

Мобильные системы радиационного сканирования

Е. В. Быстров, В. А. Кожемякин, С. В. Прибылев

Научно-производственное унитарное предприятие «АТОМТЕХ», Минск, Республика Беларусь
info@atomtex.com

Аннотация. В докладе рассматриваются мобильные системы радиационного сканирования, которые могут быть эффективно применены Федеральной таможенной службой РФ с целью радиационного контроля транспорта, грузов и людей на границе. Представлены отличительные особенности использования таких систем.

Ключевые слова: радиационный контроль; мобильные системы радиационного сканирования; спектрометр; радиационный монитор

I. ВВЕДЕНИЕ

Радиационный контроль на границе, в зонах таможенного контроля, на складах временного хранения может быть эффективно расширен путем использования мобильных систем радиационного сканирования. Такие системы могут размещаться в автомобильном транспорте, на теле человека или на беспилотном летательном аппарате. Системы могут быть высокочувствительными к гамма- и нейтронному излучению, а также обладать возможностью идентификации радиоизотопного состава. Задачи таких систем:

- подтверждение факта обнаружения источника радиоактивного излучения радиационным портальным монитором;
- обнаружение и локализация источника излучения, идентификация радиоизотопного состава в труднодоступных местах или территориях большой площади, где отсутствуют стационарные системы обнаружения источника излучения, а ручными приборами работать неэффективно, например, склады временного хранения, досмотровые площадки, очереди, железнодорожные составы и т. д.

II. МОБИЛЬНЫЙ КОМПЛЕКС РАДИАЦИОННОГО СКАНИРОВАНИЯ МКС-АТ6103

Мобильный комплекс радиационного сканирования МКС-АТ6103 представляет собой высокочувствительную систему для мобильного радиационного контроля, блоки детектирования которой размещены в защищенных пластиковых кейсах (рис. 1).



Рис. 1. МКС-АТ6103

Комплекс легко масштабируется в полевых условиях по чувствительности и диапазону измерения мощности дозы. В один комплекс может входить до 18 различных блоков детектирования гамма-излучения, отличающихся чувствительностью, диапазоном измерения мощности дозы, размером и массой, а также блоки детектирования нейтронного излучения.

Взаимодействие с комплексом происходит посредством защищенного планшетного ПК со специальным программным обеспечением, которое обеспечивает все функции комплекса, включая привязку на местности и сохранение всех измеренных данных для последующего анализа в программном обеспечении «GARM» (рис. 2).

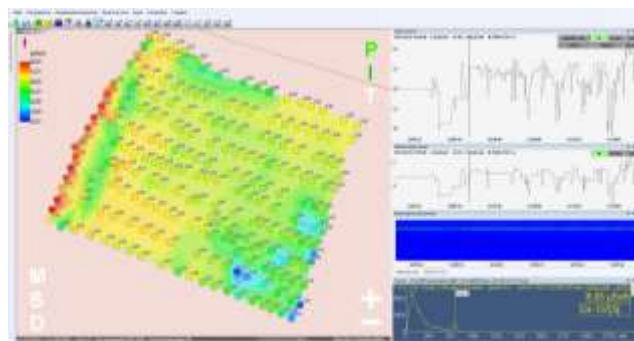


Рис. 2. ПО «GARM»

При размещении в автомобиле или специальном транспорте комплекс позволяет оперативно подтвердить факт обнаружения источника гамма- и нейтронного излучения радиационным порталным монитором, а также провести дополнительное радиационное сканирование груза или транспорта на досмотровых площадках.

Согласно государственным стандартам и рекомендациям Международного агентства по атомной энергии для радиационного контроля в пунктах пропуска, с целью подтверждения факта обнаружения источника излучения радиационным порталным монитором, применяется носимый радиационный монитор [1, 2]. При массе в 2 кг его чувствительность составляет 1000 имп/с на 1 мкЗв/ч по ^{137}Cs . При массе в 3 кг его чувствительность уже составляет 2000 имп/с на 1 мкЗв/ч по ^{137}Cs . Процедура подтверждения подразумевает перемещение прибора руками вдоль поверхности транспортного средства или груза для нахождения точки максимальной интенсивности излучения и измерения спектра за время порядка двух минут. Прodelать эту операцию для контейнеров высотой 3 метра будет крайне неудобно.

Может быть предложен альтернативный подход, основанный на использовании мобильного комплекса радиационного сканирования МКС-АТ6103.

Два комплекса могут быть размещены в транспортном средстве таким образом, чтобы создать «стену» из 18 блоков детектирования гамма-излучения с детекторами NaI(Tl) объемом 2 литра каждый с одной стороны и «стену» из 18 блоков детектирования нейтронного излучения с другой стороны. Общая масса комплексов составит менее 490 кг. Чувствительность к гамма-излучению достигнет 540000 имп/с на 1 мкЗв/ч по ^{137}Cs , что в 540 раз больше чем у стандартного носимого радиационного монитора. Чувствительность к нейтронному излучению будет больше в 200 раз. Достаточно будет подъехать к контролируемому объекту вплотную и выполнить сканирование. При столь высокой чувствительности подтверждение обнаружения и идентификация радиоизотопного состава источника излучения произойдет за секунды. Два автомобиля с комплексами МКС-АТ6103 могут образовывать оперативный радиационный порталный монитор для контроля транспорта, грузов и людей.

III. СПЕКТРОМЕТР МКС-АТ6101С

Размещаемый в рюкзаке и перемещаемый человеком, спектрометр МКС-АТ6101С совмещает в себе удобство работы и высокую чувствительность для носимого прибора (рис. 3).



Рис. 3. МКС-АТ6101С

В состав входят один или два спектрометрических блока детектирования гамма-излучения с детекторами NaI(Tl) Ø63x63 мм и один блок детектирования нейтронного излучения с двумя счетчиками Гелий-3 в замедлителе. В зависимости от комплектации масса спектрометра может составлять от 3 до 7 кг, а чувствительность к гамма-излучению от 2200 до 4400 имп/с на 1 мкЗв/ч по ^{137}Cs . Чувствительность спектрометра МКС-АТ6101С к нейтронному излучению примерно в 16 раз выше чем у носимого радиационного монитора.

Спектрометр может использоваться для подтверждения факта обнаружения источника гамма- и нейтронного излучения радиационным порталным монитором в легковом транспорте, грузах и объектах высотой до 2 метров. Функции спектрометра: измерение мощности дозы гамма-излучения, поиск, локализация и идентификация радиоизотопного состава источника радиоактивного излучения.

Спектрометр работает в автоматическом режиме. Задача оператора спектрометра состоит в том, чтобы поднести его к объекту контроля и реагировать в соответствии с сообщениями спектрометра. Взаимодействие со спектрометром происходит через защищенный смартфон по беспроводному интерфейсу и через беспроводную гарнитуру. Изменения радиационной обстановки и события подтверждаются звуковыми и голосовыми сообщениями. Имеется возможность выбора одного из четырех языков. Использование беспроводной гарнитуры, обеспечивает оператору свободные руки.

Все измеренные данные с привязкой на местности сохраняются для последующего анализа в ПО «GARM». Данные могут быть удаленно переданы на сервер в реальном времени через сеть Интернет.

IV. РАДИАЦИОННЫЙ МОНИТОР РМГ-АТ2000

Широкое распространение беспилотных летательных аппаратов дает возможность использовать их для радиационного контроля с воздуха [3]. Радиационный монитор РМГ-АТ2000 был специально разработан для этой цели. В состав РМГ-АТ2000 входят высокочувствительный дозиметрический блок детектирования гамма-излучения с детектором NaI(Tl) Ø63x63 мм с диапазоном измерения мощности дозы от 30 нЗв/ч до 100 мкЗв/ч и дозиметрический блок детектирования с детектором из сцинтилляционной тканезквивалентной пластмассы Ø30x15 мм с диапазоном измерения мощности дозы от 50 нЗв/ч до 10 Зв/ч.

Была проведена интеграция монитора РМГ-АТ2000 с бортовым оборудованием беспилотного летательного аппарата (БЛА) «Электрон-7» разработки и производства компании «ЮВР» (рис. 4) [4].

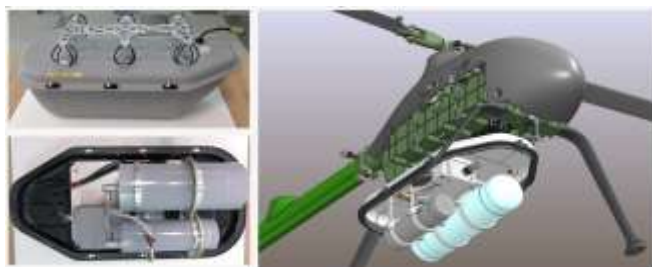


Рис. 4. РМГ-АТ2000 и Электрон-7

Для управления БЛА используется переносной компьютер и антенна. Существует возможность ручного управления БЛА и выполнение заранее созданного полетного задания в автоматическом режиме. Данные можно передавать на компьютер в реальном времени.

Визуализация и постобработка данных РМГ-АТ2000 выполняется в ПО «ДАРК» (рис. 5).

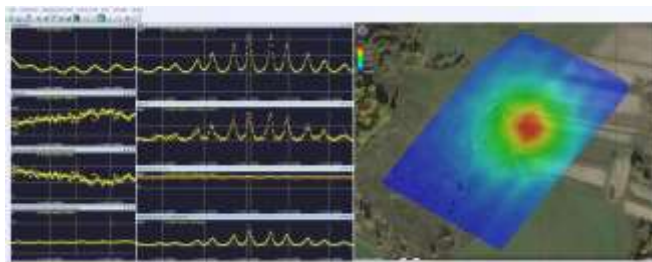


Рис. 5. ПО «ДАРК». Обнаружение точечного источника излучения.

Возможность дистанционного радиационного контроля с воздуха контейнеров на складах временного хранения, транспорта в очередях, и железнодорожных составов может значительно расширить возможности по обнаружению источников гамма-излучения, учитывая, что радиационные портальные мониторы в подавляющем большинстве своем не регистрируют излучение сверху объекта контроля.

V. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Мобильные системы радиационного сканирования являются современными средствами измерения, сочетающими в себе высокую чувствительность, многофункциональность и надежность. Они могут повысить эффективность таможенного контроля за делящимися и радиоактивными материалами ФТС России.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- [1] ГОСТ Р 51635-2000 Мониторы радиационные ядерных материалов. Общие технические условия.
- [2] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Technical and Functional Specifications for Border Monitoring Equipment, IAEA Nuclear Security Series No. 1, IAEA, Vienna (2006).
- [3] Кожемякин В.А. Датчики гамма-излучения для дистанционно управляемых беспилотных летательных аппаратов // 8-я Междунар. науч. конф. по военно-техн. проблемам обороны и безопасности, использованию технологий двойного применения, Минск, 16–17 мая 2019 г.: сб. науч. статей. В 5 ч. Ч. 1 / Государственный военно-промышленный комитет Республики Беларусь. Минск, 2019. С. 60–67.
- [4] Кожемякин В.А. Аппаратура радиационного контроля для дистанционно управляемого беспилотного летательного аппарата «Электрон-7» // 33-я Международная научно-техническая конференция «ЭКСТРЕМАЛЬНАЯ РОБОТОТЕХНИКА», Санкт-Петербург, 29–30 сентября 2022 г.: сб. тезисов / ЦНИИ робототехники и технической кибернетики. Санкт-Петербург, 2022. С. 264–265.