

*XIV Международное совещание
«Проблемы прикладной спектрометрии и радиометрии»,
г. Москва, 4-6 октября 2017 г.*

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ХАРАКТЕРИСТИК ПРИБОРОВ РАДИАЦИОННОГО КОНТРОЛЯ НА ЭФФЕКТИВНОСТЬ МЕР ПО ПРЕСЕЧЕНИЮ НЕЗАКОННОГО ПЕРЕМЕЩЕНИЯ РАДИОАКТИВНЫХ МАТЕРИАЛОВ ЧЕРЕЗ ТАМОЖЕННУЮ ГРАНИЦУ

*А.В. Борисенко, В.Н. Кустов, Ю.В. Чубов, В.В. Темченко, Ю.А. Белов,
Учебный центр таможенного контроля за делящимися и радиоактивными материалами
Владивостокский филиал Российской таможенной академии, г. Владивосток*

Докладчик:

**БОРИСЕНКО Александр Валентинович,
к.х.н., доцент, начальник Учебного центра таможенного контроля за
делящимися и радиоактивными материалами**

borisenko2@mail.ru

Система подготовки специалистов ТКДРМ для таможенных органов ФТС России



Итоги учебной работы за 1999-2017 гг.

Всего обучено:

- более **2 500** должностных лиц таможенных органов РФ;
- **свыше 500** студентов;
- **10** сотрудников Министерства обороны РФ;
- свыше **650** работников предприятий и организаций Приморского края (по направлению «Радиационная безопасность при эксплуатации радиационных источников (генерирующих и радионуклидных)»);
- **75** представителя таможенных и других правоохранительных органов **21** государств–членов МАГАТЭ.



Учебные программы по направлению ТКДРМ

№	Название программы ДПО	Категория обучаемых лиц	Кол-во уч. часов/дней
1	Программа № 1. «Организация ТКДРМ»	Должностные лица таможенных органов (<i>подразделений ТКДРМ</i> - отделов, отделений, функциональных групп, отдельно выделенных должностей) <i>ответственные за организацию и проведение таможенного контроля ДРМ</i> , а также иных объектов с повышенным уровнем ионизирующего излучения	140/22
2	Программа № 3. «Основы ТКДРМ»	Должностные лица <i>досмотровых и других подразделений</i> таможенных органов, осуществляющих контроль за перемещением товаров, транспортных средств, физических лиц и сопровождаемого ими багажа, <i>уполномоченные на проведение таможенного наблюдения и осмотра товаров</i> , транспортных средств и других объектов с повышенным уровнем ионизирующего излучения	40/5
3	Программа № 4. «Организация ТКДРМ»	Должностные лица таможенных органов, <i>обладающих компетенцией по совершению таможенных операций в отношении ДРМ</i> , осуществляющие таможенный контроль ДРМ при их декларировании	108/17
4	Программа № 5. «Организация ТКДРМ»	Должностные лица <i>досмотровых и иных подразделений</i> таможенных органов, осуществляющие контроль за перемещением товаров, транспортных средств и других объектов через таможенную границу Таможенного союза, <i>ответственные за проведение таможенного контроля ДРМ</i> и других объектов с повышенным уровнем ионизирующего излучения	72/10
5	Программа № 6. «Подготовка инструкторов для обучения ДЛТО основам ТКДРМ»	Должностные лица таможенных органов, <i>ответственные за организацию таможенного контроля ДРМ</i> и других объектов с повышенным уровнем ионизирующего излучения	72/10
6	Программа № 7. «Основы диагностики технических средств ТКДРМ»	Должностные лица таможенных органов, <i>ответственные за эксплуатацию технических средств ТКДРМ</i>	72/10
7	Программа № 8. «Правоохранительная при проведении ТКДРМ»	Должностные лица <i>правоохранительных подразделений</i> и подразделений ТКДРМ таможенных органов	4 72/10

- учебных программ – 17;
- учебников, учебных и учебно-методических и справочных пособий – 51;
- видеофильмов – 20;
- мультимедийных комплексов – 2;
- электронных эмуляторов – 1;
- электронных тренажеров и тестовых программ – 5.



Основные направления НИР в УЦ ТКДРМ

- I. «Исследование путей повышения эффективности таможенного контроля ДРМ»;
- II. «Разработка новых и совершенствование классических форм и технологий организации и проведения учебной и учебно-методической работы»;
- III. «Разработка методик применения технических средств ТКДРМ при проведении таможенного контроля»;
- IV. «Комплексные совместные исследования в области радиационной безопасности и радиационного контроля с научно-исследовательскими и образовательными организациями, предприятиями Приморского края»;
- V. «Практическая деятельность по оказанию услуг организациям и ведомствам, в т.ч. иностранным, в области обеспечения радиационной безопасности, радиологической экспертизе, радиационному мониторингу и подготовке специалистов по указанным направлениям».

Итоги научно-исследовательской работы

Выполнено **88** НИР, в т.ч.:

- по контракту с МАГАТЭ – **3**;
- по контрактам в рамках программы «Вторая линия защиты» – **46**;
- по контракту с ФТС России и ДВТУ – **7**;
- по плану РТА – **16**;
- инициативных – **10**;
- в рамках ФЦП – **2**;
- по заказу предприятий – **4**.

По направлению деятельности за все годы УЦ ТКДРМ было издано **более 100** публикаций в научных журналах и сборниках.



Основные задачи, решаемые с помощью ТС РК в таможенных органах

При проведении таможенного контроля ДРМ и других объектов с повышенным уровнем ионизирующего излучения должностными лицами таможенных органов решаются следующие задачи:

- 1. обнаружение объектов с повышенным уровнем ионизирующего излучения;**
- 2. поиск и локализация источников ионизирующего излучения в составе объектов контроля;**
- 3. измерение физических характеристик радиоактивных источников:**
 - активности;
 - удельной активности;
 - степени обогащения урана;
 - изотопного состава плутония;
 - идентификация радиоактивных изотопов;
- 4. измерение физических характеристик испускаемых излучений:**
 - измерение эквивалентной дозы рентгеновского и гамма-излучений ();
 - измерение мощности эквивалентной дозы (с целью оценки степени радиационной опасности и определения транспортного индекса);
 - измерение плотности потока альфа-, бета- и нейтронного излучения.

Перечень технических средств ТКДРМ

№ п/п	Наименование ТС ТКДРМ	Применение технических средств						
		Таможенный контроль, направленный на пресечение незаконного перемещения ДРМ через границу РФ			Таможенный контроль ДРМ, перемещаемых в рамках ВЭД	Обеспечение РБ при работе		
		Таможен- ное наблю- дение	Таможенн ый осмотр	Таможен-ный досмотр		с ДРМ	на ДРТ	на ИДК
1. Стационарные системы обнаружения ДРМ								
1.1	Система радиационного контроля стационарная железнодорожная с детекторами гамма- и нейтронного излучения	+						
1.2	Система радиационного контроля стационарная автомобильная с детекторами гамма- и нейтронного излучения	+						
1.3	Система радиационного контроля стационарная пешеходная с детекторами гамма- и нейтронного излучения	+						
	2. Стационарные системы обнаружения ДРМ							
	Таможенный подвижной пост радиационного контроля	+	+	+	+	+	+	+

Перечень технических средств ТКДРМ

№ п/п	Наименование ТС ТКДРМ	Применение технических средств						
		Таможенный контроль, направленный на пресечение незаконного перемещения ДРМ через границу РФ			Таможенный контроль ДРМ, перемещаемых в рамках ВЭД	Обеспечение РБ при работе		
		Таможенное наблюдение	Таможенный осмотр	Таможенный досмотр		с ДРМ	на ДРТ	на ИДК
3. Поисковые приборы радиационного контроля								
3.1	Измеритель-сигнализатор поисковый с детекторами гамма- и нейтронного излучения	+	+	+				
3.2	Измеритель-сигнализатор поисковый с детектором гамма-излучения		+	+				

Перечень технических средств ТКДРМ

№ п/п	Наименование ТС ТКДРМ	Применение технических средств						
		Таможенный контроль, направленный на пресечение незаконного перемещения ДРМ через границу РФ			Таможенный контроль ДРМ, перемещаемых в рамках ВЭД	Обеспечение РБ при работе		
		Таможенное наблюдение	Таможенный осмотр	Таможенный досмотр		с ДРМ	на ДРТ	на ИДК
4. Дозиметры								
4.1	Дозиметр индивидуальный гамма-излучения		+	+	+	+		
4.2	Дозиметр рентгеновского и гамма-излучения универсальный		+	+	+	+	+	+(*)
4.3	Дозиметр рентгеновского и гамма-излучения индивидуальный		+	+	+	+	+	
4.4	Термолюминесцентный дозиметр					+	+	+
4.5	Дозиметр-радиометр поисковый		+	+	+	+		

(*) Для проведения радиационного контроля *должны использоваться дозиметры, позволяющие проводить измерения амбиентного эквивалента дозы и мощности амбиентного эквивалента дозы*, и иметь следующие характеристики: нижняя граница энергетического диапазона - не более 50 кэВ; верхняя граница энергетического диапазона - не менее 9 МэВ; возможность измерения импульсного фотонного излучения с длительностью импульса - от 1,0 мкс; наличие режимов измерения средней мощности дозы импульсного излучения и дозы; наличие возможности измерения максимального за время измерения значения средней мощности дозы импульсного излучения; нижняя граница диапазона измерения мощности дозы импульсного фотонного излучения - не более 0,2 мкЗв/ч; нижняя граница диапазона измерения дозы импульсного фотонного излучения - не более 0,01 мкЗв.

Перечень технических средств ТКДРМ

№ п/п	Наименование ТС ТКДРМ	Применение технических средств						
		Таможенный контроль, направленный на пресечение незаконного перемещения ДРМ через границу РФ			Таможенный контроль ДРМ, перемещаемых в рамках ВЭД	Обеспечение РБ при работе		
		Таможенное наблюдение	Таможенный осмотр	Таможенный досмотр		с ДРМ	на ДРТ	на ИДК
5. Радиометры-спектрометры								
5.1	Радиометр-спектрометр универсальный		+	+	+			
5.2	Дозиметр-радиометр		+	+	+			
6. Спектрометры								
6.1	Спектрометр со сцинтилляционным детектором				+			
6.2	Спектрометр с полупроводниковым детектором				+			
	7. Средства индивидуальной защиты							
7.1	Средства индивидуальной радиационной защиты					+		

Цель и задачи исследования

Цель исследования – изучение возможности применения в таможенных органах новых дозиметрических, радиометрических и спектрометрических технических средств радиационного контроля.

Решаемые задачи:

1. исследование характеристик ТС РК, применяемых в таможенных органах Российской Федерации;
2. сравнение результатов проведенных исследований с номинальными характеристиками ТС РК, имеющимися в эксплуатационной документации на приборы;
3. подготовка рекомендаций по улучшению характеристик ТС РК для целей таможенного контроля;
4. разработка методик проведения радиационного контроля при решении конкретных задач таможенного контроля;
5. подготовка обобщенных рекомендаций (алгоритмов применения технических средств радиационного контроля, реализуемых в реальных условиях (с учетом технического оснащения) таможенных органов государств ЕАЭС.

Иследуемые технические средства радиационного контроля

I. ТС РК, применяемые в таможенных органах РФ:

1. Дозиметр рентгеновского и гамма-излучения **ДКГ-РМ1610**.
2. Дозиметр индивидуальный рентгеновского и гамма-излучений **ДКГ-РМ1621**.
1. Дозиметр микропроцессорный **ДКГ-РМ1203М**.
2. Дозиметр гамма- и рентгеновского излучения универсальный **ДКС-АТ1121 / ДКС-АТ1123**.
3. Измеритель-сигнализатор поисковый **ИСП-РМ1401К-01/М**.

II. ТС РК, претендующие на применение в таможенных органах РФ:

1. Измеритель-сигнализатор поисковый **ИСП-РМ1703М**.
2. Дозиметр гамма-излучения **ДКГ-РМ1605**.
3. Дозиметр-радиометр **МКС-РМ1405**.

Технические характеристики приборов дозиметрического контроля

Технические характеристики приборов дозиметрического контроля:

- характеристики, описывающие регистрируемые прибором излучения и величины, их характеризующие;
- характеристики, описывающие точность измерений;
- эксплуатационные характеристики;
- масса-габаритные характеристики;
- характеристики, описывающие особенности внутреннего устройства приборов.

Основные характеристики ТС РК

Для решения практических задач ТКДРМ наиболее важными характеристиками приборов являются:

- чувствительность прибора;
- время реагирования (отклика) приборов на изменение мощности дозы гамма-излучения;
- частота ложных срабатываний при различных значениях числа среднеквадратичных отклонений текущего радиационного фона;
- расстояния от источника ионизирующего излучения, при котором приборы выдают сигнал тревоги при различных значениях числа среднеквадратичных отклонений текущего радиационного фона;
- измеряемая операционная дозиметрическая величина;
- энергетический диапазон измерения гамма- и нейтронного излучения;
- диапазон и погрешность измерения МЭД/ЭД, плотностей потоков от альфа- и бета-источников.

Основные характеристики ТС РК

Технические характеристики	Модель прибора							
	Дозиметры						Поисковые приборы	
	PM1203M	PM1621/ PM1621A	PM1610	AT1121/ AT1123	PM1605	PM1405	PM1401K- 01(M)	PM1703M
Диапазон регистрируемых энергий, МэВ	0,06-1,5	0,01-20	0,02-10	0,015-10	0,048-3,0	0,05-3,0	0,033-3,0	0,033-3,0
Диапазон измерения МЭД, Н*(10), мкЗв/ч	$0,1-2 \cdot 10^3$	$0,1-1 \cdot 10^5$	$0,1-1,2 \cdot 10^7$	$0,05-10^7$	$0,1-10^7$	$0,1-10^5$	$0,01-10^2(10^4)$	0,01-70
Диапазон измерения ЭД, Н _p (10), мкЗв	$1-10^7$	$1-10^7$	$1-10^7$	$0,01-10^7$	$1-10^8$	-	-	-
Время отклика на изменение МЭД в 10 раз, сек	10	5	5	2	-	-	0,25	0,25
Мощность эквивалента амбиентной дозы Эквивалент амбиентной дозы	H*(10) H _p (10)	H*(10) H _p (10)	H*(10) H _p (10)	H*(10) H _p (10)	H*(10) H _p (10)	H*(10) -	H*(10) -	H*(10) -
Погрешность измерения, %	± 20	± 15	± 20	± 15	± 15	± 20	± 30	± 30

Исследование времени отклика

Время отклика - изменение показаний МЭД до уровня не менее 85% от действительной МЭД облучения дозиметра, которое должно происходить менее чем за 10 сек (уменьшение показаний до уровня менее 25% от ранее воздействовавшего, должно происходить не более чем за 10 сек.

0,1 мкЗв/ч ÷ 1 мкЗв/ч

Модель дозиметра	Среднее время отклика модели, сек	Время отклика модели по паспорту, сек
PM1203	$12,6 \pm 1,2$	10
PM1621	$6,6 \pm 2,6$	5
PM1610	$29,7 \pm 1,6$	5
PM1605	$10,2 \pm 2,0$	-
PM1405	$8,2 \pm 3,9$	-
AT-1123	$2,2 \pm 0,2$	2
AT1121	менее 1	2
PM1401K-01M	менее 1	0,25
PM1703M	менее 1	0,25

IEC 60532 (1992.08).
Radiation protection instrumentation -
Installed dose ratemeters, warning assemblies and monitors - X and gamma radiation of energy between 50 keV and 7 MeV.

Измерение МЭД естественного фона

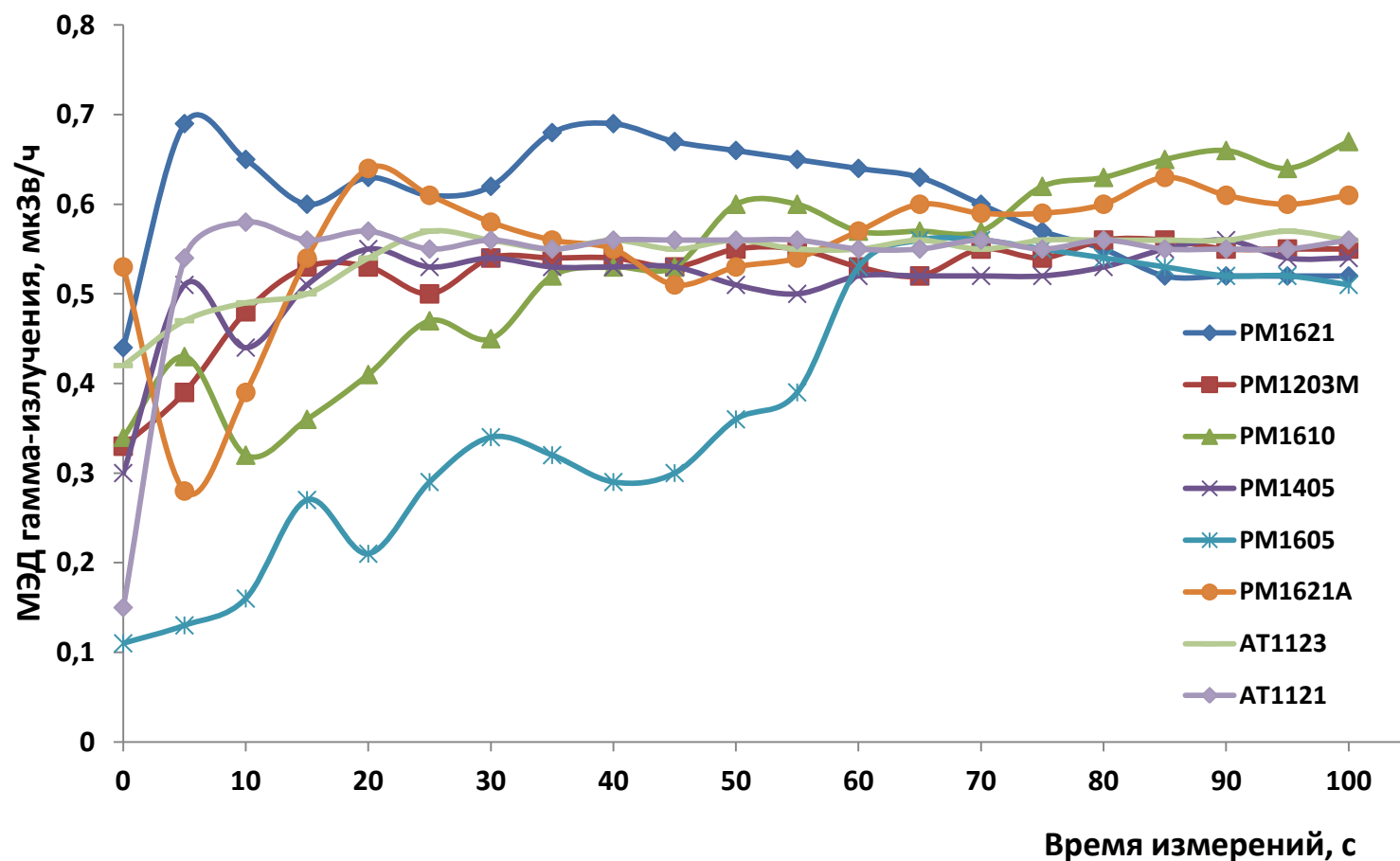
В режиме запуска начала измерений.

Наименование дозиметра	Время достижения статистической погрешности измерений 20%, сек					Среднее время измерений
	1	2	3	4	5	
PM1203M	160	174	178	198	147	140 ± 20
PM1621	283	318	263	287	272	285 ± 30
PM1610	620	584	588	593	517	580 ± 50
PM1605	1734	1662	1484	1389	1823	1600 ± 200
PM1405	296	304	337	285	303	300 ± 20
AT1121	20	28	27	21	30	27 ± 4
AT1123	28	22	16	15	16	18 ± 4
PM1401-01M	45	42	45	44	43	44 ± 2
PM1703M	30	35	20	32	28	29 ± 7

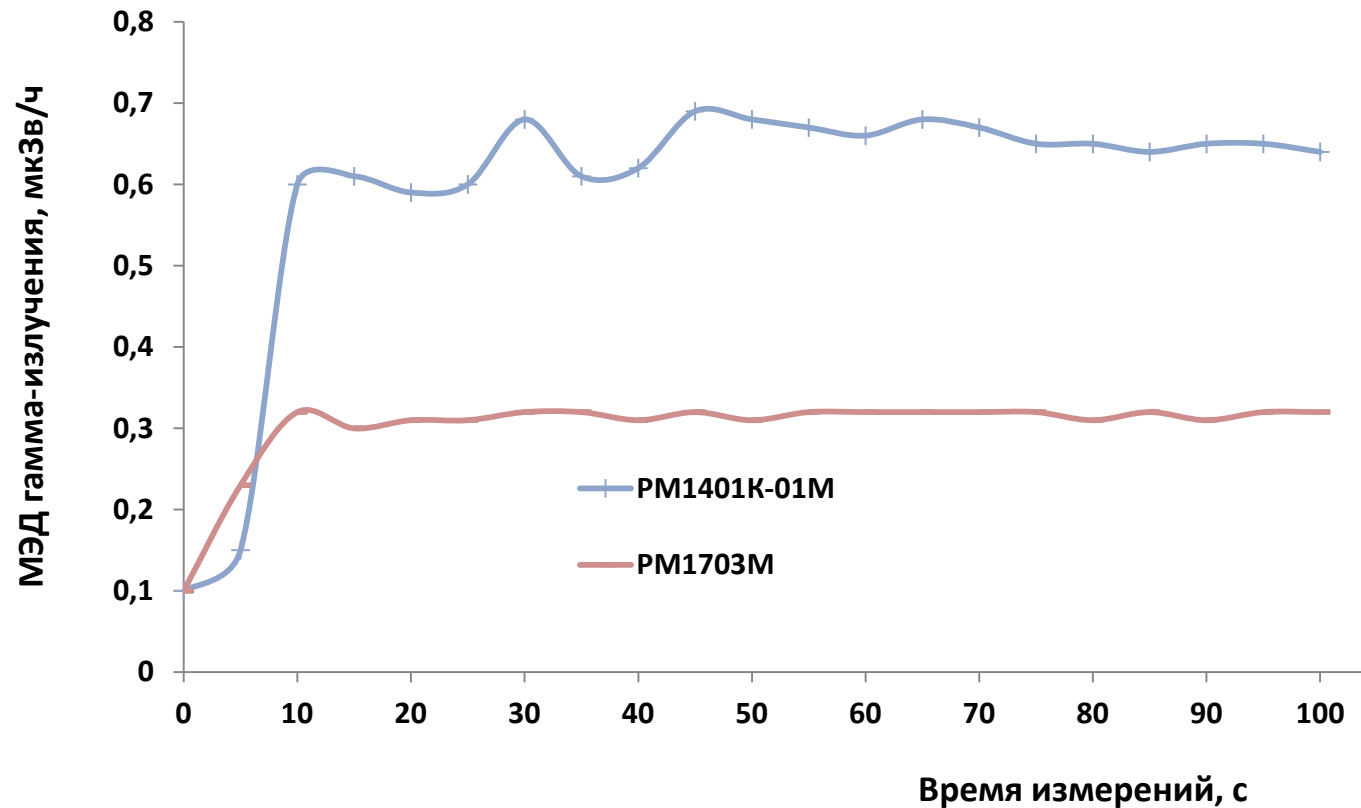
Изменение МЭД во время проведения измерений

Наименование	Время измерений, сек																				
	0	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
	Значения МЭД гамма-излучения, мкЗв/ч																				
PM1621	0,44	0,69	0,65	0,6	0,63	0,61	0,62	0,68	0,69	0,67	0,66	0,65	0,64	0,63	0,6	0,57	0,55	0,52	0,52	0,52	0,52
PM1203M	0,33	0,39	0,48	0,53	0,53	0,5	0,54	0,54	0,54	0,53	0,55	0,55	0,53	0,52	0,55	0,54	0,56	0,56	0,55	0,55	0,55
PM1610	0,34	0,43	0,32	0,36	0,41	0,47	0,45	0,52	0,53	0,53	0,6	0,6	0,57	0,57	0,57	0,62	0,63	0,65	0,66	0,64	0,67
PM1405	0,3	0,51	0,44	0,51	0,55	0,53	0,54	0,53	0,53	0,53	0,51	0,5	0,52	0,52	0,52	0,52	0,53	0,55	0,56	0,54	0,54
PM1605	0,11	0,13	0,16	0,27	0,21	0,29	0,34	0,32	0,29	0,3	0,36	0,39	0,53	0,56	0,56	0,55	0,54	0,53	0,52	0,52	0,51
PM1401K-01M	0,10	0,15	0,60	0,61	0,59	0,60	0,68	0,61	0,62	0,69	0,68	0,67	0,66	0,68	0,67	0,65	0,65	0,64	0,65	0,65	0,64
PM1703M	0,10	0,23	0,32	0,30	0,31	0,31	0,32	0,32	0,31	0,32	0,31	0,32	0,32	0,32	0,32	0,32	0,31	0,32	0,31	0,32	0,32
AT1123	0,42	0,47	0,49	0,50	0,54	0,57	0,56	0,55	0,56	0,55	0,56	0,55	0,55	0,56	0,55	0,56	0,56	0,56	0,56	0,57	0,56
AT1121	0,15	0,54	0,58	0,56	0,57	0,55	0,56	0,55	0,56	0,56	0,56	0,56	0,55	0,55	0,56	0,55	0,56	0,55	0,55	0,55	0,56

Изменение МЭД во время проведения измерений



Изменение МЭД во время проведения измерений



Определение времени установлений показаний измерителя

В соответствии с требованиями ГОСТ 25935-83, определение времени установления рабочего режима и времени установления показаний дозиметра осуществляется по **ГОСТ 17226-71** при выполнении ТУ по ГОСТ 27451-87.

При изменении уровня мощности экспозиционной дозы показание измерителя должно достичь менее чем за 8 с следующей величины:

$$N_{\tau} = N + \frac{63}{100}(N_1 - N),$$

где N – начальное показание измерителя (0,11 мкЗв/ч) , N₁ – конечное показание измерителя (1,32 мкЗв/ч) .

Режим запуска начала измерений не использовался.

Время установления рабочего режима: интервал времени, по истечении которого устанавливаются технические характеристики измерительного прибора (ГОСТ 24314-80)

Время установления показаний: Время, необходимое для установления устойчивого показания с определенными отклонениями после внезапного изменения измеряемой величины (МЭК 60731)

Определение времени установлений показаний измерителя

Дозиметр	Увеличение МЭД	Уменьшение МЭД
PM1621	11,4	7,2
PM1203M	8,4	9,8
PM1610	148,0	71,4
PM1605	42,6	27,0
МКС-PM1405	9,4	7,0
PM1401K-01M	12,6	17,6
PM1703M	8,2	5,4
AT1121	9,4	16,6
AT1123	9,2	13,4

Определение времени установления рабочего режима

ГОСТ 27451-87: время установления рабочего режима не должно превышать 1 мин.

ГОСТ 28271-89: время установления рабочего режима радиометров и дозиметров не должно превышать 15 мин.

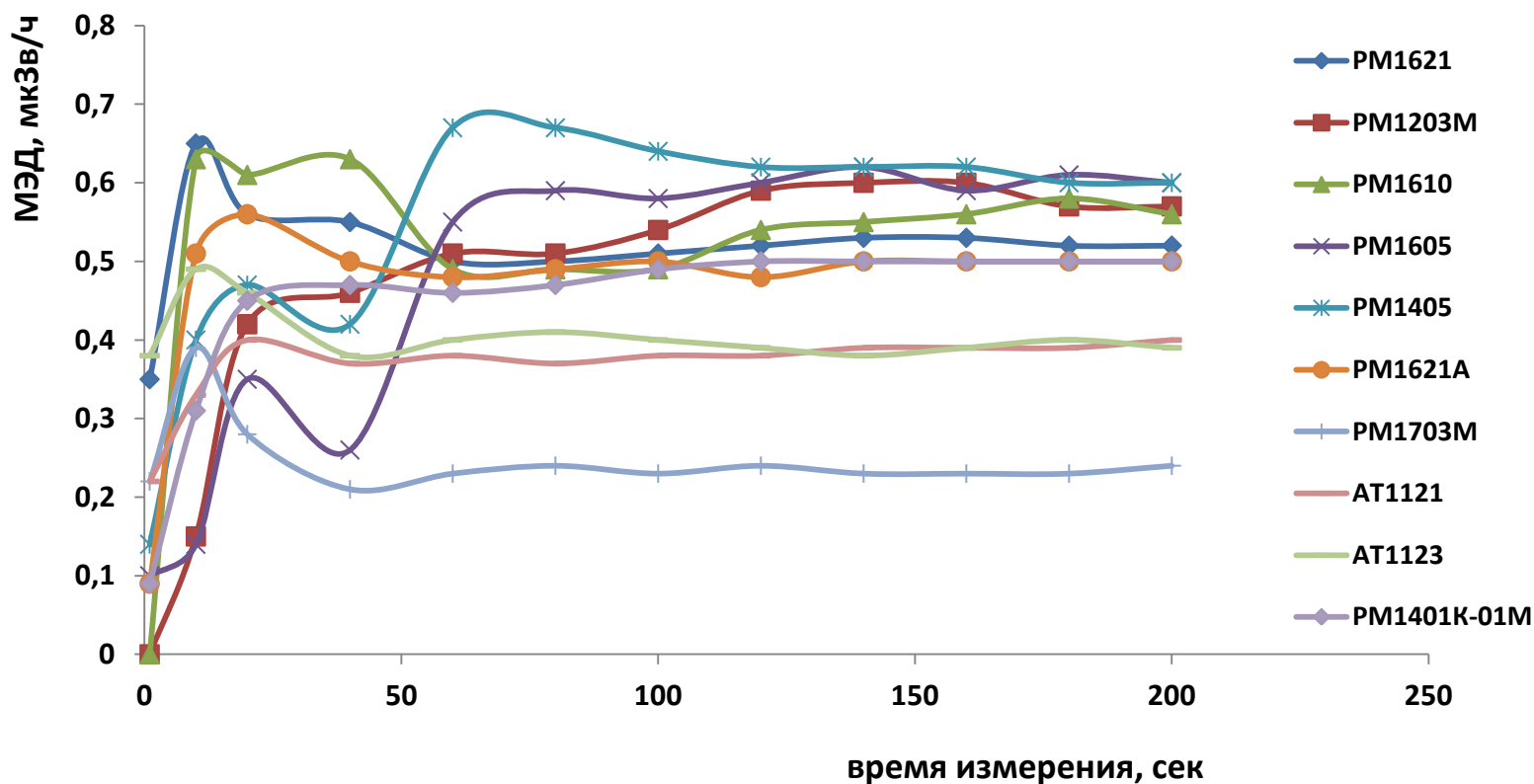
ГОСТ 17226-71: что время установления рабочего режима должно быть таким, что бы при воздействии ИИ показания измерителя через 1 мин после включения находились в пределах $\pm 25\%$, а через 3 мин после включения – в пределах $\pm 10\%$ от измеряемого значения.

Определение времени установления рабочего режима

Время проведения измерений, сек	МЭД гамма-излучения, мкЗв/ч (среднестатистическая погрешность измерений)									
	ДКГ- PM1621	ДКГ- PM1203M	ДКГ- PM1610	ДКГ- PM1605	МКС- PM1405	PM1621A	PM1703M	AT1121	AT1123	PM1401K- 01M
1	0,35 (99%)	0,00	0,00 (99%)	0,10 (99%)	0,14 (99%)	0,09 (90%)	0,22 (51%)	0,22 (90%)	0,38 (90%)	0,09
10	0,65 (52%)	0,15	0,63 (81%)	0,14 (91%)	0,40 (63%)	0,51 (50%)	0,39 (9%)	0,33 (40%)	0,49 (25%)	0,31
20	0,56 (38%)	0,42	0,61 (70%)	0,35 (67%)	0,47 (38%)	0,56 (37%)	0,28 (8%)	0,40 (25%)	0,46 (15%)	0,45
40	0,55 (24%)	0,46	0,63 (63%)	0,26 (42%)	0,42 (22%)	0,50 (20%)	0,21 (8%)	0,37 (5%)	0,38 (6%)	0,47
60	0,50 (20%)	0,51	0,49 (45%)	0,55 (35%)	0,67 (22%)	0,48 (16%)	0,23 (6%)	0,38 (4%)	0,40 (6%)	0,46
80	0,50 (20%)	0,51	0,49 (40%)	0,59 (30%)	0,67 (18%)	0,49 (14%)	0,24 (5%)	0,37 (3%)	0,41 (5%)	0,47
100	0,51 (16%)	0,54	0,49 (34%)	0,58 (28%)	0,64 (17%)	0,50 (12%)	0,23 (4%)	0,38 (3%)	0,40 (5%)	0,49
120	0,52 (15%)	0,59	0,54 (29%)	0,60 (25%)	0,62 (16%)	0,48 (11%)	0,24 (4%)	0,38 (3%)	0,39 (4%)	0,50
140	0,53 (14%)	0,60	0,55 (25%)	0,62 (23%)	0,62 (14%)	0,50 (10%)	0,23 (4%)	0,39 (3%)	0,38 (4%)	0,50
160	0,53 (13%)	0,60	0,56 (23%)	0,59 (22%)	0,62 (13%)	0,50 (9%)	0,23 (3%)	0,39 (3%)	0,39 (4%)	0,50
180	0,52 (12%)	0,57	0,58 (22%)	0,61 (21%)	0,60 (13%)	0,50 (9%)	0,23 (3%)	0,39 (2%)	0,40 (3%)	0,50
200	0,52 (11%)	0,57	0,56 (21%)	0,60 (20%)	0,60 (12%)	0,50 (8%)	0,24 (3%)	0,40 (2%)	0,39 (3%)	0,50
220	0,51 (11%)	0,56	0,59 (19%)	0,59 (19%)	0,60 (11%)	0,50 (8%)	0,23 (3%)	0,42 (2%)	0,40 (3%)	0,50
240	0,52 (11%)	0,58	0,60 (18%)	0,59 (19%)	0,60 (11%)	0,50 (8%)	0,23 (3%)	0,42 (2%)	0,40 (3%)	0,50
260	0,52 (10%)	0,56	0,60 (17%)	0,60 (18%)	0,60 (10%)	0,50 (7%)	0,23 (3%)	0,45 (2%)	0,40 (3%)	0,50
280	0,52 (10%)	0,56	0,60 (17%)	0,60 (17%)	0,60 (10%)	0,50 (7%)	0,23 (3%)	0,44 (2%)	0,40 (3%)	0,50
300	0,52 (9%)	0,55	0,60 (16%)	0,60 (17%)	0,60 (9%)	0,50 (7%)	0,23 (3%)	0,43 (2%)	0,40 (3%)	0,50
Среднее МЭД	0,52	0,55	0,56	0,57	0,6	0,5	0,23	0,37	0,4	0,49

Определение времени установления рабочего режима

Зависимость показаний МЭД гамма-излучения от времени
измерения



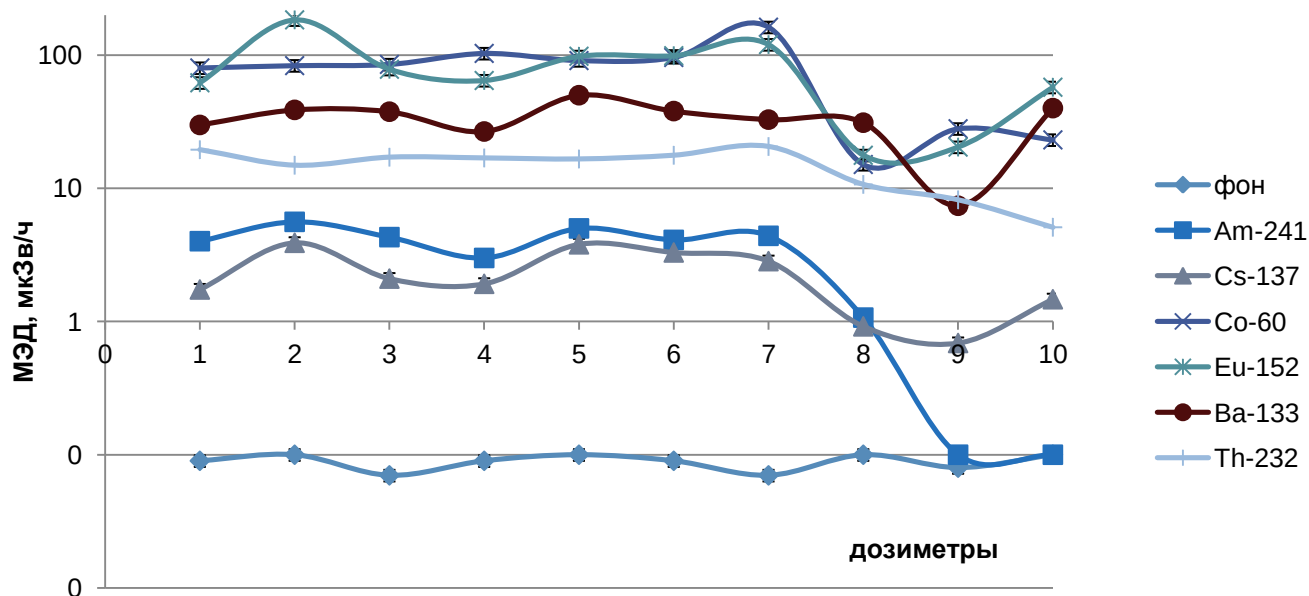
Проведение измерМЭД на поверхности объекта с повышенным уровнем ИИ

Гамма-источник	Am-241	Cs-137	Co-60	Eu-152	Ba-133	Th-232
Энергия, кэВ	59,1	661,6	1252,9	120 ÷ 1400	80 ÷ 380	238 ÷ 2615

	PM1621A	PM1610	PM1203M	PM1605	AT1121	AT1123	PM1405	PM1703M	PM1401K-01M	PM1401K-01
Номер дозиметра	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
фон	0,09	0,1	0,07	0,09	0,1	0,09	0,07	0,1	0,08	0,1
Am-241	4,01	5,6	4,3	3,0	5,0	4,1	4,4	1,07	0,1	0,1
Cs-137	1,74	3,9	2,1	1,92	3,8	3,3	2,84	0,92	0,69	1,47
Co-60	80,1	83,4	85,2	103	91	96	162	15,1	28	23,1
Eu-152	62	184	78,3	64,5	98	99	120	17,7	20,4	57,4
Ba-133	29,9	38,8	37,6	26,7	50	38	32,8	31,1	7,4	40
Th-232	19,5	14,9	17,12	16,9	16,6	17,7	20,6	10,7	8,2	5,1

Проведение измерений МЭД на поверхности объекта с повышенным уровнем ИИ

Расстояние 0 см (погрешность менее 10%)

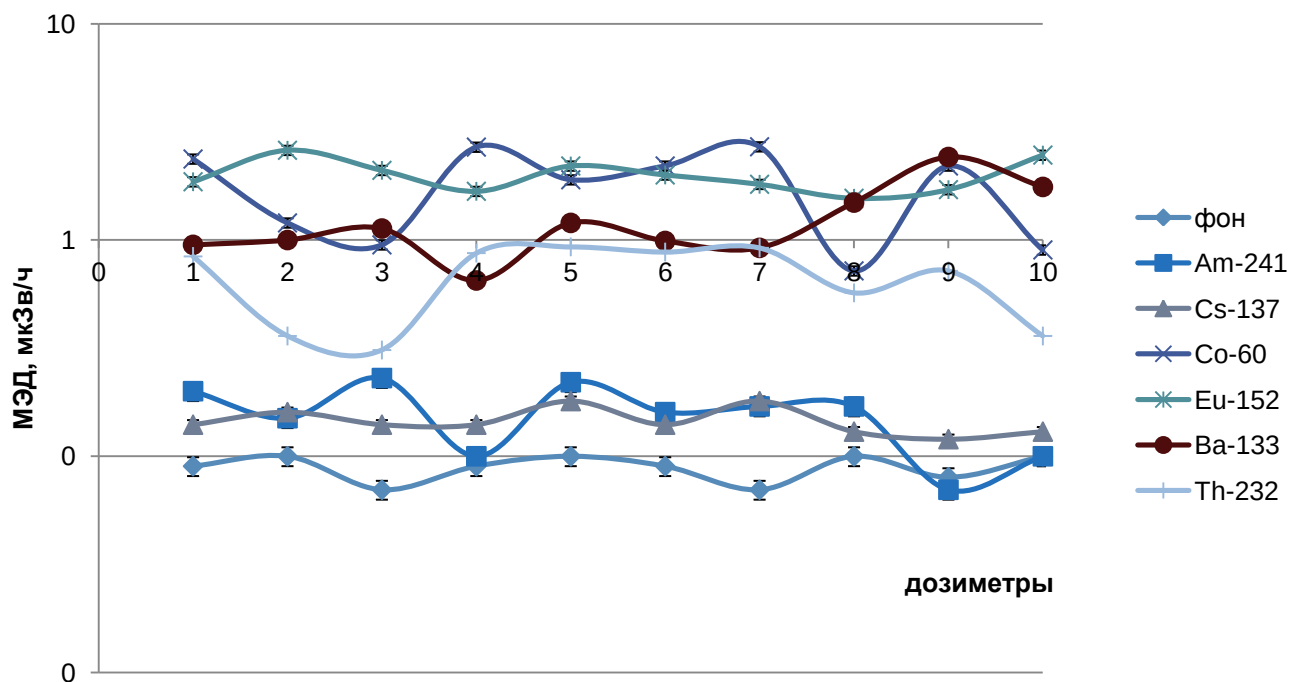


Проведение измерений МЭД на расстоянии 10 см с повышенным уровнем ИИ

	PM1621A	PM1610	PM1203M	PM1605	AT1121	AT1123	PM1405	PM1703M	PM1401K-01M	PM1401K-01
Номер дозиметра	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
фон	0,09	0,1	0,07	0,09	0,1	0,09	0,07	0,1	0,08	0,1
Am-241	0,2	0,15	0,23	0,1	0,22	0,16	0,17	0,17	0,07	0,1
Cs-137	0,14	0,16	0,14	0,14	0,18	0,14	0,18	0,13	0,12	0,13
Co-60	2,37	1,2	0,95	2,69	1,9	2,2	2,7	0,72	2,2	0,9
Eu-152	1,86	2,6	2,1	1,68	2,2	2,0	1,81	1,56	1,71	2,47
Ba-133	0,95	1,0	1,13	0,65	1,2	0,99	0,92	1,49	2,42	1,76
Th-232	0,84	0,36	0,31	0,87	0,93	0,88	0,92	0,57	0,72	0,36

Проведение измерений МЭД на расстоянии 10 см с повышенным уровнем ИИ

Расстояние 10 см (погрешность менее 10%)



Заключение

- 1) Дозиметры РМ1621 и РМ1203М полностью отвечают требованиям, предъявляемым должностными лицами таможенных органов к приборам дозиметрического контроля.
- 2) Дозиметр ДКГ-РМ1610 применять нецелесообразно (большое время измерение фона, отсутствие автоматического запуска начала измерений МЭД).
- 3) Для дозиметра ДКГ-РМ1605 время установления рабочего режима не соответствует требованиям, предъявляемым к измерителям мощности дозы, и, во-вторых, в оперативности получения результатов измерений МЭД дозиметр РМ1605 проигрывает даже дозиметру РМ1610.
- 4) Дозиметр ДКГ-РМ1405 можно успешно применять в таможенных органах.



***БЛАГОДАРЮ ЗА
ВНИМАНИЕ!***



borisenko2@mail.ru