

МАССОВАЯ ДОЗИМЕТРИЯ В 21 ВЕКЕ. ПРОСТЕЙШИЕ УСТРОЙСТВ ДЛЯ ДОЗИМЕТРИЧЕСКОГО КОНТРОЛЯ, ДОСТУПНЫЕ ШИРОКИМ СЛОЯМ НАСЕЛЕНИЯ. РЫНОК, РЕШЕНИЯ, ВОЗМОЖНОСТИ

Бесараб Сергей Васильевич, *независимый исследователь (радиационная безопасность и средства индивидуальной защиты);*

Воробьёв Денис Владимирович, *подполковник, старший преподаватель кафедры (дисциплин обеспечения) ГУО «Институт пограничной службы»*

В СССР тема радиации, и как следствие, тема дозиметрии находилась под контролем государства, под запретом находилась даже публикация любительских схем дозиметрического оборудования в открытых журналах. После аварии на Чернобыльской АЭС ситуация постепенно изменилась, так как все без исключения видели, что оборудования для радиационного мониторинга катастрофически не хватает. Первой схемой «массового самодельного дозиметра» можно считать схему, опубликованную Ю. Виноградовым в 1990 году [1]. Благодаря тому, что с радиационной темы был снят гриф секретности, в период 1990-2000 годов на рынке появилось огромное количество бытовых дозиметров-сигнализаторов. Общей чертой для них было использование одного счетчика (типа СБМ-20), зачастую со встроенным несъемным энергокомпенсирующим экраном. Таким прибором можно было определить радиоактивный предмет и очень приблизительно оценить уровень его радиоактивности. Простые сигнализаторы выпускали и крупные заводы радиоэлектронной аппаратуры, и военные предприятия, работающие по конверсии и даже малоизвестные кооперативы.

Наиболее популярной и дешевой вариацией «схемы Виноградова» можно считать дозиметр типа «Мастер», который был разработан под руководством А.А. Антоновского. Проект являлся победителем конкурса, объявленного Министерством промышленности СССР на «экспресс-дозиметр», и в дальнейшем устройство с небольшими вариациями производилось на пяти заводах СССР (в Минске — НПО «Горизонт»). Было выпущено более миллиона штук этих простых дозиметров, которые даже поставлялись за рубеж, где назывались *personal dose meter PDM-2* [2].

По прошествии 35 лет после аварии ситуация на рынке гражданской дозиметрии сильно не изменилась. Несмотря на бурный рост системотехники на протяжении последних десятилетий, с точки зрения детекции ионизирующих излучений кардинальных «революционных» скачков не произошло. Основным элементом любого дозиметра все так же является детектор Гейгера [3]. Этот

детектор, впервые предложенный в 1908 году немецким физиком Хансом Гейгером, является продолжением ионизационной камеры, с которой работал еще Пьер Кюри, и представляет собой электрический конденсатор, наполненный газом при небольшом давлении. В 1928 году Вальтер Мюллер, под руководством Гейгера, разработал несколько типов детекторов радиации, предназначенных для регистрации различных ионизирующих частиц, один из них — трубчатый счетчик Гейгера-Мюллера на сегодняшний день является самым распространенным в мире сенсором радиации. И стоит отметить, что в 21 веке в нише доступной дозиметрии альтернативы трубкам Гейгера-Мюллера до сих пор нет.

Из-за доступности информации и исследований, связанных с воздействием радиации на организм многие жители крупных городов, понимая всю важность своевременного определения «горячих» объектов готовы покупать оборудование, выходящее по своей стоимости за рамки «доступного дозиметра». Популярным решением для таких людей является использование компактных дозиметров использующих в качестве датчиков — сцинтилляторы на кристаллах NaI/CsI. Ранее такое оборудование было доступно только в геологических партиях и организациях, работающих с радиоактивными материалами. Самые известные профессиональные сцинтилляционные дозиметры — это редкий геологоразведочный дозиметр СРП-2 или семейство дозиметров СРП-68, сейчас достаточно широко представленное на вторичном рынке. Стоит отметить, что сравнимую со сцинтилляторами оперативность детектирования могут предоставлять и некоторые дозиметры с четырьмя цилиндрическими счетчиками Гейгера-Мюллера, например, РКСБ-104, Припять, Анри-Сосна, ЭКО-1М, ИРД-02Б.

С целью удешевления стоимости приборов многие производители пытались перейти от использования счетчиков Гейгера к использованию т.н. pin-диодов [4]. Но из-за низкой чувствительности, не подходящей к задачам, с которыми может встретиться рядовой житель города, устройства до сих пор не получили широкого распространения. Типичным примером такого устройства может служить японский дозиметр *Air Counter S* [5], где в качестве датчиков применены малочувствительные pin-диоды. Дозиметр чувствителен только к гамма-излучению высоких энергий и обладает низким пределом измерений в 1000 мкР/ч. Похожими свойствами обладает и дозиметр *Smart geiger* [6] в форме подключаемого к телефону брелка. Устройство обладает крайне низкой чувствительностью, огромной инерционностью и временем измерения. В целом можно смело утверждать, что комбинация «схемы Виноградова» и вычислительной мощности современного ПК или даже смартфона может дать в чистом итоге возможности мониторинга ничуть не хуже тех, которые предоставляют устройства на pin-диодах. Но самостоятельное изготовление такого устройства обойдется в разы дешевле [3].

Отдельно можно упомянуть различные любительские конструкции, например электростатический измеритель радиоактивности Кирни (ИРК) (англ. *Kearny fallout meter* (KFM) схема которого широко известна за океаном [7]. Это устройство по своему функционалу дублирует дозиметры типа ИД-1, но в отличие от последнего не требует специального устройства для считывания показаний. Хотя для радиационного мониторинга такие устройства не подходят из-за своего диапазона измерений, начинающегося с миллирентген/час (в противоположность «чернобыльским» дозиметрам с диапазоном в микрорентген/час).

Важным отличием радиационной обстановки на территориях, пострадавших от аварии на ЧАЭС является то, что за 35 лет прошло по одному циклу полураспада цезия ^{137}Cs и ^{90}Sr стронция, гамма-излучающих изотопов, на долю которых приходилась большая часть формируемой в конце 80-х мощности дозы. Но со временем растет вклад в формирование мощности дозы за счет такого изотопа как ^{241}Am америций, который образуется в результате радиоактивного распада плутония ^{241}Pu и является альфа-излучателем. К детектированию альфа-загрязнения ни гражданское население, но большая часть государственных органов, ответственных за радиационный мониторинг загрязненных территорий, не готовы. До сих пор даже не существует нормативных актов, в которых были бы указаны предельные норма загрязнения америцием. Особенно важен факт контроля за уровнем альфа-излучающих изотопов в связи с вводом в хозяйственный оборот ранее не используемых территорий (изъятых из оборота после аварии), в том числе лесных угодий. С этим вопросом связан и вопрос контроля объемной активности радионуклидов в продуктах питания. Стоит отметить, что гражданский рынок дозиметров, способных к определению альфа-частиц, и тем более объемной активности радионуклидов, крайне ограничен. Техническими возможностями для детектирования обладают только дозиметры с торцевыми слюдяными счетчиками Гейгера-Мюллера и отечественный рынок таких устройств представлен всего лишь тремя моделями.

По прошествии 35 лет после Чернобыльской аварии ситуация с гражданским мониторингом радиоактивности все еще оставляет желать лучшего. Мы все еще очень далеко от необходимого уровня. Дозиметр в каждой семье – это пока еще роскошь. На сегодняшний день для гражданского мониторинга целесообразно либо использовать относительно дорогие дозиметры на торцевых слюдяных счетчиках, выпускаемые российской промышленностью, либо искать на вторичном рынке профессиональные дозиметры, выпущенные во времена СССР. Хотя для простейшего качественного контроля за радиоактивной ситуацией (гамма-фон) вполне можно обойтись самодельными устройствами с использованием комбинации цилиндрического счетчика Гейгера-Мюллера и любого устройства для обработки информации (ПК/смартфон).

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Виноградов, Ю. Дозиметр сделаем сами /Ю. Виноградов//Аргументы и факты. Из писем читателей. – 1990.- №10. - 9 марта.-с.3
2. Бесараб, С. Дозиметр для Серёжи. Часть I. Polimaster — Охотники за нуклидом [Электронный ресурс]. / С. Бесараб Habr.com [сайт]. [2015]. – Режим доступа : <https://habr.com/ru/post/467661/> (дата обращения: 27.09.2020)
3. Бесараб, С. Дозиметр для Серёжи. Часть II. «столетние трубки» vs мирный атом [Электронный ресурс]. / С. Бесараб Habr.com [сайт]. [2015]. – Режим доступа : <https://habr.com/ru/post/461107/> (дата обращения: 27.09.2020)
4. Kannan, S Applications of silicon PIN diode radiation detectors/S.Kannan/ India: Bhabha Atomic Research Centre. - 2005.
5. Air Counter S Geiger Radiation Meter [Электронный ресурс]. / Japan Trend Shop [сайт]. [2015]. – Режим доступа: <https://www.japantrendshop.com/air-counter-s-geiger-radiation-meter-p-1353.html> (дата обращения: 27.09.2020)
6. Smart Geiger (FSG-001) [Электронный ресурс]. / SmartFTlab [сайт]. [2015]. – Режим доступа: <http://allsmartlab.com/eng/smart-geiger> (дата обращения: 27.09.2020)
7. Бесараб, С. Дозиметр для Серёжи. Часть III. Народный радиометр [Электронный ресурс]. / С. Бесараб Habr.com [сайт]. [2015]. – Режим доступа: <https://habr.com/ru/post/471236/> (дата обращения: 27.09.2020)