation, Saint-Petersburg, Russia

Abstract

This paper provides review of equipment and methodology for measurement of photon radiation dose; analysis of possible reasons for considerable deviation between the Russian Federation population annual effective external irradiation doses and the relevant average global value. Data on Rospotrebnadzor bodies dosimetry equipment used for measurement of gamma radiation dose are collected and systematized. Over 60 kinds of dosimeters are used for monitoring of population external irradiation doses. Most of dosimeters used in the country have gas-discharge detectors (Geiger-Mueller counters, minor biochemical annunciators, etc.) which have higher total values of own background level and of space radiation response than the modern dosimeters with scintillation detectors. This feature of dosimeters is apparently one of most plausible reasons of a bit overstating assessment of population external irradiation doses. The options for specification of population external irradiation doses assessment are: correction of gamma radiation dose measurement results with consideration of dosimeters own background level and space radiation response, introduction of more up-to-date dosimeters with scintillation detectors, etc. The most promising direction of research in verification of population external irradiation doses assessment is account of dosimetry equipment.

Stamat Ivan P.

Saint-Petersburg Research Institute of Radiation Hygiene after Professor P.V. Ramzaev.

Address for correspondence: Mira St., 8, Saint-Petersburg, 197101, Russia; E-mail: istamat@mail.ru

Key words: *gamma radiation (photon radiation) dosimeter, population external irradiation doses, dosimeter own background level, dosimeter space radiation response, scintillation detector, gas-discharge detector, Geiger-Mueller counter.*

References

1. Stamat I.P. Hygienic requirements system for restriction of the Russian Federation population irradiation by natural radiation sources, Thesis abstract Dr.Sci.Biol.: 05.26.02, SPb, 2012, 47 p. (In Russ.)
2. Ionizing radiation sources and effects: UNSCEAR report of 2000 to the General Assembly with scientific appendices, Volume 1: Sources, Ed.: L.A.Ilin, S.P. Yarmonenko, M., RADECON, 2002, 308 p. (In Russ.)
3. Stamat I.P. Kononenko D.V., Kormanovskaya T.A., Koroleva N.A. On assessment of reliability of definition of external territorial irradiation doses in the Russian Federation population in municipal conditions. *Radiatsionnaya gigiena – Radiation Hygiene*, 2015, Vol. 8, No 3, pp. 33-46. (In Russ.)
4. Grigorev A.I. Pankratov L.V. Issues of background subtraction at individual radiation monitoring and radiation monitoring in the open areas. *Radiatsionnaya gigiena – Radiation Hygiene*, 2011, Vol. 4, No 4, pp. 42-48. (In Russ.)

Received: April 25, 2016

Stamat Ivan P. – Doctor of Biology, Head, Natural Sources Dosimetry Laboratory of Saint-Petersburg Research Institute of Radiation Hygiene after Professor P.V. Ramzaev, Federal Service for Surveillance on Consumer Rights Protection and Human Well-Being (Mira St., 8, Saint-Petersburg, 197101, Russia; E-mail: istamat@mail.ru) **For correspondence**

Venkov Vladimir A.I. – Candidate of Geology and Mineralogy, Senior Researcher, Natural Sources Dosimetry Laboratory of Saint-Petersburg Research Institute of Radiation Hygiene after Professor P.V. Ramzaev, Federal Service for Surveillance on Consumer Rights Protection and Human Well-Being, Saint-Petersburg, Russia

Tutelyan Olga Ev. – Candidate of Medical Sciences, Head, Radiation Monitoring and Physical Factors Laboratory of Federal Center of Hygiene and Epidemiology, Federal Service for Surveillance on Consumer rights Protection and Human Well-Being, Moscow, Russia

Kuvshinnikov Sergey Iv. – Expert – Physicist of Radiation Monitoring and Physical Factors, Laboratory of Federal Center of Hygiene and Epidemiology, Federal Service for Surveillance on Consumer rights Protection and Human Well-Being, Moscow, Russia

Gorskiy Grigoriy An. – Candidate of Medical Sciences, Associate Professor, Chair of Factory Hygiene and Radiation Hygiene of North-Western State Medical University named after I.I. Mechnikov, of the Ministry of Health Care of the Russian Federation, Saint-Petersburg, Russia

For citation:

- **Stamat I.P., Venkov V.A., Tutelyan O.E., Kuvshinnikov S.I., Gorskiy G.A. Assessment of population external irradiation doses with consideration of Rospotrebnadzor bodies equipment for monitoring of photon radiation dose. *Radiatsionnaya gigiena – Radiation Hygiene*, 2016, Vol.9, No 3, pp. 53–60. DOI: 10.21514/1998-426X-2016-9-3-53-60**