

Радиометр-дозиметр универсальный МКС-06

Паспорт изделия

СОДЕРЖАНИЕ

1. Введение
2. Описание и работа
3. Использование по назначению
4. Методы поверки
5. Комплектность
6. Хранение
7. Сроки службы и хранения
8. Транспортирование
9. Гарантийные обязательства
10. Свидетельство о приемке

1. Введение

Настоящий документ является руководством по эксплуатации, совмещенным с паспортом и удостоверяет гарантированные предприятием - изготовителем основные параметры и технические характеристики изделия, отражающие техническое состояние радиометра - дозиметра МКС-06 (далее радиометр-дозиметр), а также содержит описание его устройства, принципа действия и другие сведения, необходимые для обеспечения полного использования технических возможностей и правильной эксплуатации.

2. Описание и работа

2.1. Описание и работа радиометра-дозиметра

2.1.1. Назначение.

Радиометр-дозиметр МКС-06 предназначен для измерения следующих параметров ионизирующих излучений в соответствии с требованиями НРБ-99:

- мощности эффективной дозы и эффективной дозы рентгеновского и гамма-излучения,
- плотности потока и флюенса альфа-частиц от загрязненных поверхностей,
- плотности потока и флюенса бета-частиц от загрязненных поверхностей,
- удельной активности образцов проб, содержащих бета-излучающие нуклиды.

2.1.2. Основные технические характеристики.

Основные метрологические характеристики радиометра-дозиметра приведены в таблице 1.

Таблица 1. Основные метрологические характеристики радиометра-дозиметра МКС-06.

Вид измеряемого излучения и измеряемая величина	Диапазон измерений	Энергетический диапазон или радионуклид	Время измерения, с	Основная погрешность, %
1. Рентгеновское и гамма-излучение				
1.1. Мощность эффективной дозы ¹⁾	0,01-1000 мкЗв/ч	0,02-3,0 МэВ	6÷2	±20
1.2. Эффективная доза	0.1-10 ⁴ мкЗв	-"-	-	±15
2. Бета-излучение				
2.1. Плотность потока ²⁾	5-10 ⁴ см ⁻² мин ⁻¹	0,05-3,5 МэВ	30	±20

2.2. Флюенс	$10-10^4 \text{ см}^{-2}$	-"-	-	± 15
2.3. Удельная активность проб ^{2,3)}	$0,05-6 \cdot 10^3 \text{ кБк.кг}^{-1}$	-"-	300	± 20
3. Альфа-излучение				
3.1. Плотность потока ²⁾	$1-10^4 \text{ см}^{-2} \text{ мин}^{-1}$	^{239}Pu	60	± 20
3.2. Флюенс	$10-10^4 \text{ см}^{-2}$	-"-	-	± 15

Примечания к таблице 1.

1) При измерении мощности дозы фотонного излучения, обработка и вывод показаний осуществляется в режиме интенсиметра, причем постоянная интегрирования меняется от 6с при мощности дозы менее 2 мкЗв/ч до 2с с увеличением мощности дозы до 8 мкЗв/ч и более.

2) При измерении плотности потока альфа- и бета-частиц, а также удельной активности образцов проб время измерения указано для малых уровней излучения (до значений, при которых за время измерения набирается число импульсов, обеспечивающих статистическую погрешность $\pm 3\%$). При больших уровнях излучения время измерения автоматически уменьшается и определяется набранным числом импульсов, обеспечивающих статистическую погрешность $\pm 3\%$.

3) Измерения удельной активности проб в диапазоне $0,05-0,2 \text{ кБк.кг}^{-1}$ проводятся в режиме "Σ", и время измерения задается оператором исходя из требуемой величины погрешности измерения.

2.1.2.2. Номинальные и измеренные значения технических характеристик радиометра-дозиметра приведены в таблице 2.

Характеристика	Номинальное значение	Измеренное значение
Чувствительность при измерении мощности эффективной дозы и дозы гамма-излучения составляет при градуировке по образцовому источнику ^{137}Cs , мкЗв^{-1} , не менее	$2,16 \cdot 10^5$	

Чувствительность при измерении плотности потока и флюенса альфа-частиц при градуировке по плоскому образцовому источнику ^{239}Pu , см^2 , не менее	13	
Чувствительность при измерении плотности потока и флюенса бета-частиц при градуировке по плоскому образцовому источнику ^{90}Sr - ^{90}Y , см^2 , не менее	15	
Чувствительность при измерении удельной активности образцов проб, содержащих бета-излучающие нуклиды с при градуировке по ОРР ^{90}Sr - ^{90}Y в воде, кг/кБк с , не менее	1.5	
Чувствительность к бета-излучению нуклида ^{90}Sr - ^{90}Y при измерении плотности потока и флюенса альфа-излучения, см^2 , не более	0.1	
Чувствительность к альфа-излучению ^{239}Pu при измерении плотности потока и флюенса бета-излучения, см^2 , не более	0.2	
Уровень собственного фона при внешнем гамма-фоне 0.10мкЗв/ч , не более: - при измерении плотности потока бета-излучения, $\text{мин}^{-1}\text{см}^{-2}$, не более - при измерении плотности потока альфа-излучения, $\text{мин}^{-1}\text{см}^{-2}$, не более - при измерении удельной активности образцов проб, кБк/кг , не более	6 0.02 1.5	
Время установления рабочего режима, мин, не более	5	
Нестабильность показаний от среднего значения показаний за 8 ч непрерывной работы, %, не более	± 10	
Пределы допускаемой дополнительной погрешности при воздействии повышенной температуры (до 40°C) и пониженной температуры (от -10°C) на каждые 10°C изменения температуры, %, не более	± 10	
Пределы допускаемой дополнительной погрешности		

при воздействии повышенной влажности (до 75% при 35° С), %, не более	± 15	
Пределы допускаемой дополнительной погрешности при воздействии постоянного магнитного поля напряженностью не более 400А/м, %, не более	± 10	

2.1.2.3. Энергетическая зависимость чувствительности.

Энергетическая зависимость чувствительности радиометра-дозиметра МКС-06 не отличается более чем на $\pm 20\%$ от значений, приведенных на рис.1 при измерении рентгеновского и гамма-излучения и на рис.2 при измерении плотности потока и флюенса бета-частиц и удельной активности образцов проб по бета-излучающим нуклидам.

Рисунок 1. Энергетическая зависимость чувствительности радиометра-дозиметра МКС-06 при измерении рентгеновского и гамма-излучения.

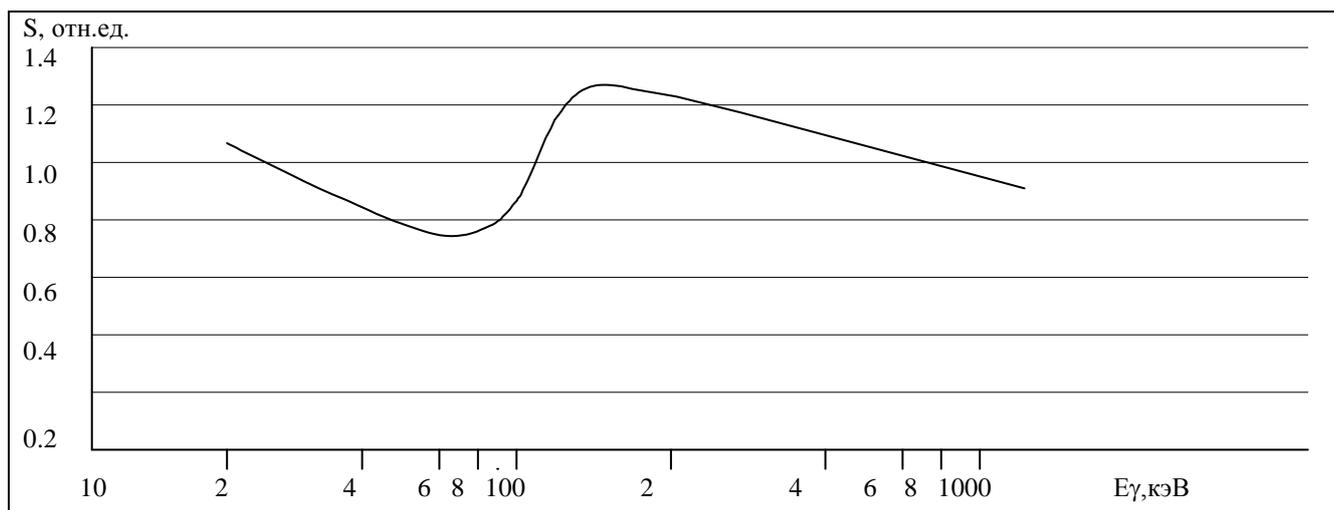
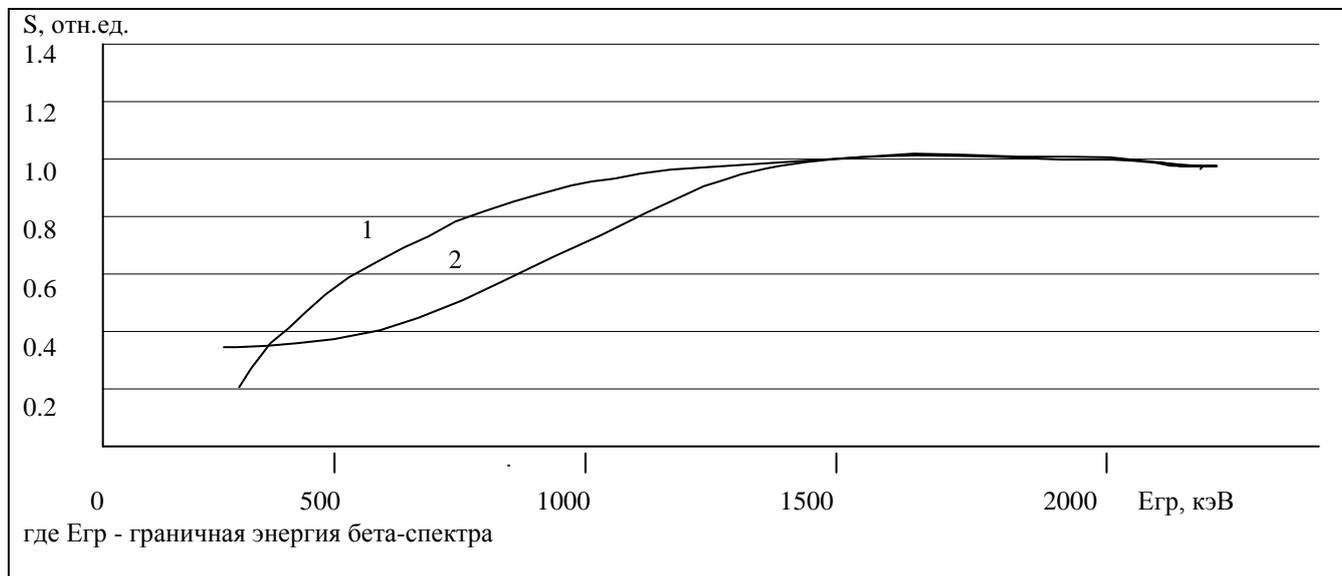


Рисунок 2. Энергетическая зависимость чувствительности радиометра-дозиметра МКС-06 при измерении плотности потока и флюенса бета-излучения (кривая 1) и удельной активности образцов проб (кривая 2).



2.1.2.4. Питание. Питание радиометра-дозиметра осуществляется от 4-х аккумуляторов типа АА. Время непрерывной работы с аккумуляторами до их перезарядки не менее 15 часов. Зарядка аккумулятора производится с помощью зарядного устройства, входящего в комплект поставки. Время зарядки 15 часов. При работе в циклическом режиме время работы увеличивается и зависит от длительности циклов и пауз между ними.

2.1.3. Устройство и принцип работы.

2.1.3.1. Принцип работы радиометра-дозиметра

Радиометр-дозиметр МКС-06 представляет собой интеллектуальный многофункциональный прибор с микропроцессорным управлением и одним блоком детектирования на основе фосвич-детектора. Фосвич-детектор состоит из двух сцинтилляторов: медленного ($ZnS(Ag)$), расположенного сверху быстрого сцинтиллятора (сцинтиллирующая пластмасса).

Дискриминация импульсов по длительности и амплитуде от каждого из сцинтилляторов позволяет проводить измерения альфа-, бета- и гамма-(при наличии фильтра) излучений отдельно при сохранении высокой чувствительности по каждому виду измеряемого излучения.

Схема радиометра содержит функциональный узел, обеспечивающий разделение

импульсов, обусловленных альфа- и бета-излучением. После разделения импульсы поступают на устройство обработки и отображения информации.

Устройство обработки и отображения информации выполнено на основе двух однокристальных микро-ЭВМ PIC16C57 (Д1 и Д2). Микросхема Д1 осуществляет счет сигналов, поступающих с выхода усилителя-дискриминатора, преобразование их в измеряемую величину и вывод ее на устройство индикации. Микросхема Д2 осуществляет считывание значений чувствительности детектора к измеряемым излучениям, фиксирует нажатие кнопок управления и пересылает указанную информацию на микросхему Д1. Цифровые значения измеряемой величины пересылаются с микросхемы Д1 на микросхемы Д4...Д7 (декады), которые управляют работой двухстрочного жидкокристаллического индикатора. Указанный жидкокристаллический индикатор расположен на лицевой панели прибора, и с него считываются показания прибора. Для подачи звуковых и световых сигналов используется пьезоэлектрический излучатель звука НРМ14АХ и светодиод, расположенный на лицевой панели, на которые поступают электрические сигналы с мультивибратора, выполненного на микросхеме Д3, управляемой в свою очередь однокристальной микро-ЭВМ Д1. Включение прибора осуществляется с помощью кнопки "ВКЛ" и триггеров Д9.1., Д9.2., фиксирующих нажатие кнопки. Кроме того, в устройстве обработки и отображения установлен источник питания прибора, выполненный на основе стабилизаторов КР170ЕН5.

Высокое напряжение для питания ФЭУ формируется высоковольтным источником питания, основой которого являются повышающий трансформатор и диодный умножитель. На вход трансформатора подается регулируемое напряжение, величина которого устанавливается подстроечными резисторами, а заданное значение напряжения поддерживается с помощью обратной связи с выхода высокого напряжения на вход источника регулируемого напряжения. Кроме того, схема содержит источник высокостабильного низковольтного опорного напряжения, используемого для установления значения высоковольтного напряжения для ФЭУ и в качестве опорного напряжения для усилителя-дискриминатора.

2.1.3.2. Конструкция.

2.1.3.2.1. Электронная схема и блок детектирования радиометра-дозиметра смонтированы в одном корпусе, выполненном в форме "пистолета".

Блок детектирования представляет собой трубу с конусной частью, внутри которой расположены ФЭУ и детектор, наклеенный на конусный световод из оргстекла. Площадь рабочей поверхности детектора 35см^2 . Снаружи сцинтиллятор покрыт двумя слоями

светозащитной пленки. Блок детектирования имеет фланец, с помощью которого он крепится к одному из торцов корпуса. На фланце блока детектирования крепится бленда, во внутреннюю полость которой может вставляться фильтр, использующийся при измерении гамма-излучения (гамма-фильтр) или фильтр, использующийся при измерении бета-излучения (бета-фильтр).

На противоположной торцевой стороне корпуса расположена лицевая панель прибора, на которой расположены органы управления (кнопочный переключатель) и индикации (жидкокристаллический индикатор) и светодиод.

На нижней поверхности корпуса радиометра-дозиметра располагается гайка, открывающая доступ к органам регулировки чувствительности радиометра-дозиметра.

2.1.3.2.2. Органы управления.

Органами управления служат шесть кнопочных переключателей, расположенных на лицевой панели:

Вкл – кнопка включения и выключения радиометра-дозиметра,

Р – кнопка выбора вида измеряемого излучения, после нажатия на которую можно выбрать следующие виды измерений:

1. измерение мощности дозы или дозы внешнего гамма-излучения,
2. измерение плотности потока или флюенса альфа-частиц,
3. измерение плотности потока или флюенса бета-частиц,
4. измерение удельной активности образцов проб, содержащих бета-излучающие

нуклиды

I – кнопка включения режима работы, при котором измеряются радиационные величины в единицу времени (мощность дозы и плотность потока), а также производится включение звуковой и светодиодной индикации измеряемого излучения.

Σ – кнопка включения режима работы, при котором измеряются радиационные величины за время, задаваемое оператором (доза, флюенс).

Ф – кнопка для включения режима замера фона.

S - кнопка для включения и выключения подсветки жидкокристаллического табло.

2.1.3.2.3. Органы индикации.

2.1.3.2.3. Цифровое жидкокристаллическое табло.

Индикация осуществляется на цифровом жидкокристаллическом табло, на котором в зависимости от нажатия кнопок высвечиваются значения измеряемых величин, определяемые органами управления, единицы измеряемой величины, вид измерения, цифровой интенсивметр типа «бегущая строка» и значок разряда аккумуляторов.

2.1.3.2.3.3. Органы звуковой и световой индикации.

Органами звуковой и световой индикации являются звуковой сигнализатор типа НРМ14АХ, расположенный под лицевой панелью, и светодиод, расположенный на лицевой панели. Звуковой и световой сигнализаторы подают следующие звуковые сигналы:

- звуковые сигналы, частота следования которых пропорциональна скорости счета импульсов (до 10Гц включительно, выше этой частоты звуковые сигналы выключаются),
- звуковые и световые сигналы включения радиометра-дозиметра.

2.1.4. Виды измерений и режимы работы радиометра-дозиметра.

2.1.4.1. Информация, выдаваемая органами визуальной и цифровой индикации, зависит от вида измерения и режима работы радиометра-дозиметра, задаваемого органами управления (кнопочным переключателем).

2.1.4.2. Виды измерений радиометра-дозиметра.

Радиометр-дозиметр МКС-06 позволяет осуществлять следующие виды измерений, характеризующиеся видом измеряемого излучения и измеряемой величиной:

«мкЗв/ч Г» и «мкЗв Г»- вид измерения, при котором измеряется мощность эффективной дозы и эффективная доза гамма-излучения,

«см-2мин-1 А» и «см-2 А» - вид измерения, при котором измеряется плотность потока и флюенс альфа-частиц от загрязненных поверхностей,

«см-2мин-1 Б» и «см-2 Б» - вид измерения, при котором измеряется плотность потока и флюенс бета-частиц от загрязненных поверхностей,

«Бккг-1 Б» - вид измерения, при котором измеряется удельная активность образцов проб.

Вид измерения выбирается последовательным нажатием на кнопку "Р". При этом вид измерения начинает высвечиваться в верхней строке табло.

2.1.4.3. Режимы работы радиометра-дозиметра.

В радиометре-дозиметре МКС-06 реализовано три режима работы: режим измерения радиационных величин в единицу времени (режим "Т"), режим измерения радиационных величин за время, задаваемое оператором (режим "Σ") и режим измерения фона (режим "Ф"). Выбор режима работы радиометра-дозиметра осуществляется с помощью кнопок "Т", "Σ" и "Ф".

2.1.4.3.1. Режим измерения радиационных величин в единицу времени (режим "Т").

При работе в этом режиме радиометр-дозиметр позволяет проводить измерения следующих параметров ионизирующих излучений:

- мощность эффективной дозы гамма-излучения в единицах мкЗв/ч,
- плотность потока альфа-излучения от загрязненных поверхностей в единицах $1/\text{мин см}^2$,
- плотность потока бета-излучения от загрязненных поверхностей в единицах $1/\text{мин см}^2$,
- удельную активность образцов проб в единицах кБк/кг.

В этом режиме работы измерения происходят непрерывно и циклически. Время измерения и вывода показаний на табло задается автоматически.

При этом при измерении мощности дозы гамма-излучения измерение производится в режиме интенсиметра со сменой показаний табло 2с. При изменении измеряемой мощности дозы время выхода показаний на новую величину мощности дозы составляет 8с при мощности дозы до 2мкЗв/ч и 2с с увеличением мощности дозы до 8мкЗв/ч и более.

При измерении в режиме измерения плотности потока альфа- или бета-излучения, или удельной активности образцов проб, время измерения для нижних значений диапазона измерения приведены в таблице 1. При увеличении уровня излучения время измерения автоматически уменьшается и определяется заданной статистической погрешностью $\pm 3\%$.

Т.к. при больших уровнях излучения время измерения может достигать долей секунды, то для удобства считывания показаний прибора на табло выводятся результаты замеров с дискретностью 2с.

2.1.4.3.2. Режим измерения радиационных величин за время, задаваемое оператором (режим "Σ").

При работе в этом режиме радиометр-дозиметр позволяет измерять следующие параметры ионизирующих излучений:

- дозу гамма-излучения в единицах мкЗв,
- флюенс альфа-излучения в единицах см^{-2} ,
- флюенс бета-излучения в единицах см^{-2} ,
- при измерении в этом режиме удельной активности образцов проб результат измерения выводится в импульсах.

Кроме того, по окончании измерения в режиме "Σ" на табло можно вывести результат измерения радиационной величины в единицу времени. Это предоставляет следующие возможности при измерении радиационных величин в единицу времени в режиме "Σ":

- измерение более низких уровней излучения, чем это можно сделать при измерениях в режиме "Г",
- измерение радиационных величин с контролем статистической погрешности

измерения. Значение статистической погрешности можно определить по показаниям радиометра-дозиметра в процессе измерения. В таблице 3 приведены значения статистической погрешности измерения в доверительном интервале 0.95 в зависимости от значения измеряемой величины (доза, флюенс, временной интеграл удельной активности).

Таблица 3.

Измеряемая величина							
Эффективная доза гамма-излучения		Флюенс альфа-излучения		Флюенс бета-излучения		Удельная активность	
Показания прибора, мкЗв	Стат. погреш- ность, %	Показания прибора, см ⁻²	Стат. погреш- ность, %	Показания прибора, см ⁻²	Стат. погреш- ность, %	Показания прибора, имп.	Стат. погреш- ность, %
0,010	4,3	10,00	17,5	10,00	18,3	100,0	20
0,015	3,5	15,00	14,3	15,00	14,9	200,0	14
0,020	3,0	20,00	12,4	20,00	12,9	300,0	12
0,025	2,7	25,00	11,1	25,00	11,5	500,0	8.9
0,050	1,9	30,00	10,1	30,00	10,5	1000	6.3
		40,00	8,8	40,00	9,1	2000	4.5
		50,00	7,8	50,00	8,2	3000	3.65
		75,00	6,4	75,00	6,7		
		100,0	5,5	100,0	5,8		
		200,0	3,9	200,0	4,1		
		300,0	3,2	300,0	3,3		

Данные таблицы 2 приведены без учета вычитания фона

2.1.4.3.3. Режим измерения фона (режим "Ф").

Для удобства работы с прибором в радиометре-дозиметре МКС-06 предусмотрен режим измерения фона, в котором производится замер фона, его запоминание и последующее автоматическое вычитание из результата измерения.

Так как каждый вид измерения радиометра-дозиметра характеризуется разными градуировочными параметрами (напряжением питания ФЭУ, значениями порогов дискриминации) и разными параметрами формирующих цепочек усилителя, то фон следует набирать для каждого вида измерения отдельно.

Время набора фона следует выбирать исходя из требуемой статистической погрешности

измерения. Статистическая погрешность измерения фона определяется исходя из числа набранных импульсов фона, которое высвечивается на табло в процессе замера фона. Значения статистической погрешности для доверительной вероятности 0.95 в зависимости от числа набранных импульсов фона приведены в таблице 4.

Таблица 4.

Число набранных импульсов, имп.	Статистическая погрешность, %
100	20
200	14
300	12
500	8.9
1000	6.3
2000	4.5
3000	3.65
4000	3.16

Рекомендуется набирать не менее 300 импульсов фона.

2.1.5. Особенности режимов работы радиометра-дозиметра.

2.1.5.1. При работе во всех режимах, измерения необходимо проводить при одетой бленде (с фильтром или без него), т.к. отсутствие бленды, которая обеспечивает гарантированное расстояние 5мм между измеряемой поверхностью и светозащитной пленкой, может создать условия для загрязнения пленки или ее механического повреждения.

Кроме того, наличие бленды обеспечивает постоянство расстояния между детектором и измеряемой поверхностью при измерении плотности потока и флюенса бета-частиц при наличии и отсутствии фильтра. Это значительно повышает точность измерений.

2.1.5.2. В режиме "γ" не предусмотрено вычитание фона.

2.1.5.3. В режиме "γ" нет понятия времени измерения, т.к. в этом режиме прибор работает как интенсиметр.

2.1.5.4. Если при работе в режиме "Σ" необходимо иметь световые и звуковые сигналы, то перед включением режима "Σ" необходимо включить эти сигналы нажатием кнопки "Г" (в случае, если сигналы в этом режиме были выключены).

2.1.5.5. Измерение фона целесообразно проводить лишь в двух режимах: β(см-2мин-1) и β(кБккг-1), т.к. в режиме α (см-2мин-1) фон исчезающе мал.

2.1.5.6. Наличие режима "Ф" в радиометре значительно расширяет его возможности, т.к. кроме вычитания фона его можно использовать при проведении любых разностных измерений, где требуется высокая воспроизводимость геометрии измерений (например, проведение измерений с фильтром и без фильтра при измерении плотности потока и флюенса бета-частиц, измерении одного вида излучения на фоне другого и т.п.).

2.1.6. Работа радиометра-дозиметра в смешанных полях α -, β - и γ -излучений неизвестного состава.

Радиометр-дозиметр МКС-06 - многофункциональный прибор, позволяющий проводить измерения как в поле одного вида излучения, так и в смешанных полях излучений.

Радиометр-дозиметр МКС-06 имеет хорошие избирательные характеристики при измерении одного вида излучения на фоне сопутствующих видов излучений. Поэтому при работе в смешанных полях излучений радиометр-дозиметр обеспечивает отдельное измерение каждого вида излучения.

Вместе с тем радиометр-дозиметр МКС-06 обладает высокой чувствительностью к измеряемым излучениям.

Все эти свойства позволяют быстро и корректно определять радиационную обстановку в смешанных полях излучений неизвестного заранее состава.

2.1.6.1. Избирательность радиометра-дозиметра при работе в смешанных полях α -, β - и γ -излучений обеспечивается:

- избирательными характеристиками детектора,
- использованием схемы разделения, обеспечивающей разделение импульсов разной длительности,
- методикой измерений.

2.1.6.1.1. При измерении гамма-излучения на фоне альфа- и бета-излучений избирательность обеспечивается фильтрацией сопутствующих излучений (α , и β) гамма-фильтром.

2.1.6.1.2. При измерении альфа-излучения на фоне бета- и гамма-излучения избирательность обеспечивается нечувствительностью радиометра-дозиметра к бета- и гамма-излучению в этом режиме работы.

2.1.6.1.3. При измерении бета-излучения на фоне гамма-излучения избирательность обеспечивается разностными измерениями (с предварительным измерением фона и последующим автоматическим вычитанием фона из результата измерения)

При измерении параметров бета-излучения на фоне альфа-излучения избирательность

обеспечивается наличием схемы разделения, осуществляющей подавление импульсов, обусловленных альфа-излучением.

2.1.6.2. Порядок работы в смешанных полях излучений неизвестного состава.

2.1.6.2.1. Определить радиационную обстановку по гамма-излучению.

2.1.6.2.2. Определить радиационную обстановку по альфа-излучению.

2.1.6.2.3. Определить радиационную обстановку по бета-излучению. При этом, если измеренная плотность потока альфа-излучения более чем в десять раз превышает измеренную плотность потока бета-излучения, то для более корректного определения плотности потока бета-излучения надо ввести поправку в результат измерения плотности потока бета-излучения:

$$S_{\beta}^{ист} = S_{\beta} (1 - K \cdot S_{\alpha})$$

где $S_{\beta}^{ист}$ - истинное значение плотности потока бета-излучения,

S_{β} - измеренная плотность потока бета-излучения,

S_{α} - измеренная плотность потока альфа-излучения,

K – чувствительность к альфа-излучению при измерении плотности потока и флюенса бета-частиц.

3. Использование по назначению

3.1. Подготовка радиометра-дозиметра к работе

3.1.1. Включение радиометра-дозиметра.

3.1.1.1. Включите радиометр-дозиметр, нажав на кнопку “Вкл”.

При включении радиометра-дозиметра автоматически устанавливается режим измерения "Г" и вид измерения «мкЗв/ч Г». Прогрейте прибор в течение 10 минут.

3.1.1.2. Если после включения на индикаторе во второй строке начинает мигать значок «+», необходимо выключить радиометр-дозиметр и в срок не более суток зарядить аккумуляторы. Для этого выключить радиометр-дозиметр, подсоединить разъем зарядного устройства, включить зарядное устройство в сеть. Время заряда 15 часов.

3.1.2. Один раз в 7-10 дней проверяйте неизменность градуировки радиометра-дозиметра, используя контрольный источник.

Показания от контрольного источника проверяются в следующих видах измерений радиометра-дозиметра:

- «мкЗв/ч Г» (источник №),
- «см-2мин-1 Б» (при этом одновременно контролируется градуировка для вида измерений «Бккг-1 Б») (источник №),
- «см-2мин-1 А» (источник №).

Для этого снимите с входного окна фильтр, установите радиометр-дозиметр на кассету с контрольным источником.

Последовательным нажатием на клавишу "Г" переведите радиометр-дозиметр в вид измерения «см-2мин-1 А». Нажмите на кнопку "Σ" и наберите значение измеряемой величины (флюенса) не менее 100 см^{-2} . После этого нажмите на кнопку "Σ", и через 3 с на табло появится результат измерения в единицах см-2мин-1. Полученная величина не должна отличаться от значений, указанных в таблице 5, более чем на $\pm 10\%$.

После этого последовательным нажатием на клавишу "Г" переведите радиометр-дозиметр в вид измерения «см-2мин-1 Б» и нажмите на кнопку "Σ". Наберите значение измеряемой величины (флюенса) не менее 100 см^{-2} . После этого нажмите на кнопку «Σ», и через 3 с на табло появится результат измерения в единицах см-2мин-1. Полученная величина не должна отличаться от значений, указанных в таблице 5, более чем на $\pm 10\%$.

После этого последовательным нажатием на клавишу "Г" переведите радиометр-дозиметр в вид измерения «мкЗв/ч Г» и нажмите на кнопку "Σ". Наберите значение измеряемой величины не менее 0.01 мкЗв . После этого нажмите на кнопку "Σ", и через 3 с на табло появится результат измерения в единицах мкЗв/ч. Полученная величина не должна отличаться от значений, указанных в таблице 5, более чем на $\pm 10\%$.

Таблица 5.

Вид измерения	Показания от контрольного источника	Регулировка чувствительности
"γ мкЗв/ч"	мкЗв/ч	γ
"α см-2мин-1".	см-2мин-1	α
"β см-2мин-1"	см-2мин-1	β

Если полученные значения отличаются от указанных в таблице 5 более чем на $\pm 10\%$, отверните крышку на нижней поверхности радиометра-дозиметра и, регулируя чувствительность подстроечными резисторами, указанными в таблице 5, установите нужные показания от контрольного источника. Если этого сделать не удастся, радиометр-дозиметр подлежит ремонту и проверке.

3.1.3. Подготовка образцов проб для измерений.

При измерении удельной активности образцов проб они должны быть подготовлены.

Отобранные пробы должны быть тщательно перемешаны до получения однородных по дисперсности частиц. Для этого крупнодисперсные твердые вещества (крупы, макаронные изделия, рафинад, сушеные овощи, сухари, горох и т.д.) необходимо измельчить с помощью ступки или ручной мельницы до размера частиц не более 1 мм. Хлеб перед измельчением необходимо подсушить, а зелень, овощи и фрукты растереть до получения однородной кашицы. Пробы из капусты, фуража (сочные корма, силос, сено, солому и т.д.) уложите на разделочную доску, покрытую калькой и тщательно измельчите.

Измельченной пробой наполните кювету, пробу уплотните и поверхностный слой выравняйте трамбовкой через листок кальки таким образом, чтобы кювета была наполнена до уровня 2 мм от ее края.

Пробы из муки, томат-пасты, сметаны, горчицы и других мелкоизмельченных веществ перемешайте в своей таре, после чего наполните пробой кювету до уровня 2 мм от ее края.

Препараты из жидких проб приготавливайте непосредственно перед измерением.

Пробу из твердых жиров, мяса и т.д. поместите на разделочную доску, покрытую листом кальки. С помощью скальпеля или ножа из пробы вырежьте препарат цилиндрической формы, диаметром соответствующим размеру кюветы, толщиной 30 мм и уложите в кюветы.

Для получения более точных сведений о загрязненности рекомендуется из одной пробы готовить три одинаковых по плотности препарата, обращая внимание на то, чтобы толщина помещаемого для измерения вещества в кюветах была одинаковой.

3.1.4. После окончания работы не забывайте дезактивировать рабочую посуду, инструмент, использованные чашечки для проб раствором стирального порошка с концентрацией 1 г/л или другим дезактивирующим раствором, затем промойте водой и вытрите насухо. Радиометр-дозиметр дезактивируйте в случае загрязнения его наружных поверхностей, о чем свидетельствует резкое возрастание фоновых показаний. Слегка влажным тампоном, смоченным в приготовленном дезактивирующем растворе, отжатым от влаги, протрите поверхности радиометра-дозиметра, затем вытрите насухо.

3.1.5. Если показания радиометра-дозиметра сильно зависят от освещенности,

необходимо заменить светозащитный экран запасным.

Смена светозащитного экрана производится на выключенном приборе.

Снимите с радиометра-дозиметра бленду. Подденьте палец, крепящие светозащитный экран последовательно с нескольких сторон острым предметом. Снимите палец и удалите наружную светозащитную пленку. Затем наложите новую светозащитную пленку. Расправьте ее и сверху наденьте палец. Палец следует надевать равномерно со всех сторон, стараясь не допустить сминания пленки на входном окне радиометра-дозиметра. Если пленка сминается при одевании палец, следует, не полностью надев палец, расправить пленку, подтягивая ее за свободные концы. Расправив пленку, аккуратно надеть палец до конца. Выступающие из-под палец излишки пленки обрезать.

При смене пленок желательно, чтобы на детектор не падали прямые солнечные лучи. После смены пленок возможно повышение фона радиометра-дозиметра в течение 1 часа.

После смены пленок проверить показания радиометра-дозиметра от контрольного источника в соответствии с п.3.1.2. .

3.2. Использование радиометра-дозиметра.

3.2.1. Измерение радиационных величин в единицу времени (режим "Г").

3.2.1.1. Измерение мощности эффективной дозы гамма-излучения.

3.2.1.1.1. Наденьте на радиометр-дозиметр гамма-фильтр. Для этого отверните бленду, вдените в бленду гамма-фильтр и наверните бленду с фильтром на прибор.

3.2.1.1.2. Если измерения в этом режиме начинаются непосредственно после включения радиометра-дозиметра, то проводить измерения можно сразу после прогрева прибора.

3.2.1.1.3. Если измерения начинаются после проведения измерений в других режимах, необходимо установить режим работы "Г" и вид измерения «мкЗв/ч Г». Для этого нажмите на кнопку "Г". Затем последовательным нажатием на кнопку "Р" переведите радиометр-дозиметр в вид измерения «мкЗв/ч Г».

3.2.1.2. Измерение плотности потока альфа-излучения.

3.2.1.2.1. Измерение плотности потока альфа-излучения проводится без предварительного замера фона.

3.2.1.2.2. Проведите измерение плотности потока альфа-излучения:

- установите радиометр-дозиметр на измеряемую поверхность,
- нажмите на кнопку "Г" (при этом должен быть включенным вид измерения «см-2мин-1 А»),
- по окончании измерения на табло высветится значение плотности потока альфа-излучения.

3.2.1.3. Измерение плотности потока бета-излучения.

3.2.1.3.1. Предварительно проведите измерение фона в месте, где будет проводиться измерение бета-излучения. Для этого:

- наденьте на радиометр-дозиметр бета-фильтр,
- переведите радиометр-дозиметр в вид измерения " β см-2мин-1" путем последовательного нажатия на кнопку "Р",
- установите радиометр-дозиметр на измеряемую поверхность,
- нажмите на кнопку "Ф" и наберите необходимое число импульсов фона в соответствии с п.6.4.3.3., после чего повторно нажмите на кнопку "Ф".

3.2.1.3.2. Проведите измерение плотности потока бета-излучения:

- снимите с радиометра-дозиметра бета-фильтр,
- установите радиометр-дозиметр на то же место измеряемой поверхности, в котором проводилось измерение фона,
- нажмите на кнопку "Г" (при этом должен быть включенным вид измерения «см-2мин-1 Б»),
- по окончании времени измерения на табло высветится значение плотности потока бета-излучения, полученное после автоматического вычитания фона.

3.2.1.4. Измерение удельной активности проб.

3.2.1.4.1. Перед измерением удельной активности проведите измерение фона. Для этого:

- установите радиометр-дозиметр на пустую чашечку для проб,
- путем последовательного нажатия на кнопку "Р" переведите радиометр-дозиметр в вид измерения «Бккг-1 Б»,
- нажмите на кнопку "Ф". По окончании набора необходимого количества импульсов в соответствии с п.2.1.4.3.3. остановите набор фона повторным нажатием на кнопку "Ф".

3.2.1.4.2. Проведите измерение удельной активности пробы:

- установите радиометр-дозиметр на чашечку с пробой, приготовленной в соответствии с п.3.1.4.,

- по окончании измерения на табло высветится значение удельной активности пробы, полученное после автоматического вычитания фона.

3.2.2. Измерение радиационных величин за время, задаваемое оператором (режим "Σ").

3.2.2.1. Измерение эффективной дозы и мощности эффективной дозы гамма-излучения.

Измерение эффективной дозы и мощности эффективной дозы за время, задаваемое оператором, осуществляется следующим образом:

- наденьте на радиометр-дозиметр гамма-фильтр,
- переключите радиометр-дозиметр в вид измерения «мкЗв/ч Г»,
- для начала набора дозы нажмите на кнопку "Σ",
- по окончании набора дозы (или по достижении достаточной статистической погрешности согласно п.2.1.4.3.2., если измерение проводится с целью определения мощности эффективной дозы) нажмите на кнопку "Σ", и на табло появится значение набранной дозы, а через 3 с значение усредненной за все время измерения мощности дозы.

3.2.2.2. Измерение флюенса и плотности потока альфа-излучения.

3.2.2.2.1. Измерение флюенса и плотности потока альфа-излучения проводится без предварительного замера фона.

3.2.2.2.2. Измерение флюенса и плотности потока альфа-излучения производится следующим образом:

- установите радиометр-дозиметр на измеряемую поверхность,
- для начала измерения нажмите на кнопку "Σ" (при этом должен быть включен вид измерения «см-2мин-1 А»),
- для окончания набора флюенса (или по достижении достаточной статистической погрешности согласно п.2.1.4.3.2., если измерение проводится с целью более точного определения плотности потока бета-излучения) нажмите на кнопку "Σ", и на табло высветится значение флюенса, а через 3 с значение плотности потока.

3.2.2.3. Измерение флюенса и плотности потока бета-излучения.

3.2.2.3.1. Предварительно проведите измерение фона в месте, где будет проводиться измерение бета-излучения. Для этого:

- наденьте на радиометр-дозиметр бета-фильтр,
- переведите радиометр-дозиметр в вид измерения «см-2мин-1 Б» путем последовательного нажатия на кнопку "P",
- установите радиометр-дозиметр на измеряемую поверхность,
- нажмите на кнопку "Ф" и наберите необходимое число импульсов фона в соответствии с п.2.1.4.3.3., после чего повторно нажмите на кнопку "Ф". При этом в верхней строке табло в процессе набора фона будет высвечиваться число набираемых импульсов, а через 1 с после нажатия на кнопку «Ф» - скорость счета импульсов.

3.2.2.3.2. Измерение флюенса и плотности потока бета-частиц производится следующим образом:

- снимите бета-фильтр,
- установите радиометр-дозиметр в то же место измеряемой поверхности, в котором проводилось измерение фона,
- для начала набора флюенса нажмите на кнопку "Σ" (при этом должен быть включен вид измерения "β см-2мин-1"),
- для окончания набора флюенса (или по достижении достаточной статистической погрешности согласно п.2.1.4.3.2., если измерение проводится с целью более точного определения плотности потока бета-излучения) нажмите на кнопку "Σ", и на табло высветится значение флюенса, а через 3 с значение плотности потока бета-излучения.

3.2.2.4. Измерение удельной активности проб.

3.2.2.4.1. Проведите измерение фона согласно п.3.2.1.4.1.

3.2.2.4.2. Проведите измерение удельной активности пробы:

- установите радиометр-дозиметр на чашечку с пробой, приготовленной в соответствии с п.3.1.4.,
- нажмите на кнопку "Σ" (при этом должен быть включен вид измерения «Бккг-1 Б»),
- по достижении достаточной статистической погрешности (п.2.1.4.3.2.) остановите набор, нажав на кнопку "Σ", при этом на табло высветится набранное количество импульсов, а через 3 с значение удельной активности пробы.

3.2.3. Указание мер безопасности

В радиометре-дозиметре имеются цепи с напряжением до 1200 В. Поэтому разбирать радиометр-дозиметр можно только в выключенном состоянии. В комплект поставки входит кассета с контрольным источником. Во избежание порчи источника запрещается хранить его в кассетах со снятыми крышками. При работе с контрольным источником должны соблюдаться действующие нормы радиационной безопасности.

4. Методы поверки

4.1. Поверке подлежат вновь выпускаемые, выходящие из ремонта и находящиеся в эксплуатации радиометры-дозиметры. Последние поверяются не реже одного раза в год.

4.2. Операции поверки.

4.2.1. При проведении поверки должны выполняться следующие операции: внешний осмотр, опробование, определение основной погрешности.

4.3. Средства поверки.

4.3.1. Для поверки радиометра-дозиметра должны использоваться следующие образцовые источники:

- образцовые источники ^{137}Cs , позволяющие создать мощности эффективных доз 5-7мкЗв/ч, 50-70мкЗв/ч, 500-700мкЗв/ч.,

- образцовые источники 2 разряда ^{239}Pu типа 4П9 или 5П9 с плотностью потока 5-7мин⁻¹см⁻², 50-70мин⁻¹см⁻², 500-700мин⁻¹см⁻², 5000-7000мин⁻¹см⁻²,

- образцовые источники 2 разряда ^{90}Sr - ^{90}Y типа 4СО или 5СО с плотностью потока в диапазоне 5-7мин⁻¹см⁻², 50-70мин⁻¹см⁻², 500-700мин⁻¹см⁻², 5000-7000мин⁻¹см⁻²,

- ОРР ^{90}Sr - ^{90}Y в воде с удельной активностью 50-700кБк/кг.

4.4. Условия поверки.

4.4.1. Поверку необходимо проводить при естественном радиоактивном фоне в нормальных по ГОСТ 22261-82 климатических условиях.

4.5. Проведение поверки.

4.5.1. Внешний осмотр.

При проведении внешнего осмотра проверить:

- соответствие комплекту радиометра-дозиметра,

- наличие свидетельства о поверке (при повторной поверке),

- отсутствие ржавчины, загрязнений, повреждений.

4.5.2. Опробование радиометра-дозиметра.

4.5.2.1. Проверить светозащищенность, для чего расположить электрическую лампу накаливания мощностью 40Вт на расстоянии 40-50см от входного окна. При включении и выключении лампы показания не должны меняться более чем на $\pm 30\%$ (при измерении параметров гамма-излучения).

4.5.2.2. Проверить показания радиометра-дозиметра от контрольного источника.

4.5.3. Определить основную погрешность при измерении дозы и мощности дозы гамма-излучения.

Установить радиометр-дозиметр в поле коллимированного пучка таким образом, чтобы центральный луч пучка излучения проходил через центр детектора параллельно его оси.

В коллиматор поверочной установки поместить источник гамма-излучения ^{137}Cs . Изменяя мощность эквивалентной дозы путем замены источников и изменяя расстояние между источником и геометрическим центром детектора, снять показания для значений мощности дозы, приведенных в п.4.3.1. . Снять не менее пяти показаний в режиме "Г".

Основную погрешность Δ вычислить по формуле:

$$\Delta = \frac{P - P_0}{P_0} \cdot 100\% \quad (1)$$

где P - полученное среднее значение мощности дозы,

$$P = \frac{\sum_{i=1}^5 P_i}{5} \quad (2)$$

P_0 - истинное значение мощности дозы.

Радиометр-дозиметр считается выдержавшим поверку, если значение Δ , вычисленное по формуле (1), не превышает $\pm 20\%$.

Переключите радиометр-дозиметр в режим "Σ". Снимите не менее пяти показаний радиометра-дозиметра с одним из источников, указанных в п.4.3.1. . Статистическая погрешность измерений не должна превышать 3%.

Основную погрешность Δ вычислить по формуле:

$$\Delta = \frac{D - D_0}{D_0} \cdot 100\% \quad (3)$$

где D - среднее измеренное значение эффективной дозы, вычисленное по формуле

$$D = \frac{\sum_{i=1}^5 D_i}{5} \quad (4)$$

D_0 - истинное значение эффективной дозы.

Радиометр-дозиметр считается выдержавшим проверку, если значение Δ , вычисленное по формуле (3), не превышает $\pm 15\%$.

4.5.4. Определить основную погрешность при измерении плотности потока и флюенса альфа-частиц.

4.5.4.1. Источник типа 4П9 или 5П9 приложить к входному окну радиометра-дозиметра так, чтобы геометрический центр чувствительной поверхности источника находился на продолжении оси, проходящей через геометрический центр детектора.

Провести не менее пяти наблюдений показаний радиометра-дозиметра в режиме "Г" и вычислить среднее арифметическое значение по формуле:

$$N = \frac{\sum_{i=1}^5 N_i}{5} \quad (5)$$

Основную погрешность Δ , в процентах, вычислить по формуле:

$$\Delta = \frac{N - N_0}{N_0} \cdot 100\% \quad (6)$$

где N - вычисленное среднее значение измеряемой величины,

N_0 - истинное значение измеряемой величины,

$$N_0 = \frac{Y \cdot 60}{S},$$

где Y - выход излучения источника в угол 2π , c^{-1} ,

S - площадь источника, cm^2 .

Радиометр-дозиметр считается выдержавшим проверку, если значение Δ , вычисленное по формуле (6), не превышает $\pm 20\%$.

Перевести радиометр-дозиметр в режим измерений "Σ". Провести не менее пяти наблюдений показаний радиометра-дозиметра с статистической погрешностью, не превышающей 3%, с одним из источников, указанных в п.4.3.1. .

Вычислить среднее арифметическое значение по формуле:

$$N = \frac{\sum_{i=1}^5 N_i}{5} \quad (7)$$

Основную погрешность Δ вычислить по формуле:

$$\Delta = \frac{N - N_0}{N_0} \cdot 100\% \quad (8)$$

где N - вычисленное среднее значение измеряемой величины,

N_0 - истинное значение измеряемой величины,

$$N_0 = \frac{Y \cdot t}{S},$$

где Y - выход излучения источника в угол 2π , с⁻¹,

S - площадь источника, см²,

t - время измерения, с.

Радиометр-дозиметр считается выдержавшим поверку, если значение Δ , вычисленное по формуле (8), не превышает $\pm 15\%$.

4.5.5. Определить основную погрешность при измерении флюенса и плотности потока бета-частиц.

Определение основной погрешности аналогично приведенному в п. 4.5.4., но проводится с бета-источниками ⁹⁰Sr-⁹⁰Y типа 4CO или 5CO.

4.5.6. Определение основной погрешности при измерении удельной активности образцов проб.

4.5.6.1. Поместить радиометр-дозиметр на чашечку с образцовым раствором. Установить радиометр в режим "Г". Провести не менее пяти наблюдений показаний радиометра-дозиметра и вычислить среднее арифметическое:

$$N = \frac{\sum_{i=1}^5 N_i}{5} \quad (9)$$

Основную погрешность Δ вычислить по формуле:

$$\Delta = \frac{N - N_0}{N_0} \cdot 100\% \quad (10)$$

где N - вычисленное среднее значение измеряемой величины,

N_0 - истинное значение измеряемой величины.

Радиометр-дозиметр считается выдержавшим поверку, если значение Δ , вычисленное по формуле (10), не превышает $\pm 20\%$.

5. Комплектность

Комплект поставки радиометра-дозиметра должен соответствовать приведенному в таблице 6.

Таблица 6

Обозначение	Наименование	Кол-во, шт.	Габариты, мм
	Радиометр-дозиметр МКС-06	1	
	Гамма-фильтр толщиной 10мм	1	
	Бета-фильтр толщиной 1.5мм	1	
	Кювета для проб	4	
Комплект принадлежностей			
	Контрольный источник	1	
	Зарядное устройство	1	
Комплект эксплуатационных документов			
	Объединенное руководство по эксплуатации и паспорт	1	
	Свидетельство о поверке	1	

6. Хранение.

6.1. Условия хранения для законсервированного и упакованного прибора должны соответствовать требованиям ГОСТ 27451.

7. Сроки службы и хранения

7.1 Средний срок службы не менее 6 лет.

7.2 Нарботка на отказ не менее 6000 ч.

8. Транспортирование.

8.1. Прибор в упаковке предприятия-изготовителя допускает транспортирование на любое расстояние любым видом транспорта (за исключением морского).

8.2. При транспортировании воздушным транспортом прибор должен быть размещен в герметизированном отапливаемом отсеке.

8.3. При перевозке открытым транспортом прибор в упаковке должен быть защищен от прямого воздействия атмосферных осадков.

8.4. При перевозке водным транспортом прибор в упаковке должен находиться в трюме.

9. Гарантийные обязательства

Предприятие-изготовитель гарантирует работоспособность радиометра-дозиметра при соблюдении владельцем правил эксплуатации, изложенных в настоящем паспорте. Гарантийный срок эксплуатации радиометра-дозиметра 12 месяцев со дня продажи покупателю. Гарантийный и послегарантийный ремонт проводит предприятие-изготовитель при условии сохранения целостности пломб.

Предприятие-изготовитель оставляет за собой право вводить конструктивные и схемные изменения и при этом гарантирует сохранность основных технических характеристик.

10. Свидетельство о приемке

10.1 Радиометр-дозиметр МКС-06 заводской № _____ соответствует требованиям технической документации и признан годным к эксплуатации.

Представитель ОТК _____

Дата приемки _____