

# Температурні та радіаційні вимірювання

УДК 621.039

О.Э. Богомолова, Б.В. Гринев, А.И. Иванов, В.Р. Любинский, Н.И. Молчанова

*Институт сцинтилляционных материалов НАН Украины, Харьков, Украина*

## **ПОРТАЛЬНЫЕ МОНИТОРЫ: СОЗДАНИЕ, РАЗРАБОТКА НОРМАТИВНОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ И РОЛЬ В ОБЕСПЕЧЕНИИ РАДИАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ НАСЕЛЕНИЯ**

*Наиболее эффективным средством борьбы с радиационным терроризмом и неумышленным радиационным загрязнением является радиационный контроль. Радиационный контроль позволяет защитить людей от воздействия радиации, обусловленной как естественным радиационным фоном, так и возможными противоправными действиями. Портальные мониторы являются одним из основных средств радиационного контроля. Эти мониторы позволяют определять нелегально провозимые радиоактивные материалы, отделяя их от природных и медицинских изотопов. Одновременно с созданием портальных мониторов идет разработка нормативной документации к ним. Гармонизация и введение в действие в Украине стандартов на портальные мониторы позволит выпускать их на уровне международных стандартов и повысить надежность получаемых результатов при их использовании.*

**Ключевые слова:** радиационный контроль, портальный монитор, нейтронное излучение, гамма-излучение, радиоактивный материал.

### **Введение**

Одним из побочных эффектов процесса ядерного разоружения является растущий страх по поводу того, что радиоактивные материалы оружейного качества из растущих на складах запасов могут попасть в руки радикально настроенных государств или поддерживаемых ими террористических группировок. Экономическая нестабильность в сочетании с огромным запасом ядерных материалов вносит дополнительный вклад в беспокойство мирового сообщества. В связи с подписанием весной 1995 года договора о нераспространении ядерных материалов и технологий во всем мире все больше внимания уделяется вопросу обеспечения безопасности. Ответственность за безопасность ядерных материалов ложится на все государства, обладающие ядерными технологиями. Во всем мире в странах, обладающих ядерной энергией и способных производить ядерное оружие, имеются огромные запасы радиоактивных материалов. Соединенные Штаты, Россия, Великобритания, Франция, Китай и ряд других стран должны защитить имеющиеся у них в распоряжении ядерные материалы от диверсий, возможных в процессе производства топлива и оружия, а также предотвратить несанкционированный вывоз с их территории ядерных и радиоактивных материалов.

Наиболее эффективным средством борьбы с радиационным терроризмом и неумышленным ра-

диационным загрязнением является радиационный контроль. Он включает в себя: контроль за несанкционированным перемещением (ввоз, вывоз) ядерных и радиоактивных материалов; контроль радиационной обстановки в зоне размещения ядерных объектов; идентификация обнаруженной радиоактивности; оценка радиационной опасности перевозимых грузов; таможенный и пограничный контроль; контроль транспорта, пассажиров и багажа; контроль персонала ядерно-энергетических объектов; контроль сырья, металлолома и стройматериалов; защита важных государственных и иных объектов от угроз ядерного терроризма. Целью радиационного контроля является защита людей от воздействия радиации, обусловленной как естественным радиационным фоном, так и радиоактивным загрязнением окружающей среды и возможными противоправными действиями.

Приборные средства радиационного контроля, позволяющие решать рассмотренные выше задачи, можно условно разделить на:

- индикаторы ионизирующего излучения;
- индивидуальные дозиметры;
- стационарные радиационные мониторы;
- ручные радиационные мониторы.

### **Основная часть**

Производство и установка стационарных радиационных мониторов за рубежом началась в 90-х годах прошлого столетия. Эти системы изначально

были предназначены для выявления специальных ядерных материалов на выходах с ядерных объектов, а также для мониторинга радионуклидов, которые могли случайно попасть в металлолом и отходы. Подобные системы устанавливались по всему миру для контроля предприятий по переработке отходов и на других объектах, там, где проводятся работы с радиоактивными изотопами. Использование этих систем, основанных на счетном режиме, позволяло качественно определять наличие ядерных материалов.

В связи с ростом угрозы терроризма с применением радиационного оружия, международные организации коллективно приступили к разработке новых требований к мониторингу границ на предмет несанкционированного перемещения делящихся и радиоактивных материалов. Проверке подлежат пешеходы, личные автомобили, грузовики, морские и авиационные контейнеры, железнодорожный транспорт. Для удовлетворения новых требований проводится разработка портальных мониторов нового поколения основанных на спектроскопии, которые должны не только определять виды излучений, а также разделять их, идентифицировать и количественно оценивать. Это позволяет определять нелегально провозимые радиоактивные материалы, отделяя их от природных и медицинских изотопов.

Современные портальные мониторы для пресечения нелегального перемещения ядерных материалов и прочих радионуклидов. Должны обеспечивать регистрацию как нейтронного, так и гамма-излучения. Несмотря на то, что в большинстве последних международных стандартов имеется требование о регистрации как нейтронного, так и гамма-излучения, предлагаются модели с детекторами только гамма-излучения. Однако, полагаться при контроле за возможными нарушениями соглашения о нераспространении ядерных материалов только на один метод измерения – не наилучшее решение, так как любая технология имеет свои ограничения и может не дать положительного результата. Применение комбинации гамма- и нейтронных датчиков в порталах позволяет зарегистрировать радиоактивный материал даже в том случае, если он защищен материалом с высоким атомным номером, например, свинцом. Такая комбинация весьма эффективна как для транспортных, так и для пешеходных порталов. Пешеходные порталы в сочетании с металлоискателями, также позволяют выявлять защищенные радиоактивные материалы, регистрируя подозрительные металлические контейнеры, которые могут быть использованы для защиты радиоактивных материалов. В случае применения защиты, радиоактивный материал можно выявить и по гамма-составляющей.

Одновременно с созданием таких систем радиационного контроля идет разработка соответст-

вующей нормативной документации к ним. В данном случае разработка международных стандартов на спектрометрические портальные мониторы предшествует их разработке и постановке на производство. Таким образом, фактически эти международные стандарты являются техническим заданием для разработчиков таких портальных мониторов. В этом году заканчивается выпуск серии международных стандартов ИЕС на портальные мониторы. Разработка этих документов в ИЕС проводится экспертами со всего мира, которым нужны эти стандарты и которые в дальнейшем будут их использовать, т.к. радиационный терроризм – это общемировая проблема. Вхождение Украины в ВТО обязывает нас руководствоваться международными требованиями по борьбе с терроризмом.

На базе нашего института сцинтилляционных материалов действует технический комитет по стандартизации ТК 99, который ведет в Украине работу по той же тематике, что и международный ТК ИЕС 45 и мы являемся активными его членами. Поэтому когда представители США выступили с предложением в ТК ИЕС 45 о разработке международного стандарта ИЕС 62484 на портальные мониторы, наши эксперты приняли самое активное участие в этой работе. Нами было дано наибольшее количество замечаний, предложений и уточнений, как в технической, так и в организационной части, при разработке этого документа.

Основные требования к спектрометрическим портальным мониторам изложены в международном стандарте ИЕС 62484. Это требования как к конструкции монитора, так и к параметрам порталов, их устойчивости к воздействию климатических и механических факторов, а также методы испытаний.

С учетом всех требований этого стандарта в нашем институте проведена разработка спектрометрического портала. (рис. 1).

Уникальная концепция спектрометрического портала заключается в том, что каждый блок детектирования, входящий в состав этого портала, представляет собой отдельный модуль с оптимальной чувствительностью к нейтронному и к гамма-излучению. Детекторные модули соединяются между собой в конфигурации, необходимые для обеспечения требуемой геометрической эффективности. Таким образом обеспечивается универсальность системы, различное количество панелей которой может быть расположено так, чтобы обеспечить максимальную чувствительность для конкретной счетной геометрии. Каждый из модулей называется радиационно-чувствительной панелью (РЧП). Благодаря простоте такой конструкции удается создать надежную, достоверную и универсальную систему для решения самых разнообразных задач. Система состоит из одной или более панелей РЧП, блока

управления, датчиков занятости, сигнальной панели и компьютера. Панели РЧП устанавливаются в различных положениях и в разных количествах для обеспечения необходимой чувствительности и эффективности для конкретной задачи. Для организации пешеходной системы высотой 2 метра устанавливают 2 панели на расстоянии 1 м друг от друга, для автомобильной системы высотой 4 м устанавли-

вают 4 панели на расстоянии 4,6 м друг от друга, для железнодорожной системы высотой 5 метров используют до 16 панелей на расстоянии 6,2 м друг от друга (рис. 1). Если горизонтальная чувствительность важнее вертикальной, панели можно устанавливать горизонтально. Системы прошли испытания на устойчивость к различным погодным условиям и стихийным бедствиям.

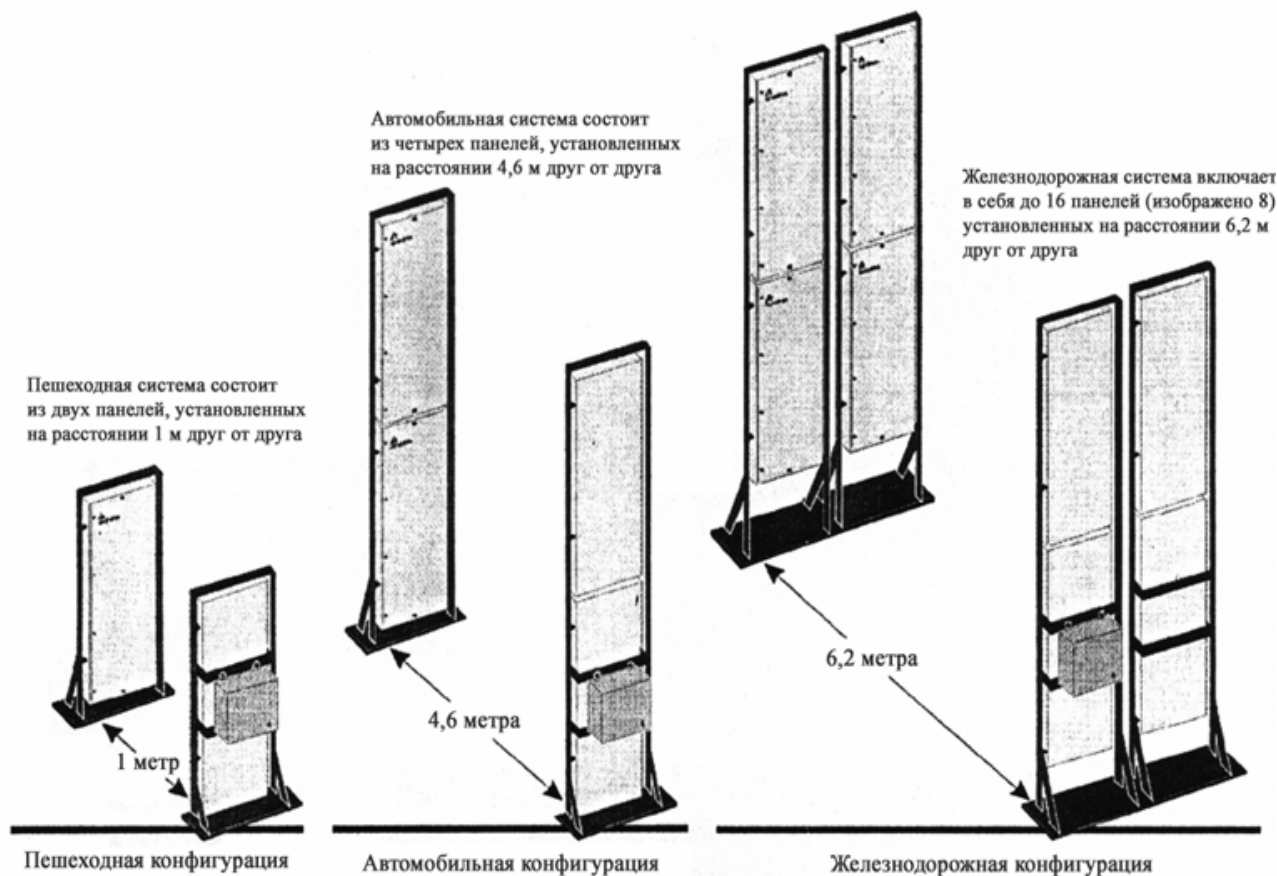


Рис. 1. Спектрометрический порталный монитор

В пешеходных и транспортных мониторах применяются одинаковые методы регистрации, набора и обработки. Для выявления радиоактивного материала монитор регистрирует повышение интенсивности излучения, сравнивая измеренную величину с порогом, полученным на основании измерений уровня фона при незанятом мониторе. Вероятность ложного срабатывания системы прямо пропорциональна ее чувствительности, поэтому для достижения необходимых параметров система должна быть тщательно сконструирована, собрана и настроена.

Универсальность конструкции панелей РЧП позволяет построить систему, удовлетворяющую самым разнообразным требованиям по чувствительности. Геометрическая чувствительность обеспечивается за счет добавления или снятия панелей. Абсолютная чувствительность по гамма-излучению регулируется количеством гамма-детекторов и объемом используемого в них сцинтилляционного ма-

териала, по нейтронному излучению количеством пропорциональных  $^3\text{He}$  счетчиков и/или рабочим давлением в них. В результате рабочие характеристики панелей и системы в целом можно настроить в соответствии с требованиями стандартов.

Факторами, влияющими на параметры работы монитора, являются изотопный состав, химическая структура, размер частиц радиоактивного материала, уровень окружающего фона, шумы электроники, расстояние между детекторами, тип, количество и размер детекторов, а также скорость перемещения (для мониторов, работающих в режиме перемещения).

Блок управления может быть закреплен на задней стенке первой панели или установлен на расстоянии до 100 м от нее. Блок управления обеспечивает питание постоянным током и связь для каждой из панелей. Блок управления обрабатывает все гамма/нейтронные события, хранит данные трево-

ги/занятости и осуществляет связь с внешними устройствами через интерфейсы.

Для детектирования наличия объекта используются высокоактивные инфракрасные, а также индуктивные датчики присутствия. Они являются безошибочными устройствами детектирования присутствия объекта и скорости его перемещения. Инфракрасные датчики используются в пешеходных порталах, индуктивные в порталах для транспорта.

Сигналы тревоги выдаются несколькими способами. Основным устройством является дистанционная сигнальная панель, которая может подключаться непосредственно к порталу или на расстоянии 100 м от него. На панели установлены светодиодные индикаторы, кнопки и «программируемый» громкоговоритель.

Все основные настройки, включая калибровку и тестирование, можно осуществить через блок управления, подключив к его портам переносной компьютер. Все параметры портального монитора можно посмотреть, сохранить в файл и обработать на компьютере, подключенном к блоку управления.

К особенностям портальных систем можно отнести также низкую частоту ложных срабатываний, непрерывный мониторинг уровня фона для снижения влияния на чувствительность, алгоритмы поправки на скорость, возможность подключения других устройств для вывода сигналов тревоги, возможность интеграции с охранными камерами.

Разработка и создание этих портальных мониторов проводились с учетом Норм Радиационной Безопасности и требований МАГАТЭ.

## Выводы

Таким образом, подводя итог всему вышесказанному, мы видим, что у стационарных портальных систем радиационного контроля большое будущее.

Разрабатывая и совершенствуя портальные мониторы, мы делаем еще один шаг в сторону обеспечения радиационной защиты населения, решения проблем нераспространения ядерных и радиоактивных материалов и охраны окружающей среды.

А дальнейшая гармонизация и введение в действие в Украине стандартов на портальные мониторы позволит выпускать их на уровне международных стандартов и повысить надежность получаемых результатов при их использовании.

## Список литературы

1. American Society for Testing and Materials, Standards C993-92, C1112-93, C1236-93.
2. United States Bureau of Customs and Border Protection, "Specifications for Radiation Portal Monitor System", prepared by Pacific Northwest National Laboratory, Revision 6.7.25 – June 2003.
3. IEC 62484:2010 Radiation protection instrumentation – Spectroscopy-based portal monitors used for the detection and identification of illicit trafficking of radioactive material.

Поступила в редколлегию 22.08.2011

**Рецензент:** д-р техн. наук, проф. С.И. Кондрашов, Национальный технический университет «ХПИ», Харьков, Украина.

## ПОРТАЛЬНІ МОНІТОРИ: СТВОРЕННЯ, РОЗРОБКА НОРМАТИВНОЇ ДОКУМЕНТАЦІЇ ТА ЇХ РОЛЬ У ЗАБЕЗПЕЧЕННІ БЕЗПЕКИ НАСЕЛЕННЯ

О.Е. Богомолова, Б.В. Гриньов, О.І. Иванов, В.Р. Любинський, Н.І. Молчанова.

*Найбільш ефективним засобом боротьби з радіаційним тероризмом і ненавмисним радіаційним забрудненням є радіаційний контроль. Радіаційний контроль дозволяє захистити людей від впливу радіації, обумовленої як природним радіаційним фоном, так і можливими протиправними діями. Портальні монітори є одним з основних засобів радіаційного контролю. Ці монітори дають змогу знаходити радіоактивні матеріали, призначені для нелегального перевезення, відокремлюючи їх від природних і медичних ізотопів. Водночас із створенням портальних моніторів проходить і розробка їх нормативної документації. Гармонізація і введення у дію в Україні стандартів на портальні монітори дасть змогу випускати їх на рівні міжнародних стандартів і підвищити надійність отримуваних результатів за їх використання.*

**Ключові слова:** радіаційний контроль, портальний монітор, нейтронне випромінювання, гамма-випромінювання, радіоактивний матеріал.

## PORTAL MONITORS: CREATION, DEVELOPMENT OF NORMATIVE DOCUMENTATION AND A ROLE IN PROVIDING OF THE POPULATION RADIATION SAFETY

O.E. Bogomolova, B.V. Gryniov, A.I. Ivanov, V.R. Lyubynskiy, N.I. Molchanova

*Radiation monitoring control is the most effective means of struggle against radiation terrorism and unintentional radiation contamination. The radiation control allows to protect people from radiation influence caused both by the natural radiation background and by the possible illegal actions. Portal monitors are one of the main means of the radiation control. This monitors make it possible to identify radioactive materials, which are being conveyed illegally, by distinguishing them from natural and medical isotopes. Working out of normative documentation goes along with the portal monitors development. Harmonization and implementation of portal monitors standards in Ukraine will allow us to improve the manufacturing process of those up to international standards and to enhance the accuracy of results obtained during their operation.*

**Keywords:** radiation control, portal monitors, neutron radiation, gamma-radiation, radioactive material.