Государственное образовательное учреждение высшего

профессионального образования

«**Российская таможенная академия**»

Кафедра технических средств таможенного контроля и

криминалистики

**РЕФЕРАТ**

по дисциплине «Теория и практика применения ТСТК»

на тему **« Классификация, принцип работы и порядок применения технических средств радиационного контроля и приборов для измерения характеристик полей излучения»**

Москва

2009г

**СОДЕРЖАНИЕ**

1. Технические средства радиационного контроля…………………………….3

1.1 Классификация………………………………………………………………3

2. Наименование, назначение и принцип работы технических средств радиационного контроля………………………………………………………………..5

2.1 Дозиметры……………………………………………………………………5

2.2 Радиометры…………………………………………………………………..9

2.3 Спектрографы………………………………………………………………11

2.4 Системы радиационного контроля………………………………………..13

Список используемых источников……………………………………………..14

**1. ТЕХНИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА РАДИАЦИОННОГО КОНТРОЛЯ**

Радиоактивные вещества и изделия на их основе представляют особую опасность для человека. Поэтому со стороны государства осуществляется жесткий контроль за их производством, применением и перемещением. Кроме того, специальными документами установлены предельные уровни содержания радионуклидов.

1. Классификация

Для решения задач ТК ДРМ таможенная служба использует дозиметры, радиометры, спектрометры и комбинированные приборы.

Дозиметры чаще всего используются для регистрации γ-излучений и нейтронного излучения с целью измерения эквивалентной дозы и\или мощности эквивалентной дозы (МЭД) излучения.

Радиометры предназначены для измерения активности радионуклидов, характеристик полей излучения, кроме того, как и дозиметры, могут быть использованы в режиме поиска источников ионизирующего излучения.

Спектрометры применяются для определения энергетических спектров частиц или квантового излучения. Это позволяет использовать их для определения вида радиоактивного материала.

В комбинированном приборе заложены функции приборов двух или даже трех типов.

Важнейший и обязательный элемент всех приборов для радиационного контроля – детектор, который является датчиком, принимающим излучение. На его выходе формируется электрический сигнал, характеризующий принимаемое излучение.

По принципу работы выделяются детекторы: газонаполненные, сцинтилляционные, полупроводниковые, люминесцентные, химические, фотоэмульсионные.

Система «Янтарь» представляет собой высокопроизводительные дозиметры, основная функция которых – обнаружение источников ионизирующего излучения на основе ядерных материалов.

**2. НАИМЕНОВАНИЕ, НАЗНАЧЕНИЕ И ПРИНЦИП РАБОТЫ ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ РАДИАЦИОННОГО КОНТРОЛЯ**

Любой прибор для регистрации и измерения характеристик ионизирующего излучения имеет детектор. Он представляет собой устройство, преобразующее энергию ионизирующего излучения в форму, удобную для регистрации и последующего отображения на индикаторе.

Все более широкое применение находят полупроводниковые детекторы. Чувствительным элементом в таком детекторе является полупроводниковый p-n или n-p-переход. Под воздействием ионизирующего излучения меняется проводимость перехода, что приводит к изменению тока через переход.

2.1 Дозиметры

Дозиметрическими приборами называют устройства для измерения ионизирующих излучений, позволяющие получать информацию о дозе или её мощности.

Дозиметры применяются для проведения радиационных обследований различных объектов, дозиметрического уровня условий работы персонала, поиска источников излучения, измерения дозы при их воздействии на различные живые и неживые объекты и т.п.

В таможенном деле дозиметры являются основными приборами, при помощи которых в ходе первоначального и дополнительного радиационного контроля решаются оперативные задачи по оценке степени радиационной безопасности и измерению параметров, характеризующих взаимодействие ионизирующего излучения со средой (веществом) и передачу энергии излучения.

Составляя самую многочисленную группу средств измерений ионизирующих излучений, дозиметры, как правило, условно делятся на три большие группы:

- измерители дозы, позволяющие измерять поглощенную дозу в облучаемых объектах, в частности, индивидуальную дозу, получаемую сотрудниками таможенных органов;

- измерители мощности дозы и её изменения со временем, позволяющие оценивать радиационную обстановку в местах проведения таможенного контроля делящихся радиоактивных материалов;

- комбинированные приборы, объединяющие функции измерения дозы и её мощности.

Наиболее широко используются два типа микропроцессорных дозиметров и их модификаций: РМ-1203 и РМ-1401.

Дозиметр РМ-1203 предназначен для измерения эквивалентной дозы и мощности эквивалентной дозы γ-излучения с отображением информации в аналоговом и цифровом видах на жидкокристаллическом индикаторе и возможностью одновременной подачи звуковых сигналов. Кроме того, прибор сигнализирует о превышении запрограммированных пользователем порогов по мощности дозы и по накопленной дозе. В качестве детектора в нем используется счетчик Гейгера-Мюллера.

В модели РМ-1203М дополнительно введен специальный режим запуска начала измерения мощности дозы. Это позволяет использовать прибор не только для постоянного контроля радиационной обстановки, но и для выполнения различных видов радиационного обследования, когда необходимо провести и зафиксировать контрольные измерения мощности дозы (например, при отборе проб для измерения удельной активности, при измерении мощности дозы на рабочих местах, при обследовании территорий и т.д.). Имеется функция сохранения в энергозависимой памяти истории мощности дозы, величины накопленной дозы и серийного номера, передачи этих значений в компьютер через адаптер инфракрасного канала (ИК) связи с помощью программного обеспечения, которое поставляется совместно с дозиметром. Это дает возможность использовать прибор в качестве компонента компьютерной системы учета дозовых нагрузок персонала и ведения соответствующих баз данных.

Дозиметр РМ-1401 предназначен для выявления источников ионизирующего излучения, радиоактивных веществ и делящихся материалов по их γ-излучению.

Дозиметр измеряет мощность эквивалентной дозы γ-излучения и проградуирован в единицах мкЗв/ч. Прибор по способу регистрации выполнен скорее как радиометр, а не как дозиметр, поскольку происходит регистрация энергии γ-квантов, а их количества. Кроме того, РМ-1401 является энергетически не компенсированным дозиметром, чувствительность которого значительно больше в области малых энергий, что позволяет наиболее эффективно обнаруживать ядерные материалы.

Конструктивно прибор выполнен в виде блока, в корпусе которого помещены детекторный узел, процессор, схема управления, звуковой сигнализатор и панель отображения информации на основе жидкокристаллического индикатора, а также выносного вибрационного сигнализатора в виде наручных часов.

Детекторный узел состоит из сцинтиллятора на основе CsI(TI) - йодистого цезия с добавкой таллия, фотодиода и усилителя-преобразователя.

Вибрационный сигнализатор вынесен из корпуса, подключается при необходимости к дозиметру с помощью кабеля и предназначен для подачи сигналов, ощущаемых оператором в виде механических колебаний сигнализатора. Он выполнен в виде ручных часов и срабатывает при достижении установленного порога излучения. Это позволяет вести поиск источников излучения скрытно или при больших уровнях звукового шума. При подключении вибрационного сигнализатора звуковой сигнализатор отключается.

Дозиметр имеет три основных режима работы: тестирование, калибровка по уровню фона, поиск. Кроме того, в дозиметре имеются два дополнительных режима: установка количества среднеквадратичных отклонений (коэффициента n) и контроль напряжения элементов питания. Переход от одного режима к другому осуществляется последовательно и автоматически.

Режим тестирования начинается сразу после включения питания и предназначен для проверки правильности функционирования основных его узлов, в частности жидкокристаллического индикатора, звуковой сигнализации и процессора. В случае успешного окончания тестирования, продолжающегося примерно 7 с, дозиметр переходит в режим калибровки по уровню фона. Перед этим в течение 5 с на индикаторе показывается значение установленного перед предыдущим выключением коэффициента n, который равен числу среднеквадратичных отклонений.

Относительно новыми приборами, используемыми в таможенных органах, являются дозиметры РМ-1621 и РМ-1621А. Это дозиметры, измеряющие индивидуальную эквивалентную дозу и мощность индивидуальной эквивалентной дозы гамма- и рентгеновского излучений в широком диапазоне энергий.

Энергозависимая память и ИК-канал связи позволяют формировать и передавать историю накопления дозы и изменения мощности дозы из памяти дозиметра в компьютер через ИК-адаптер связи. Это дает возможность использовать дозиметры в качестве компонента компьютерной системы учета дозовых нагрузок персонала и вести соответствующие компьютерные базы данных. Превышение запрограммированных пользователем порогов по мощности дозы и по накопленной дозе отображается на жидкокристаллическом дисплее – индикаторе прибора с одновременной подачей звуковых сигналов. Дозиметр автоматически считает время накопления дозы.

Приборы выполнены в герметичном ударопрочном корпусе, что позволяет проводить его дезактивизацию. Дозиметры предназначены для ношения в нагрудном кармане спецодежды или на поясном ремне.

Решением ФТС России на вооружение таможенных органов принят также прибор дозиметрического контроля ДКС-1119 (EL-1119), который выбран в качестве «переносного средства радиационного контроля, предназначенного для контроля радиационной обстановки на рабочих местах инспекторов-операторов досмотровой рентгеновской техники и на местах размещения досмотровых предметов». Ими в количестве 1-3 шт. оснащаются региональные таможенные управления и таможни, непосредственного подчиненные ФТС России.

Этот многофункциональный широкодиапазонный дозиметр обеспечивает:

- измерение мощности экспозиционной дозы в воздухе, мощности эквивалентной дозы и экспозиционной дозы, поглощенной дозы в воздухе, эквивалентной дозы рентгеновского и гамма-излучения;

- сигнализацию о прерывании установленного уровня мощности дозы;

- сохранение в памяти результатов измерений.

Дозиметр обеспечивает возможность ручного установления пороговых уровней в пределах диапазонов измерения, а также их автоматическую установку при включении прибора. Дозиметр обеспечивает работу в режиме «записной книжки» (запись до 100 результатов измерений мощности дозы с последующим хранением при отключенном питании в течении 48 ч, считыванием на табло и стиранием).

2.2 Радиометры

Радиометрические средства должны обеспечивать определение:

- характеристик источника излучения (т.е. определение числа актов распада, происходящих в источнике излучения в единицу времени);

- плотности потока ионизирующих частиц или квантов.

Для измерений используются сцинтилляционные детекторы.

В ходе контроля результаты измерений сопоставляются в пороговым и фоновым значениями. При превышении результатом измерения суммы этих значений выдается сигнал тревоги. Управление и контроль работы системы могут выполняться с помощью удаленного на расстояние до 2000 м пульта. Решение в интересах таможенного контроля первой задачи позволяет оценить количественные характеристики перевозимых через границу делящихся материалов и радиоактивных веществ, если установлен их радионуклидный состав. Решение второй задачи позволяет организовать обнаружение радиоактивных объектов.

На основе измерений плотности потока ионизирующих частиц (квантов) и изменения активности во времени можно определить постоянную распада и установить вид радионуклида. Если известны вид радионуклида и его активность на заданный момент времени, то по данным радиометрических измерений можно установить возраст источника или время, прошедшее с момента его изготовления.

Характерными особенностями радиометрических измерений являются:

- статистический характер объекта измерения и процесса регистрации излучений;

- влияние на результаты измерений внешнего радиоактивного фона.

Из-за особенностей результаты определенных измерений могут существенно различаться. Причины неоднозначности измерений носят вполне объективный характер. Дело в том, что активность носит вероятностный характер в силу природы радиоактивного распада. Кроме того, поток частиц и квантов, составляющих единый радиационный фон и влияющий на измерительный прибор, так же носит вероятностный характер и подтвержден непредсказуемым флуктуациям. Уровень фонового излучения зависит от состава почвы и окружающих строений, загрязненности воздуха радионуклидами, потока квантов космического происхождения и т.п. Поэтому радиометры обычно делают многократные измерения, а результат формируется путем соответствующей статистической обработки.

В таможенных органах «чистые» радиометры в оперативной работе не используются. Обычно в этом качестве применяют комбинированные приборы.

2.3 Спектрографы

Основной задачей спектрометрических измерений является определение спектров ионизирующих частиц (квантов).

Спектр представляет собой совокупность возможных значений измеряемой физической величины. Задача спектрометрии фактически сводится к нахождению распределения частиц и/или квантов излучения по одному или нескольким параметрам. Спектрометры подразделяются на несколько типов:

- энергетические (для измерения распределения по энергии);

- масс-спектрометры (для измерения распределения по заряду);

- угловые (для измерения пространственно-временных характеристик распределения) и др.

Для решения задач в таможенных органах используют приборы, которые измеряют энергетическое распределение: СКС-50, ГАММА-1С/NB, РСУ-01 «Сигнал», МКС-А02. По сути, это комбинированные приборы.

По энергетическим характеристикам можно определить радионуклидный состав источников радиоактивного излучения. При таможенном контроле это позволяет установить вид делящихся материалов или других радиоактивных веществ, перевозимых через таможенную границу. По данным спектрометрических измерений можно оценивать активность радионуклида и связанные с ней характеристики источника ионизирующего излучения, т.е., как и при радиометрических измерения, можно количественно оценить обнаруженные радиоактивные вещества, соотношения между отдельными компонентами смеси. Наконец, спектрометрические измерения незаменимы при решении задач безопасности, так как позволяют определять распределение радионуклидов на территории, в отдельных органах и тканях человека.

Примером прибора для радиометрических и спектрометрических измерений является РСУ-01 «Сигнал», с помощью которого можно измерить мощность эквивалентной дозы (дозиметр). Аналогичные задачи можно решать и с помощью более современного прибора МКС-А02.

Универсальный радиометр-спектрометр МКС-А02 предназначен для обнаружения и локализации радиоактивных источников, измерения количественных характеристик α-,β-, γ- и нейтронного излучений, идентификации γ-излучающих радионуклидов, хранения измеренных γ-спектров для их возможной обработки на компьютере. Он имеет встроенный сцинтилляционный детектор γ-излучения на основе NaI (TI), два нейтронных детектора, внешний детектор α- и β-излучений «БДС-АБ1».

Сцинтилляционный детектор выполнен на основе кристалла NaI (TI) диаметром 34 мм и длиной 47 мм. Нейтронные детекторы выполнены в виде трубок с газом He 3 под давлением 8 атмосфер, помещенных в замедлитель из полиэтилена. Детекторы работают в пропорциональном режиме.

Под амплитудой импульсов сцинтилляционного детектора можно различить альфа- и бета-частицы и затем вычислить значения плотности потока частиц.

Предусмотрена работа прибора в двух основных режимах: «оперативном» и «экспертном».

В «оперативном» режиме управление прибором производится при помощи трех кнопок, вызывающих основные функции прибора: “Поиск», «Дозиметр» и «Анализ».

В «экспертном» режиме управление прибором производится при помощи клавиатуры. При этом имеются доступ к дополнительным функциям прибора и возможность проведения настройки и калибровки.

Радиометр-спектрометр выполняет четыре основные функции: поискового прибора, дозиметра, радиометра, спектрометра. В качестве поискового прибора он фиксирует превышение суммарной скорости счета по гамма- и нейтронному каналам над соответствующими фоновыми значениями. Превышение показателей на жидкокристаллическом дисплее, подтверждается светодиодным индикатором и звуковым сигналом.

При работе прибора в качестве дозиметра анализируется счет от нейтронного канала и информация, содержащаяся в гамма-спектре. При помощи микропроцессора и встроенного программного обеспечения производится расчет мощности эквивалентной дозы (МЭД) гамма- и нейтронного излучений.

При работе прибора в радиометрическом режиме производится измерение плотности потока альфа- и бета-излучений. Результаты измерений выдаются на индикатор прибора.

В качестве спектрометра прибор позволяет накапливать гамма-спектры, выводить их на дисплей и проводить идентификацию изотопов. В памяти прибора могут храниться до 30 спектров, каждому из которых присваивается идентификационный номер. Через последовательный канал RS-232 возможен обмен данными с компьютером и управление режимами работы прибора.

2.4 Системы радиационного контроля.

В сегодняшней стратегии таможенного контроля за делящимися радиационными материалами особое значение отведено системам радиационного контроля типа «Янтарь». Эти системы установлены практически везде в местах массового перемещения через таможенную границу пассажиров, товаров и транспортных средств, а также на складах временного хранения. Системы «Янтарь» представляют собой высокопроизводительные дозиметры, основная функция которых – обнаружение источников ионизирующего излучения на основе ядерных материалов.

Включенная система «Янтарь» периодически измеряет фон нейтронного и γ-излучения. Частота измерений и некоторый порог превышения фона устанавливаются при настройке системы. Стойки снабжены двумя специальными датчиками, реагирующими на присутствие объекта в зоне контроля. При попадании в зону контроля эти датчики срабатывают, и система из режима измерения фона переходит в режим контроля. Достоверность контроля зависит от скорости перемещения объекта через зону контроля.

**СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ**

1. Горчаков В.В. Основы таможенного контроля делящихся и радиоактивных материалов. М.: ОАО «Внешторгиздат», 2001.
2. Дьяконов В. Н., Малышенко Ю.В. Практикум по применению технических средств таможенного контроля: Сб. заданий и методические указания. Владивосток: ВФ РТА. 2005.
3. Организация таможенного контроля делящихся и радиоактивных материалов/ Д.А. Бабич, И.Н. Банных и др. М.: Святигорпресс, 2003.
4. Теория и практика применения технических средств таможенного контроля: учебник/ под общ. ред. Ю. В. Малышенко. М.: 2006.