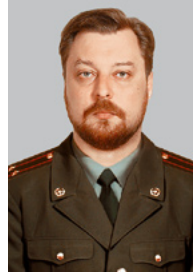


# ЗАСЛОН НА ПУТИ ТЕРРОРИЗМА

## SHIELD AGAINST TERRORISM

В.Б. КАРАВАЕВ\*, к.в.н.  
(ГУП МосНПО «Радон»)



V.B. KARAVAEV\*, Candidate of Military Science  
(SUE SIA Radon Moscow)

■ В последние годы мировое сообщество вплотную столкнулось с ситуацией, которая до сих пор рассматривалась лишь как абстрактная – неконтролируемым распространением ядерных и радиоактивных материалов. Первым важнейшим барьером на пути несанкционированного перемещения делящихся и радиоактивных материалов может и должен стать радиационный контроль.

Процесс неконтролируемого распространения ядерных и радиоактивных материалов усилился с распадом СССР, возникновением на его территории независимых государств, в распоряжении которых оказались ядерные и разнообразные радиоактивные материалы, а также источники ионизирующего излучения. Как следствие, в случае попадания в руки злоумышленников ядерных материалов, отходов ядерного производства и изотопной продукции, весьма вероятной становится угроза радиационного терроризма.

### ТРЕВОЖНАЯ СТАТИСТИКА

С 1993 года зарегистрировано 300 случаев незаконной торговли радиоактивными материалами. МАГАТЭ предупреждает, что реальный уровень контрабанды может быть значительно выше.

По данным агентства, имеется более 10 тыс. источников, предназначенных для радиотерапии, каждый из которых содержит тысячу крупниц <sup>60</sup>Co. Одна крупница излучает радиации достаточно для того, чтобы за две минуты человек получил годовую допустимую дозу облучения.

Десятки тысяч крупных источников радиации используются в промышленности как измерительные приборы, стерилизаторы и излучатели. МАГАТЭ выражает особую озабоченность по поводу сотен радиоизотопных термоэлектрических генераторов (РИТЭГов), произведенных в России и США.

В данные МАГАТЭ о контрабанде не включены бесхозные источники радиации. По оценке американской Комиссии ядерного регулирования, ежедневно в среднем один источник бывает потерян, украден или выброшен. МАГАТЭ утверждает, что в Ираке до сих пор остается тысяча не учтенных источников радиации. Из 25 источников, украденных в стальной компании Krakatau в Индонезии в октябре 2000 года, найдено только три.

\*В 2001–2004 годах – заместитель начальника службы главного управления по борьбе с контрабандой; в 2004–2006 годах – начальник факультета повышения квалификации Российской таможенной службы.

■ In the recent years, the international community faces a situation that had previously only been considered as abstract – uncontrollable proliferation of nuclear and radioactive materials. Radiation monitoring and radiation detection now can and must assume the role of the most important primary barrier in the way of unauthorised movement of fissionable and radioactive materials.

*The process of uncontrolled proliferation of nuclear and radioactive materials intensified with the break-up of the Soviet Union and formation on its former territory of newly independent states, which came to dispose of nuclear and various radioactive materials, as well as sources of ionising radiation. As a consequence, should viciously-minded individuals get hold of nuclear materials, nuclear waste or isotopic products, the threat of nuclear terrorism would become very real indeed.*

### ALARMING STATISTICS

Since 1993, 300 cases of unlawful trade in radioactive materials have been registered. The IAEA warns that the actual scale of nuclear smuggling may be much higher.

According to the Agency, there are over 10 thousand medical sources intended for radiation therapy, each containing a thousand particles of <sup>60</sup>Co. A single particle produces enough radiation for one person to receive an annual permissible exposure dose in just two minutes.

Tens of thousands of larger radiation sources are used in industries as measuring instruments, sterilises and emitters. The IAEA has raised particular concern with regard to hundreds of radioisotopic thermoelectric generators manufactured in Russia and the United States.

The IAEA data on nuclear smuggling does not include information regarding ownerless radiation sources. According to the US NRC assessments, on average, every day a source of radiation is lost, stolen or abandoned. The IAEA claims that in Iraq there still remain one thousand unaccounted sources of radiation. Out of the 25 sources stolen from the Indonesian steel-maker Krakatau in October 2000, only three have been found.

In Udmurtia in 1992, a group of 13 people were arrested (five were Byelorussian and Lithuanian nationals) had had been engaged in uranium theft. The criminals were detained while trying to smuggle 80 kg of uranium through the border with Poland.

\* 2001–2004 – deputy head of Main Committee for prevention of illegal trafficking; 2004–2006 – head of Advanced Training Department at the Russian Customs Academy.

В 1992 году в Удмуртии арестована группировка из 13 человек (пятеро – граждане Беларуси и Литвы), занимавшаяся хищением урана. Преступников задержали при попытке переправить через границу с Польшей 80 кг урана.

В 1995 году чеченские боевики закопали  $^{137}\text{Cs}$  в Измайловском парке в Москве. В 1998 году контейнер с радиоактивными материалами, прикрепленный к mine, обнаружили у железнодорожных путей неподалеку от чеченского города Аргун. Эти инциденты можно квалифицировать как радиологический терроризм.

В Тбилиси в 2003 году у таксиста были обнаружены освинцованные ящики со  $^{90}\text{Sr}$  и  $^{137}\text{Cs}$ . Белорусские таможенники в 1998–2005 годах перехватили 26 радиоактивных грузов, из них шесть – из России.

Учащается появление денежных банкнот с повышенным уровнем радиоактивного загрязнения. Например, в 1997 году на Брестской таможне была задержана партия долларов США, среди которых была купюра, уровень излучения которой составил почти 4 Р/ч.

Большую тревогу вызывают случаи неконтролируемого перемещения специальных ядерных материалов, особенно плутония.

#### **СОВРЕМЕННЫЕ ПОДХОДЫ К РАДИАЦИОННОМУ КОНТРОЛЮ**

Сложившаяся ситуация заставила правительства ряда государств изменить взгляды на виды и формы радиационного контроля. В первую очередь существенно расширилась сфера контроля.

Как показывает мировой опыт, в том числе России, одной из основных задач такого контроля является создание многобарьерной радиационной защиты страны, начиная от государственной границы и заканчивая отдельными объектами и помещениями. Принципы, закладываемые в основу подобной защиты, должны быть универсальными, применимыми для предотвращения неконтролируемого перемещения любых источников ионизирующего излучения как искусственного, так и естественного происхождения. Они должны устанавливать требования к характеристикам технических

*In 1995, Chechen terrorists buried  $^{137}\text{Cs}$  in Izmaylovsky Park in Moscow. In 1998, a container with radioactive materials, attached to a mine, was discovered next to a railroad track near the Chechen town of Argun. These incidents could be qualified as radiological terrorism.*

*In Tbilisi in 2003, a taxi cab driver was found to possess lead-clad boxes with  $^{90}\text{Sr}$  and  $^{137}\text{Cs}$ . During 1998–2005, Byelorussian customs officers intercepted 26 radioactive cargoes, six of which had come from Russia.*

*Banknotes having increased levels of radiation are found more and more often. For instance, in 1997, the Brest customs detained a pack of US dollar banknotes, one of which was detected to have a radiation level of almost 4 R/hour.*

*Of particular concern are cases of uncontrolled movement of special nuclear materials, especially plutonium.*

#### **CURRENT APPROACHES TO RADIATION MONITORING AND DETECTION**

*The present-day situation forced governments of a number of nations to change their views on types and forms of radiation monitoring. First of all, the area of monitoring was extended considerably*

*As international – and Russian – experience shows, one of the primary tasks is the creation of a multi-barrier radiation protection system of the country, which would start from the national borders and end with individual installations and rooms. The principles that such a protection system should be based on have to be universal and able to stop uncontrolled movement of any sources of ionising radiation, both man-made and natural. They have to determine the requirements to the technical characteristics of radiation monitoring/detection equipment. The principles should be based on the national regulatory requirements, taking into account the recommendations of international organisations.*

*Currently, such principles have in general been formulated during the development of EGASKRO, the Unified Automated State System for Control of the Radiation Levels on the Territory of the Russian Federation, which established, in particular, the key requirements to radiation monitoring equipment. To a significant extent, these same principles are reflected in the “Manual on Customs Control of Fissionable*

#### **■ В мае 1995 года во всех российских таможенных органах были созданы службы таможенного контроля делящихся и радиоактивных материалов.**

Сегодня практически все пункты пропуска таможенных органов оснащены стационарными системами обнаружения ДРМ, работающими в автоматизированном режиме, что исключает субъективный фактор при проведении радиационного контроля товаров и транспортных средств, перемещающихся через границу России.

Номенклатура задержанных товаров с повышенным уровнем ионизирующего излучения, поверхностным радиоактивным загрязнением различна: от строительных материалов и металлического лома до радиоактивных изотопов и ядерных материалов. Во многих случаях наблюдалось превышение естественного фона в 1000 и более раз.

#### **■ In May 1995, departments of fissionable and radioactive materials monitoring were created in all Russian customs authorities.**

*Today, practically all customs crossing points are equipped with stationary systems for detection of fissionable and radioactive materials, which operate automatically, thus preventing subjectivity of radiation monitoring of cargoes and vehicles crossing the Russian border.*

*The nomenclature of detained goods with increased levels of ionising radiation, radioactive surface contamination, is vast: from construction materials and scrap metal to radioactive isotopes and nuclear materials. In many case, the detected radiation levels were a thousand times the natural background level.*

средств радиационного контроля. Эти принципы должны основываться на требованиях национальных регламентирующих документов, в них должны быть учтены и рекомендации международных организаций.

До сих пор подобные принципы были в целом сформулированы при разработке Единой государственной автоматизированной системы контроля радиационной обстановки в РФ (ЕГАСКРО), определившей, в частности, основные требования к аппаратуре радиационного контроля. В значительной мере они отражены в «Руководстве по таможенному контролю делящихся и радиоактивных материалов (ДРМ)» Государственного таможенного комитета РФ (основные положения, методика, этапы, нормативно-правовые аспекты и организация контроля).

Эти принципы также получили развитие в международной программе ITRAP.

#### **«ИНДИКАТОРЫ» НЕСАНКЦИОНИРОВАННОГО ПРОВОЗА ДРМ**

Пограничный и таможенный контроль делящихся и радиоактивных материалов направлен на недопущение их незаконного перемещения через государственную границу. Такое перемещение должно рассматриваться как чрезвычайная ситуация, поскольку ДРМ опасны для здоровья людей и окружающей среды, кроме того, имеют значительную ценность, и их вывоз из страны может нанести экономический ущерб государству. Пограничный контроль ДРМ является дополнительным барьером на пути распространения оружия массового поражения.

Для инструментального определения присутствия ДРМ можно фиксировать нейтронное,  $\alpha$ -,  $\beta$ - и  $\gamma$ -излучение радиоактивных материалов.

Нейтронное и  $\gamma$ -излучение, вследствие высокой проникающей способности, могут служить индикатором наличия ДРМ в товарах и транспортных средствах.

Самым простым способом обнаружения радиационных грузов является регистрация внешнего  $\gamma$ -излучения. Энергетический спектр  $\gamma$ -излучения каждого радионуклида уникален. Используя  $\gamma$ -спектрометры, можно уверенно определять наличие того или иного радионуклида в товарах без вскрытия упаковки.

*and Radioactive Materials” by the State Customs Committee of the Russian Federation (main provisions, methods, stages, regulatory and legal aspects, organisation of control).*

*These principles were also further elaborated in the international programme ITRAP.*

#### **‘INDICATORS’ OF UNAUTHORISED TRANSPORT OF FISSIONABLE AND RADIOACTIVE MATERIALS**

*Border-crossing and customs control of fissionable and radioactive materials aims at preventing their unlawful movement across the national border. An attempt of such crossing has to be regarded as an emergency as fissionable and radioactive materials are dangerous for health and the environment; moreover, they are valuable, and their export can cause economical damage to the nation. Border-crossing control of fissionable and radioactive materials is also an additional barrier to stop proliferation of weapons of mass destruction.*

*In terms of instrumentation, the presence of fissionable and radioactive materials can be detected by neutron,  $\alpha$ -,  $\beta$ - and  $\gamma$ -emission from radioactive materials.*

*Neutron and  $\gamma$ -radiation, due to its high penetrability, can be used as indicators of presence of fissionable and radioactive materials in cargoes and transport vehicles.*

*The simplest way of detecting radioactive shipments would be registration of external  $\gamma$ -radiation. The energy spectra of  $\gamma$ -emission are unique for each radionuclide. Utilisation of  $\gamma$ -spectrometers would provide a reliable means of detecting the presence of a certain radioisotope without even opening the packing.*

*Neutron emission, as a general rule, results either from spontaneous fission of fissionable materials, or from (a,n)-reactions of light nuclei, for which a strong  $\alpha$ -source would be required. Some heavy nuclei, including most isotopes of U, Pu and other transuranics can be such a source. Therefore, the presence of neutron emission can serve as indication to suspect fissionable materials in the cargo.*

*$\alpha$ - and  $\beta$ -radiation are not practicable for detection of fissionable and radioactive materials. But, as radionuclides that emit  $\alpha$ - and  $\beta$ -particles are also dangerous to humans, surface contamination should also be measured while trying to detect fissionable and radioactive materials.*

■ Программа «Предотвращение несанкционированного перемещения радиоактивных и ядерных материалов через таможенные и государственные границы государств» (ITRAP) была создана под эгидой МАГАТЭ, Интерпола и Всемирной таможенной организации в 1996 году. Ее основные задачи – разработка рекомендаций правительствам по организации контроля несанкционированного перемещения радиоактивных и ядерных материалов через их границы; проведение испытаний технических средств радиационного контроля на границе; выработка минимальных единых технических критериев к средствам радиационного контроля на границе; разработка предложений по применению средств, которые удовлетворяют таким критериям, для возможного использования их правительствами всех государств при организации радиационного контроля в соответствии с национальными законодательствами и с учетом международных норм и рекомендаций.

■ *The Illicit Trafficking Radiation Detection Assessment Program (ITRAP) was established under the auspices of the IAEA, Interpol and the World Customs Organisation in 1996. Its main objectives are the development of recommendations for governments on how to organise control of unauthorised movement of radioactive and nuclear materials across national borders; testing of radiation monitoring hardware at the border; elaboration of minimum single technical criteria for means of border radiation monitoring; development of proposals for the application of hardware that meets such criteria for potential application by governments of all countries for organisation of radiation monitoring in accordance with the national legislations taking into account the international norms and recommendations.*

Нейтронное излучение является, как правило, результатом спонтанного деления делящихся материалов, либо ( $\alpha, n$ )-реакции на легких ядрах, для чего нужен мощный источник  $\alpha$ -излучения. Им могут быть некоторые тяжелые ядра, в том числе большинство изотопов урана, плутония и других трансурановых элементов. Таким образом, нейтронное излучение может служить основанием для подозрения о наличии в перевозимом грузе делящихся материалов.

$\alpha$ - и  $\beta$ -излучения практически непригодны для обнаружения ДРМ. Но, поскольку радионуклиды с  $\alpha$ - и  $\beta$ -излучением опасны для человека, при контроле ДРМ следует измерять поверхностное загрязнение упаковки.

### ПРОЦЕДУРЫ КОНТРОЛЯ

Таможенный контроль ДРМ должен охватывать все грузы, людей и животных, перемещаемых через контролируемую территорию, производиться автоматически и постоянно, не создавая при этом помех передвижению. Он состоит из следующих стадий: сигнализация о наличии ДРМ, локализация источника и его первичная идентификация.

Техническим средством сигнализации о наличии ДРМ является стационарный радиационный монитор (СРМ). Он может быть пешеходным, транспортным и железнодорожным. В основе конструкции, как правило, лежат высокочувствительные детекторы  $\gamma$ -излучения ( $\gamma$ -канал) и специальные нейтронные детекторы (нейтронный канал). При попытках незаконного перемещения делящихся материалов используют защиту, существенно ослабляющую  $\gamma$ -излучение, поэтому практически невозможно обнаружить ДРМ при помощи традиционной аппаратуры. Нейтронное же излучение защитой практически не экранируется. СРМ также снабжены звуковой или/и световой сигнализацией, имеют микропроцессорные устройства для обработки информации, подключение к компьютерной сети с передачей информации обо всех срабатываниях и, как правило, защищены от несанкционированного доступа, что позволяет исключить воздействие человеческого фактора при контроле.

Сигнализация о наличии ДРМ еще не может служить основанием для подозрения об их несанкционированном перемещении. Дело в том, что во многих материалах, отходах, различных видах продукции содержатся естественные радионуклиды или допустимое количество искусственных радионуклидов, и при большой суммарной активности объекта возможно срабатывание СРМ. Значит, необходима локализация источника и его первичная идентификация.

Для локализации используются поисковые приборы, алгоритм которых аналогичен СРМ. Это карманная аппаратура, снабженная функцией поиска. Частота следования сигналов увеличивается при приближении к источнику. Если радиоактивный материал распределен равномерно, то частота следования сигналов по мере обследования объекта не меняется. Известны случаи срабатывания СРМ при транспортировании калийных удобрений с повышенной концентрацией естественного



Задержание контрабандистов, провозивших ДРМ (фото из архива Российской таможенной академии)  
Arresting illegal traffickers carrying fissionable and radioactive materials (photo taken from archive of Russian Customs Academy)

### PROCEDURES

Customs control of fissionable and radioactive materials has to cover all cargoes, people and animals that are moved across the controlled area, be continuous and automatic, not impeding movement at the same time. It has to include the following stages: signalling the presence of fissionable and radioactive materials, containment of the source and primary identification of the source.

The technical means for signalling the presence of fissionable and radioactive materials is the stationary radiation monitor. It may be designed to be used on pedestrians, motor transport or rail transport. Usually, its core is made of highly sensitive detectors of  $\gamma$ -emission ( $\gamma$ -channel) and special neutron detectors (neutron channel). When attempting unlawful movement of fissionable materials, shielding is often used that weakens  $\gamma$ -emission significantly. It is therefore practically impossible to detect fissionable materials using traditional hardware. Neutron radiation, at the same time, can barely be stopped by such shields. Stationary radiation monitors are also equipped with sound and/or light alarms, have microprocessor for data processing, are connected to a computer network to transmit information of all responses, and, as a rule, and are protected against tampering, which helps prevent interference of human factor during monitoring.

The signal of presence of fissionable and radioactive materials alone is not sufficient to suspect their unlawful movement. The point is, that many materials, wastes, various products do contain natural radionuclides or permissible quantities of man-made radioisotopes, which, when in considerable total activity of the object, can trigger response of the stationary radiation monitor. This means that the source needs to be contained and identified.

For containment, search instruments are used that operate using the basic algorithm that is similar to the stationary radiation monitor. These are pocket-size devices with the search function. The signals generated by the device become more frequent as the searcher approaches the source. If the radioactive material is evenly distributed, the frequency of signals remains

радиоизотопа  $^{40}\text{K}$ , или строительных материалов с повышенным содержанием соединений урана и тория и т. д. По уровню мощности экспозиционной дозы можно судить о том, следует ли рассматривать объект в качестве радиоактивного материала. В то же время, если в процессе обследования будет обнаружен источник излучения, это говорит об аномалии, требующей дальнейшего исследования – первичной идентификации источника.

Основная задача первичной идентификации – определение типа источника излучения: природные радионуклиды, специальный ядерный материал, искусственный изотоп аварийного происхождения, радиоактивные отходы РАО и т. д. Для этого используются специальные универсальные приборы, позволяющие измерять уровень  $\gamma$ - и нейтронного излучения, определять наличие  $\alpha$ - и  $\beta$ -источников, накапливать и сохранять  $\gamma$ -спектры с дальнейшей расшифровкой с помощью специальных математических программ и переносных персональных компьютеров.

Такие приборы могут определять и уровень поверхностного радиоактивного загрязнения транспортных средств и груза. Кроме того, они запоминают спектральный образ – своеобразный радиационный паспорт для контроля качественного и количественного содержания радионуклидов в легальных грузах, содержащих ДРМ. Он фиксируется прибором на месте оформления груза и может быть передан по компьютерной сети на промежуточные и конечный пункт транспортировки. Это исключает возможность несанкционированного изъятия или вложения ДРМ.

Подобные технические средства и принципы таможенного радиационного контроля могут быть использованы и в системах банковских учреждений и почтово-багажных отправок.

*constant during the survey of the object. There have been known cases of stationary radiation monitor response during transportation of potassium fertilisers with increased concentration of natural radioisotope  $^{40}\text{K}$ , or of construction materials with increased contents of uranium and thorium compounds, etc. The level of exposure dose rate is the factor that determines whether the source should be regarded as a radioactive material. At the same time, if during the survey a source of radiation is discovered, this represents an anomaly that requires further surveying – primary identification of the source.*

*The main task of identification is the determination of the type of source: natural radionuclide, special nuclear material, man-made isotope of accidental origin, radioactive waste, etc. For that purpose, special universal instruments are used that can measure the level of  $\gamma$ - and neutron radiation, detect presence of  $\alpha$ - and  $\beta$ -sources, accumulate and store  $\gamma$ -spectra with subsequent decoding by special mathematic programmes and portable personal computers.*

*Such instruments can also determine the level of surface contamination on transport vehicles and cargoes. In addition, they can also memorise a certain spectral image – a radiation passport of sorts, a reference for checking the quantitative and qualitative radionuclide contents in legal cargoes that contain fissionable and radioactive materials. The image is recorded at the location where the cargo is shipped from and is then transferred for verification via a computer network to its intermediate and final destinations. This excludes unauthorised removal or insertion of fissionable and radioactive materials.*

*Such hardware and principles of customs radiation monitoring can also be applied in banking, post and luggage handling systems.*

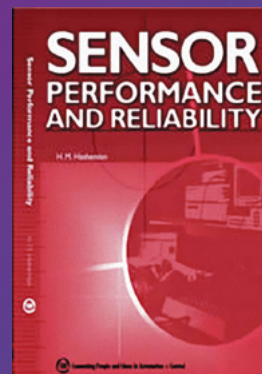
#### Х.М. ХАШЕМИАН «ДАТЧИКИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ: ХАРАКТЕРИСТИКИ И МЕТОДЫ ПОВЫШЕНИЯ НАДЕЖНОСТИ» (перевод с английского)

Монография, готовящаяся к выпуску в издательстве БИНОМ, посвящена промышленным датчикам технологических процессов, современным методам измерения их характеристик, типичным проблемам, которые возникают при эксплуатации измерительной аппаратуры, методам ее диагностики и повышения надежности.

Книга содержит базовые знания, необходимые при проектировании систем измерения – физические и динамические характеристики, точность датчиков различных типов. В ней описаны методы определения статических и динамических параметров измерительной аппаратуры в промышленных условиях. Особое внимание уделяется способам предупредительной диагностики и проверки технологических измерительных систем без демонтажа основных компонентов.

Отдельная глава посвящена испытаниям измерительных систем в лабораторных и промышленных условиях для определения их характеристик и проверки работоспособности и надежности.

Книга написана простым языком, хорошо иллюстрирована. Она будет полезна как инженерно-техническим работникам, так и студентам технических вузов.



#### SENSOR PERFORMANCE AND RELIABILITY BY H. M. HASHEMIAN

Technology advances abound in today's world of instrumentation but much of it depends on conventional sensing technology that has been around for more than 50 years. Many of the instrumentation or sensor problems that exist today are similar to those which we have seen over the past years. Addressing these problems, Sensor Performance

and Reliability describes several new instrumentation testing, diagnostics, and analysis techniques to verify the reliability, health, and performance of process instrumentation. This book helps you understand how to objectively assess the accuracy, response time, residual life and other characteristics of installed instrumentation and offers a practical means to identify the problems, assess their consequences, and help resolve the problems. It provides applications in a number of industries such as power, chemical, aerospace, and others. In-situ methods for sensor response time testing and calibration, on-line measurements to identify blockages and voids in pressure sensing lines, and other examples are covered.

The ISA – the Instrumentation, Systems, and Automation Society, USA, ISBN 1-55617-897-2 (softbound) and ISBN 1-55617-932-4 (hardbound).

www.binom-press.ru info@binom-press.ru Тел./Tel. (+7) (495) 289-0362