

АНАЛИЗ РАДИОИЗОТОПНЫХ ДЕТЕКТОРОВ КОНТРАБАНДЫ

К.С. Гаврилов

Младший научный сотрудник
Научно-исследовательская лаборатория
компьютерных информационно-аналитических систем

Научно-исследовательский и проектно-конструкторский институт «Искра»
ул. Звейнека, 145 с, г. Луганск, Украина,
91033

Контактный тел.: (0642) 71-75-92

E-mail: official@iskra.lugansk.ua,
ikonsole@yandex.ru

У статті докладно проаналізовано ряд представлених на міжнародному ринку приладів вимірювання щільності методом зворотно - розсіяного випромінювання від різних виробників. Аналіз акцентований як на якість виявлення сторонніх предметів при огляді, так і на вплив випромінювання приладів на оператора

Ключові слова: детектор контрабанди, щільномір, гамма-випромінювання

В статье подробно проанализирован ряд представленных на международном рынке приборов измерения плотности методом обратно-рассеянного излучения. Анализ акцентирован как на качество обнаружения посторонних предметов при досмотре, так и на воздействие излучения приборов на оператора

Ключевые слова: детектор контрабанды, плотномер, гамма-излучение

The article analyses in details a number of instruments, brought to the International market, which measure density by the method of backscattered gamma radiation. The analysis is focused as on the quality of detection of foreign objects while the inspection, so on the radiation effect of the instruments on the operator

Keywords: contraband detection, densitometer, gamma radiation

1. Введение

В настоящее время существует широкий ассортимент приборов и систем, использующих различные методы для обнаружения контрабандных и противозаконных предметов в транспортных средствах, багаже или на человеке.

Наиболее распространенным средством досмотра являются стационарные и ручные металлоискатели. Однако эти приборы чувствительны лишь к ограниченному количеству металлов, которые могут находиться в спрятанных предметах, немаetalлические же закладки для металлоискателей остаются невидимыми. В настоящее время новые технологические решения позволили создать радиационные системы для обнаружения контрабанды. Такие системы, использующие проходящее и обратно-рассеянное излучение, позволяют выявлять оружие скрытого ношения, взрывчатку и наркотики.

В качестве основного наиболее эффективного оборудования для досмотра ручной клади и багажа используются различного типа рентгеновские или рентгенотелевизионные установки - интроскопы, которые позволяют в режиме реального времени рассмотреть внутреннюю структуру контролируемого объекта, идентифицировать инородные включения или дефекты.

В практике нередко встречаются ситуации, когда контроль объектов с использованием проходящего ионизирующего излучения в силу ряда причин бывает крайне затруднен, а порой и невозможен. В таком случае прибегают к методу одностороннего контроля, использующего для получения информации о внутреннем содержании контролируемого объекта обрат-

но рассеянные рентгеновские и гамма - кванты, а также нейтроны.

Для осуществления одностороннего контроля транспортных средств и некоторых видов багажа в настоящее время наиболее эффективными и эргономичными являются детекторы скрытых полостей или измерители плотности, которые выпускаются большинством производителей под названием «детектор контрабанды». Детектор контрабанды - аппаратура, которая обеспечивает возможность обнаруживать наличие незаконных вложений в различных полостях внутри конструкций. Принцип действия детектора контрабанды основан на определении изменения плотности контролируемого объекта. В качестве рабочего излучения в детекторах контрабанды используется обратно-рассеянное гамма или рентгеновское излучение. Путем сканирования поверхности объекта контроля определяют положение конструктивных или искусственных полостей и определяют наличие в них посторонних вложений.

Цель исследования - анализ различных приборов для контроля скрытых полостей.

Задачи исследования - определение качественных параметров и безопасности использования имеющихся на международном рынке детекторов контрабанды, формирование основных требований к современным и перспективным приборам.

2. Сравнительный анализ радиоизотопных детекторов контрабанды

Гамма-излучение обладает большой проникающей способностью и аппаратура, основанная на обратно-рас-

сеянном гамма-излучении, пока остается наиболее универсальным средством для выявления различных опасных вложений в ручной клади, багаже, транспортных средствах, тайниках и даже на теле человека. Среди недостатков такого метода обнаружения можно выделить только фактор радиационной опасности, связанный с наличием в приборе источника ионизирующего излучения, но этот вопрос решается применением различных поглощающих материалов. Хорошая проникающая способность и спектральные характеристики альбедного (обратно-рассеянного) гамма-излучения в детекторах проявляются в увеличении глубины сканирования и возможности работы с различными типами материалов преград. Следует так же отметить, что такое излучение не оказывает воздействия на объект досмотра, что позиционирует его в качестве неразрушающего контроля.

Производители досмотровой техники выпускают портативное оборудование с весьма близкими эксплуатационно-техническими характеристиками и однотипной реализацией метода измерения плотности конструкций с помощью обратно-рассеянного излучения. Излучение от источника ионизирующего излучения проникает внутрь исследуемого объекта (через обшивку, упаковку, перегородку и т.п.) и рассеивается. Часть обратно рассеянного излучения регистрируется детектором. Интенсивность регистрируемого излучения зависит от наличия рассеивающего объекта и его свойств (средней плотности сканируемого объема). Интенсив-

ность обратно рассеянного излучения для веществ с меньшей плотностью и меньшим атомным номером (таких, как бумага, взрывчатые вещества, наркотики и других веществ органического происхождения) больше, чем для веществ с большей плотностью и большим атомным номером (например, сталь, латунь, свинец и др.) [1]. По изменению интенсивности зарегистрированного обратно рассеянного излучения, можно судить об изменении плотности объекта [2]. Изменение плотности в местах, где она должна быть неизменной, говорит о наличии в контролируемой зоне постороннего объекта.

На рис. 1 представлена упрощенная схема радиационного детектора аномальных плотностей, использующего эффект обратно рассеянного гамма-излучения.

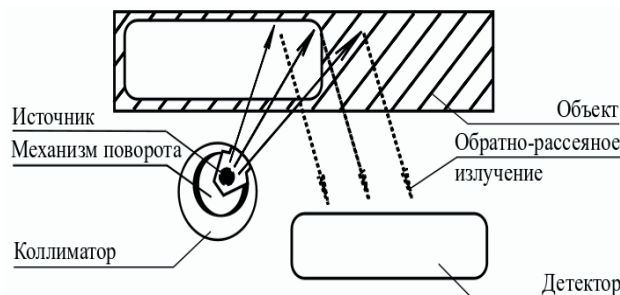


Рис. 1. Упрощенная схема радиационного детектора аномальных плотностей

Таблица 1

Сравнительный анализ радиоизотопных детекторов контрабанды

| Характеристика | Единица измерения | Прибор | | | | | | | |
|--|-------------------|-------------------|--------------------|-------------------------------|--------------------|---------------------|-------------------------|----------------------------|-----------------|
| | | Рось-4М (Украина) | K910B Buster (США) | УПН - РМ1401М-П, (Белоруссия) | ДИП-А01М, (Россия) | CDS - 2002i (Индия) | Rad Reflex 2 (Германия) | Merlin133 (Великобритания) | ХТ08-01 (Китай) |
| Тип источника | | Ва-133 | Ва-133 | Ва-133 | Ва-133 | Ва-133 | Ва-133 | Ва-133 | Ва-133 |
| Активность источника | МБк | 1 | 0,37 | 1 | 0,1 - 1 | 0,37 - 3,7 | 0,95 | 0,37 | 0,37 |
| Детектор | | NaI | CdCnTe | NaI | NaI | Н/д | CsI | CsI | Н/д |
| МЭД гамма-излучения в рабочем положении без учета естественного радиационного фона: - в направлении излучения на расстоянии 1 м (10 см) от поверхности прибора, не более - на поверхности ручки детектирующего блока, не более | мкЗв/ч | 0,2 | Н/д | 0,2 | Н/д | 0,47 | (0,5) | Н/д | Н/д |
| | | 0,2 | Н/д | 0,2 | Н/д | Н/д | Н/д | Н/д | Н/д |
| Скорость сканирования | мм/с | До 300* | 150-300 | Н/д | Н/д | Н/д | Н/д | Н/д | 150-300 |
| Глубина сканирования, не более | мм | 150 | 178 | Н/д | 300 | Н/д | Н/д | Н/д | 180 |
| Толщина стальной преграды, не более | мм | 6** | 6 | ~2 | Н/д | Н/д | Н/д | Н/д | Н/д |
| Вес | кг | 2 | 1,1 | 1,4 | 1,1 | 1,2 | 0,985 (без батарей) | 1,4 | 1,2 |
| Время автономной работы | ч | 8 | Н/д | Н/д | 20 | Н/д | Н/д | Н/д | Н/д |

Примечание:

*- Максимальная скорость сканирования - 300мм/с, обеспечивается при толщине стальной преграды не более 0,5мм

** - При толщине стальной преграды превышающей 2мм вероятность обнаружения обеспечивается переходом на режим с увеличенным временем накопления

В табл. 1 представлены характеристики существующих портативных приборов [3-10], использующих эффект обратно рассеянного гамма-излучения для решения задач поиска вложений в укрывающих средах. Данные приборы позиционированы как детекторы аномальных плотностей (детекторы контрабанды). С их помощью проводят досмотровые мероприятия в таможенных, пограничных и других специальных службах.

В качестве основных показателей эффективности прибора следует выделять глубину и скорость сканирования. Скорость сканирования влияет на длительность проведения досмотровой процедуры, что в свою очередь, позволяет увеличить пропускную способность. Немаловажным показателем досмотровой техники так же является толщина и материал преграды, через которую производится поиск объектов.

Сопоставляя предоставленные производителями характеристики приборов, можно отметить преимущество российского аналога по глубине сканирования при аналогичной с отечественным активности источника.

Следует так же отметить, что в американском аналоге K910 Vuster в качестве детектора используется кристалл полупроводника CdZnTe, который отличается от применяемых в остальных представленных приборах скантillationных детекторов кристаллов NaI(Tl) и CsI(Tl) более высоким энергетическим разрешением и высокой эффективностью регистрации при энергиях гамма-квантов до 1 МэВ. Это можно считать не актуальным, поскольку задача данных приборов состоит в поиске объектов за преградами путем подсчета количества зарегистрированных детектором импульсов, а не сбор информации в виде спектров, где предпочтительней применять полупроводники, т.к. в области более высоких энергий отклик полупроводникового детектора искажается высоким уровнем шумов детектора и электроники и значительным захватом заряда дефектами-ловушками, имеющими энергетические уровни в запрещенной зоне полупроводника [11].

Рассматриваемые в таблице приборы работают в режиме индикаторных и не обладают контролируемые метрологическими характеристиками, что по-

зволяет использовать в них ИИИ активностью от $0,37 \times 10^6$ Бк до 1×10^6 Бк. В данном ключе выделяется CDS-2002i в опциональной комплектации мощным источником активностью в $3,7 \times 10^6$ Бк, что, однако, не дает возможности оценить защитные характеристики прибора, поскольку эти параметры не предоставлены производителем.

Применение источников активностью до 1 МБк позволяет обеспечить мощность эквивалентной дозы (без учета естественного гамма - фона): на поверхности блока не более 1 мкЗв/час, а на расстоянии 0,1 м от поверхности блока и на ручке управления не более 0,2 мкЗв/час [3,5]. Эти значения согласуются с требованиями «Основных санитарных правил обеспечения радиационной безопасности Украины» (ОСПУ-2005) [12], обеспечивают выполнение принципа непревышения, могут быть приняты в качестве исходных при формировании требований к разрабатываемым приборам досмотрового контроля и расчетах защиты.

3. Выводы

На основе проведенного анализа можно сделать следующие выводы:

1. В качестве неразрушающего контроля метод регистрации обратно-рассеянного излучения обладает рядом неоспоримых достоинств: односторонний доступ к объекту исследования, большая глубина сканирования, большая вероятность обнаружения материалов органического происхождения [1] и источников ионизирующего излучения, отсутствие остаточной радиации, возможность получения качественной и количественной характеристик.

2. Получение наилучших параметров приборов с учетом качественной оценки вложенных предметов требует разработки и исследование математической модели радиационного метода контроля с использованием отраженного потока.

3. Разработка новых приборов должна быть акцентирована на повышение вероятности обнаружения и глубины сканирования, обеспечение необходимых характеристик защиты оператора от воздействия излучения.

Литература

1. Лейпунский О.И. Распространение гамма-квантов в веществе. / О.И. Лейпунский, Б.В. Новожилов, В.Н. Сахаров // М.: Мир, 1960 - 208 с.
2. Дубровкина М.В. Перспективы применения детектора скрытых пустот на основе эффекта обратного рассеяния гамма-излучения при контроле транспортных средств / Дубровкина М.В. Калужный А.В. // Сучасні інформаційні та інноваційні технології на транспорті MINTT-2010: Збірка наукових праць Міжнародної науково-практичної конференції - Херсон: Видавництво Херсонського державного морського інституту, 2010. - С. -31.
3. Детектор скрытых пустот «РОСЬ 4М» [Электронный ресурс] / НИПКИ «Искра» - Режим доступа: <http://www.iskra.lugansk.ua/index.php?lang=ru&page=sci-tech-prod/ros4m>.
4. Buster Contraband Detector Kit [Электронный ресурс] / Campbell/Harris Security Equipment Company (CSECO) - Режим доступа: <http://www.cseco.com/Products/BusterK910B.aspx>.
5. Устройство поиска неоднородностей УПН-PM1401M-П (Детектор контрабанды) [Электронный ресурс] / ООО "Полимастер" – Режим доступа: http://polimaster.ru/products/contraband_detector/pm1401t.
6. Детектор контрабанды "ДИП-А01М" [Электронный ресурс] / ООО "ЭСТА" – Режим доступа: <http://www.bnti.ru/des.asp?itm=3993&tbl=02.11.02.02>.

7. XT08-01 Contraband detector with wireless transceiving [Электронный ресурс] / Shanghai WeiEn Security Equipment Co., Ltd. - Режим доступа: http://weien.en.alibaba.com/product/347561861-200140217/XT08_01_Contraband_detector_with_wireless_transceiving.html.
8. CDS-2002i Contraband Detector [Электронный ресурс] / Science Applications International Corporation (SAIC) - Режим доступа: <http://www.saic.com/products/security/cdc-2000i/>.
9. Contraband detector - RadFlex 2 [Электронный ресурс] / Force Ware GmbH – Режим доступа: <http://forceware.de/en/equipment/security/mirrors/77/>.
10. Merlin Contraband Detector [Электронный ресурс] / Allen-Vanguard Corporation – Режим доступа: <http://www.allenvanguard.com/Products/SearchDetection/Detectors/MerlinContrabandDetector/>.
11. Захарченко А.А. Моделирование функции отклика CdZnTe детекторов для дозиметрии гамма-излучения / А.А. Захарченко, А.А. Веревкин, В.Е. Кутний, А.В. Рыбка, М.А. Хажмурадов, А.Ю. Семенов. // Вісник Харківського університету – 2008 - № 823 - С. 71–76.
12. ДСП 6.177-2005-09-02. Основні санітарні правила забезпечення радіаційної безпеки України: затверджено наказом МОЗ України від 02.02.2005, № 54; зареєстр. в Мін'юсті України 20.05.2005 р. за № 552/10832.

Розглядаються питання застосування хаотичних сигналів в сучасних системах зв'язку, зокрема, запропонований метод організації доступу з багатьма користувачами в системах передачі конфіденційної інформації. Показано, як за допомогою кореляційного прийому з групового сигналу виділяються сигнали індивідуальних абонентів

Ключові слова: хаотичний сигнал, розрахований на багато користувачів доступ, сигнатура

Рассматриваются вопросы применения хаотических сигналов в современных системах связи, в частности, предложен метод организации многопользовательского доступа в системах передачи конфиденциальной информации. Показано, как с помощью корреляционного приема из группового сигнала выделяются сигналы индивидуальных абонентов

Ключевые слова: хаотический сигнал, многопользовательский доступ, сигнатура

The problems of chaotic signals usage in modern communication systems were discussed. The method of organizing multi-user access system for transmission of confidential information was proposed. The example of usage of correlation reception for allocation the individual subscriber signal in the group signal was shown

Key words: chaotic signal, multi-user access, signature

УДК 691.321.25

МНОГО-ПОЛЬЗОВАТЕЛЬСКИЙ ДОСТУП В СИСТЕМАХ ПЕРЕДАЧИ С ХАОТИЧЕСКИМИ СИГНАЛАМИ

Н.В. Захарченко

Доктор технических наук, профессор, проректор по учебной работе**
Контактный тел.: (048) 731-73-55

В.В. Корчинский

Кандидат технических наук, доцент*
E-mail: vladkorchin@rambler.ua

Б.К. Радзимовский

Инженер*

*Кафедра информационной безопасности и передачи данных**

Контактный тел.: (048) 788-35-82

**Одесская национальная академия связи им. А. С. Попова

ул. Кузнечная, 1, г. Одесса, Украина, 65029

1. Введение

На современном этапе развития телекоммуникационных технологий возникла необходимость в создании новых систем, обладающих повышенной информационной емкостью, высокой помехозащи-

щенностью и обеспечивающих конфиденциальность передаваемого сообщения [1]. При построении таких систем передачи информации в последнее время все чаще используется явление динамического хаоса [2]. Под динамическим хаосом понимают сложные непериодические колебания, порождаемые нелинейны-