

6. Aulin, T. An easy way to calculate powerspectra for digital FM / T. Aulin // IEEE Proceedings. – 1983. – Vol. 130. – P. 519–526.
7. Сукачѐв, Э.А. Исследование точности определения мгновенной частоты в системах передачи парциальных сигналов методом ЧМ-НФ / Э.А. Сукачѐв, Д.Ю. Ильин // Праці УНДІРТ. – 2002. – №1(29). – С. 26–30.
8. Сукачѐв, Э.А. Исследование влияния линейных искажений радиотракта на МСИ в системах с ЧМ-НФ / Э.А. Сукачѐв, И.Г. Богомолов // Наукові праці ОНАЗ ім. О.С. Попова. – 2003. – №2. – С. 23–27.
9. Финк, Л.М. Сигналы, помехи, ошибки... (Заметки о некоторых неожиданностях, парадоксах и заблуждениях в теории связи) / Финк Л.М. – М.: Связь, 1978. – 272 с.
10. Дьяконов, В. MATLAB. Обработка сигналов и изображений. Специальный справочник / Дьяконов В. – СПб.: Питер, 2002. – 608 с.

**Abstract**

*The article suggests a method for the spectra calculation of signals of frequency modulation (FM) with continuous phase, using a fast Fourier transform (FFT). The problem of spectra compactness of FM with continuous phase vibrations is solved by application of the partial coding with smooth phase change of modulating signals. Linking the numerical characteristics of the energy spectrum of FM with continuous phase signal with the corresponding characteristics of instantaneous frequency, the energy spectrum can be calculated. The Fourier series represent information component of the total phase, and the coefficients of the series are calculated using the discrete Fourier transform, implemented on the basis of the FFT. The obtained formulae allow us to estimate the symmetry of the amplitude and phase spectra of the synthesized FM with continuous phase signals at specific frequencies. The suggested method can be applied to assess distortions of the amplitude-frequency characteristic and phase-frequency variations at modeling of real radio sections*

**Keywords:** *frequency modulation with continuous phase, fast Fourier transform, the partial signal of class 4, FM signals spectra*

*У статті проведений аналіз ергономічних показників якості детекторів контрабанди, що використовують зворотно розсіяне випромінювання і визначені показники якості базового зразка детектора контрабанди по підгрупі ергономічних показників з метою удосконалення даних приладів*

*Ключові слова: показники рівня якості, детектор контрабанди, ергономічні показники, джерело, індикація*

*В статье проведен анализ эргономических показателей качества детекторов контрабанды, использующих обратно рассеянное излучение, и определены показатели качества базового образца детектора контрабанды по подгруппе эргономических показателей с целью усовершенствования рассматриваемых приборов*

*Ключевые слова: показатели уровня качества, детектор контрабанды, эргономические показатели, источник, индикация*

УДК 621.39; 81.95

# АНАЛИЗ ЭРГОНОМИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ КАЧЕСТВА ДЕТЕКТОРОВ КОНТРАБАНДЫ

**А. А. Власова**

Научный сотрудник

Научно-исследовательская лаборатория  
специализированных технологий

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, iskra\_nipki@mail.ru

## 1. Введение

Детекторы контрабанды, использующие обратно рассеянное гамма-излучение, являются частью поисково-досмотровой аппаратуры, которой оснащаются

таможенные службы и специальные подразделения. Детекторы предназначены для определения местонахождения контрабанды внутри скрытых полостей транспортных средств (автомобилей, самолетов, кораблей, лодок, железнодорожных вагонов, контейнеров

и т.д.) Анализ технических параметров портативных приборов (детекторов контрабанды) [1-8] и повышение требований к техническому оснащению спецподразделений и служб таможи определяют целесообразность дальнейшего совершенствования детекторов контрабанды.

Это обуславливает актуальность разработки требований, которые предъявляются к создаваемому перспективному образцу портативного прибора досмотрового контроля, использующего обратно рассеянное гамма-излучение, с целью улучшения и оптимизации параметров приборов данного класса.

## 2. Постановка проблемы

Уровень качества изделий оценивается с позиций конкурентоспособности и мирового технического уровня.

Для оценки уровня качества продукции существуют группы показателей качества. Это показатели назначения, надежности, эргономические и эстетические показатели, показатели технологичности, транспортабельности, унификации, патентно-правовые показатели, а также экологические показатели и показатели безопасности [9].

При определении уровня качества продукции производится сравнение совокупности показателей уровня качества будущего образца изделия и базового образца, который является реально достижимой совокупностью значений показателей качества продукции принятой для сравнения.

Для формирования базового образца могут использоваться: выпускаемая в Украине или за рубежом продукция, показатели уровня качества которой в момент оценки отвечают самым высоким требованиям и которая наиболее эффективна в эксплуатации или потреблении; государственные и отраслевые стандарты Украины, технические условия, международные и прогрессивные зарубежные стандарты, регламентирующие оптимальные значения показателей качества продукции [9].

Рассматриваемые детекторы контрабанды относятся к классу продукции расходуемой ресурс, к группе ремонтируемых изделий и оценка уровня качества таких приборов производится по всем показателям уровня качества, в том числе эргономическим. Целью работы является исследование эргономических показателей качества контрабанды и формирование показателей качества базового образца для дальнейшего совершенствования таких приборов.

## 3. Анализ показателей качества существующих приборов

Детекторы контрабанды на мировом рынке представлены следующими приборами Buster K910B Density Meter (США)[2]; RadReflex Portable Contraband Detector (Германия) [3]; Merlin133 Contraband Detector (США, Канада) [4]; ДИП-А01М Детектор изменения плотности [5]; детектор контрабанды РМ-1703Т POLON ALFA (Польша) [6]; УПН-РМ1401М-П устройство поиска неоднородностей (Белорусия) [7]; детектор контрабанды Рось-4М (Украина) [8] (см рис. 1). Все приборы предназначены для использования в одинаковых условиях, а именно в условиях работы спецподразделений и таможи. На рис. 1а,б,в,г представлены приборы реализованные в одноблочной конструкции, на рис. 1 д,е,ж показаны приборы двухблочной конструкции.

Технические характеристики и функциональные возможности рассматриваемых приборов подробно представлены в работе [10]. Рассмотрим работу приборов с точки зрения эргономики.

Детектирование рассеянного гамма излучения от встроенного источника ионизирующего излучения производится при перемещении прибора со скоростью приблизительно 5 см/с вдоль поверхности инспектируемого объекта. С целью обеспечения безопасной работы в приборах Buster K910BDensity Meter, Merlin133 Contraband Detector Детектор скрытых пустот "Рось 4М" обеспечено автоматическое втягивание (или отклонение) источника ионизирующего излучения в нерабочее, экранирующее источник, положение. Buster K910B Density Meter имеет также видимый красный индикатор, который сигнализирует, когда источник находится в рабочей позиции. В RadReflex 2 при открытом источнике включается световой мигающий сигнал.



Рис. 1. Детекторы контрабанды: а) Buster K910B Density Meter; б) radReflex Portable Contraband Detector; в) Merlin133 Contraband Detector, г) ДИП-А01М Детектор изменения плотности; д) РМ-1703Т POLON ALFA детектор контрабанды; е) Устройство поиска неоднородностей - УПН-РМ1401М-П; ж) детектор контрабанды скрытых пустот "Рось 4М"

Все приборы имеют класс защиты корпуса IP 56. Количество кнопок, управляющих работой рассматриваемых приборов, колеблется от двух до пяти.

Из одноблочных детекторов выделяется radReflex Portable Contraband Detector, отличающийся эргоно-

мичным, оформленным в современном стиле корпусом желтого цвета, выполненным из ударопрочного пластика, снабженный большим дисплеем и удобным расположением пяти кнопок.

Приборы имеют одинаковый способ отображения информации – цифровой, безразмерный на жидкокристаллическом дисплее, имеющем автоматическую его подсветку. Кроме этого детекторы оснащены звуковой сигнализацией и возможностью работы в наушниках при зашумленности.

Следует отметить некоторые недостатки жидкокристаллических дисплеев, связанные с быстротой вывода информации. Этот параметр критичен для приборов с жидкокристаллическим (ЖК) дисплеем. Даже, если прибор имеет хорошую производительность при съеме и обработке информации, низкая скорость вывода информации может существенно снизить все преимущества прибора. Особенно сильно проблемы ЖК-экранов проявляются при низких температурах окружающего воздуха. К сожалению, альтернативы применению ЖК-дисплеев пока нет и эта проблема пока полностью не решена. Также проблемы ЖК дисплеев проявляются в виде "отсвечивания" и "недостатка яркости" при работе на открытом воздухе [11].

Для обследования габаритных инспектируемых объектов приборы BusterK910B Density Meter, Merlin133, RadReflex 2 снабжены телескопической штангой, длина которой может быть увеличена от 3 до 5 метров. Приборы ДИП-А01М, РМ-1703Т, УПН-РМ1401М-П, РМ-1703Т POLON ALFA, детектор скрытых пустот "Рось 4М" такого оснащения не имеют.

Приборы УПН-РМ1401М-П, РМ-1703Т POLON ALFA, детектор скрытых пустот "Рось 4М" конструктивно реализованы в виде двухблочной конструкции: в одном блоке располагается источник излучения с детектором, а в другом производится обработка информации и выводится на дисплей информация о результатах сканирования объекта.

Первые два прибора реализуют функцию "детектора контрабанды" при креплении дозиметра к кронштейну со встроенным источником излучения с помощью прижимной планки и винта. детектор скрытых пустот "Рось 4М" имеет два отдельных блока: блок регистрации и блок индикации, которые механически не связаны между собой.



Рис. 2. Примеры применения детекторов

За время эксплуатации детекторов контрабанды определилась необходимость их оснащения удаленным дисплеем для удобства считывания показаний при положении прибора, когда основной дисплей расположен на большом расстоянии или под углом зрения неудобном для чтения (рис. 2).

#### 4. Выводы

Анализ эргономических свойств портативных приборов досмотрового контроля и соответствующей нормативной документации позволяет сформировать показатели качества базового образца по подгруппе эргономических показателей для двухблочного детектора контрабанды.

*физиологические и психофизиологические:*

– обеспечить общий вес детектора не более 1,3 кг (без батарей), при этом вес блока детектирования должен быть не более 1 кг [12]; Уменьшение веса блока детектирования возможно обеспечить за счет оптимизации защиты источника ионизирующего излучения [13];

– усилие на кнопке управления механизмом закрытия-открытия источника излучения под указательный палец при минимальных размерах приводного элемента 12x7 мм и диаметре 10 мм – 0,1-0,2 кг; при минимальных размерах приводного элемента 18x8 мм и диаметре 12мм – 0,2-0,4 кг [14];

– габаритные размеры не более: блок детектирования ширина 90мм; высота не более 60 мм длина 270 мм вместе с ручкой; блок индикации 60x20x140;

– комплектовать прибор телескопической штангой для обеспечения контроля габаритных объектов;

– комплектовать прибор аксессуарами для блока индикации, обеспечивающими режим работы "свободные руки";

– прибор должен иметь цифровую индикацию изменения плотности;

– прибор должен иметь звуковую сигнализацию изменения плотности, уровень звука 50-70 дБ;

– конструкция прибора должна обладать достаточной эргономичностью для использования прибора в течение продолжительного времени;

– органы управления, индикации и визуализации должны обеспечивать возможность эксплуатации прибора в экстремальных условиях освещенности: в темное время суток и при ярком дневном освещении, количество органов управления минимальное.

*гигиенические показатели:*

– выходными параметрами при расчете защиты источников активностью до 1000 кБк считать: мощность эквивалентной дозы (без учета естественного гамма-фона): на поверхности блока не больше 1 мкЗв/год., а на расстоянии 0,1 м от поверхности блока и на ручке управления не больше 0,2 мкЗв/год. [15-18], так как при таких значениях обеспечивается выполнение принципа превышения, которое согласуется с требованиями ОСПУ-2005 (показатель одновременно является показателем безопасности);

– обеспечить автоматическое отклонение источника излучения (показатель одновременно является показателем безопасности);

– предусмотреть световую сигнализацию при включенном детекторе (показатель одновременно является показателем безопасности);

– предусмотреть автоматическую подсветку дисплея;

– предусмотреть возможность работы в наушниках при зашумленности.

## Литература

1. 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.27-31.
2. The Buster K910B Contraband Detector [Електронний ресурс]. - Режим доступа: [http://www.sasrad.com/russian/products/buster/principles\\_of\\_operation.php](http://www.sasrad.com/russian/products/buster/principles_of_operation.php).
3. RadReflex 2 Portable Contraband Detector Art.-No.: 0400100 [Електронний ресурс]. – Режим доступа : [http://www.eodpartner.com/eng/02products/03security/0400100%20Rad%20Reflex%202/0400100\\_e.pdf](http://www.eodpartner.com/eng/02products/03security/0400100%20Rad%20Reflex%202/0400100_e.pdf) Режим доступа.
4. RSA133-Merlin 133 Contraband Detector [Електронний ресурс]. - Режим доступа: - <http://lib.store.yahoo.net/lib/yhst-6848-1493176517/06.pdf>; <http://www.janes.com/articles/Janes-Explosive-Ordnance-Disposal/Merlin133-contraband-detector-United-Kingdom.html>.
5. ОО ТАСК-Т детектор контрабанды ДИП-А01М [Електронний ресурс]. - Режим доступа: <http://taskt.ru/equipment/atiterror/pdf/dip-a01m>.
6. polon alfa детектор контрабанды pm-1703t [Електронний ресурс].- Режим доступа: [http://www.polon\\_alfa.com.pl/ru/index.php?option=comcontent&task=view&id=66&Itemid=43/](http://www.polon_alfa.com.pl/ru/index.php?option=comcontent&task=view&id=66&Itemid=43/).
7. POLIMASTER/ Устройство поиска неоднородностей УПН-PM1401М-П (Детектор контрабанды) [Електронний ресурс].- Режим доступа: [http://polimaster.ru/products/contraband\\_detector/pm1401t/?print=true](http://polimaster.ru/products/contraband_detector/pm1401t/?print=true).
8. Детектор скрытых пустот "Рось – 4М" [Електронний ресурс]. – Режим доступа: <http://www.iskra.local/index.php?lang=ru&page=sci-tech-prod/ros4m>; <http://www.sis-tss.ru/2010-06-23-20-50-53/850---q-4q.html>.
9. Технический уровень и качество продукции. [Електронний ресурс]. - Режим доступа: <http://leg.co.ua/knigi/raznoe/tehniche-skiy-uroven-i-kachestvo-produkcii.html>.
10. Власова А.А. особенности детекторов контрабанды, использующих обратно рассеянное гамма-излучение /А.А. Власова // Вестник СумДУ. Технические науки № 3 /2011 – с. 59-66.
11. Мотор-тестеры и автомобильные осциллографы - возможности, типы, параметры и выбор [Електронний ресурс]. - Режим доступа: <http://www.ardio.ru/mtesters.php>.
12. Межгосударственный стандарт ГОСТ 26170-84 "Контроль неразрушающий. Приборы радиоволновые. Общие технические требования" (утв. постановлением Госстандарта СССР от 25 апреля 1984 г. N 1438).
13. Патент України №62394, G01T7/00, Пристрій захисту ізотопу для радіоізотопних приладів / Литвин В.П., Бігвава В.А. Калужний А.В.; заявник та патентовласник Науково – дослідний та проектно – конструкторський інститут «Іскра», м. Луганськ. - №и 2011 01637, заявл. 14.02.2011; опубл. 25.08.2011, Бюл. №16.
14. ГОСТ 22614-77 Система "Человек-машина". Выключатели и переключатели клавишные и кнопочные. Общие эргономические требования.
15. ГОСТ 18324-73 Блоки источников ионизирующих излучений для релейных радиоизотопных приборов. Общие технические условия. – М: Издательство стандартов – 1981. – 18 с.
16. Санитарные правила устройства и эксплуатации радиоизотопных приборов. – М: Атомиздат. 1980. – 16 с.
17. ДГН 6.6.1.-6.5.001-98 Норми радіаційної безпеки України (НРБУ-97): затверджено наказом МОЗ України від 14.07.1997 р. № 208; введено в дію постановою Головного державного санітарного лікаря України від 01.12.1997 р. № 62.
18. ISO 3999-1:2000 (E). Radiation protection - Apparatus for industrial gamma radiography. First edition 2000-04-15.

**Abstract**

*The article concerns the world market contraband detectors of backscattered gamma rays that are part of the search and examination equipment at customs and specialized units, where the ergonomic coefficients of contraband detectors are investigated. The quality of items is assessed from the standpoint of competitiveness and global technological level. Determining the level of item, the comparison of the quality coefficients of future products and the base sample is carried out. The analysis of the ergonomic properties of portable devices of inspection control, presented as one-block designs with optional display, two-block designs and corresponding normative documentation, made it possible to form the basic coefficients of the sample quality according to the subgroup of ergonomic coefficients, including physiological, psychophysiological and health indicators for two-block contraband detector*

**Keywords:** *quality coefficients, contraband detector, ergonomic coefficients, source, display, design*