

РАДИОМЕТР  
БЕТА - ИЗЛУЧЕНИЯ  
**«БЕТА»**

ЗАВ. № 11635 1992г.

**ПАСПОРТ**  
ГД 552.00.00.000ПС

## I. НАЗНАЧЕНИЕ ИЗДЕЛИЯ

1.1. Радиометр бета-излучения "БЕТА" (далее по тексту радиометр) предназначен для контроля загрязнённости воды и продуктов питания бета-активными радионуклидами, а также для контроля радиоактивного загрязнения различных поверхностей.

1.2. Результаты измерений радиометром, полученные населением, не могут использоваться для официальных заключений о радиоактивном загрязнении объектов. Подобные заключения могут выдаваться только государственными специализированными службами.

## 2. ОСНОВНЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

2.1. Диапазон измерения удельной активности бета-излучающих радионуклидов по  $^{90}\text{Sr} + ^{90}\text{Y}$  в жидких и сипучих веществах от  $2 \cdot 10^2$  до  $4 \cdot 10^4$  Бк/кг(Бк/л) (от  $5 \cdot 10^{-9}$  до  $1 \cdot 10^{-6}$  Кй/кг(Ки/л)).

Номинальное значение чувствительности радиометра по образцовым пробам удельной активности  $^{90}\text{Sr} + ^{90}\text{Y}$  составляет  $4,3 \cdot 10^7$  кт(л)  $\text{с}^{-1} \text{Ки}^{-1}$  с погрешностью определения  $\pm 10\%$ .

2.2. Диапазон измерения поверхности загрязнённости бета-излучающими нуклидами по  $^{90}\text{Sr} + ^{90}\text{Y}$  от 10 до 1500 част/см<sup>2</sup> мин. Градуировочный коэффициент измерения поверхности загрязнённости составляет 3,5 част/с/см<sup>2</sup> мин с погрешностью определения не более  $\pm 25\%$ .

2.3. Основная погрешность при измерении бета-активности твёрдых образованных источников  $^{90}\text{Sr} + ^{90}\text{Y}$  в нормальных условиях эксплуатации при времени измерения 1000с не превышает  $\pm 2\%$  при доверительной вероятности  $P = 0,99$ .

Нормальный коэффициент от чувствительности радиометра по твёрдым радиоактивным источникам к чувствительности по

образцовому радиоактивному раствору составляет  $2,2 \cdot 10^2 \text{ кт}(\text{л})^{-1}$  с погрешностью не более  $\pm 15\%$ .

2.4. Дополнительная погрешность измерения поверхности загрязнённости бета-активными нуклидами при мощности эквивалентной дозы внешнего гамма-излучения 1 мкЗв/ч не превышает 50%.

2.5. Время измерения радиометром устанавливается оператором и может составлять: 1с, 10с, 100с, 500с, 1000с, 2000с.

2.6. Питание радиометра осуществляется от сетевого источника типа "Электроника Д2-10М" АР0.208.302ТУ или от встраиваемых сухих элементов типа "Уран" ТУ16.729.125-78 общим напряжением 4,5В.

Ток потребления радиометра при номинальном напряжении питания ( $4,5 \pm 0,45$ ) В не более 25 мА.

2.7. Время установления рабочего режима не более 1 мин.

2.8. По истечении назначенного времени измерения радиометр выдает периодический звуковой сигнал.

2.9. Время непрерывной работы радиометра не менее 8ч при нестабильности показаний  $\pm 10\%$ .

2.10. Длина соединительного кабеля блока детектора не более 1,2м.

2.11. Радиометр в упаковке выдерживает синусоидальную вибрацию частотой (10-55) Гц амплитудой не более 0,35 мм в течение 2ч.

2.12. Радиометр устойчив к воздействию температур окружающего воздуха в пределах (10-35) $^{\circ}\text{C}$ . Предел допустимой дополнительной погрешности при измерении активности образцового твёрдого плоского источника  $^{90}\text{Sr} + ^{90}\text{Y}$  активностью (20-50) Бк не превышает  $\pm 10\%$  на каждые  $10^{\circ}\text{C}$  изменения температуры окружающего воздуха относительно средней ( $20 \pm 1$ ) $^{\circ}\text{C}$ .

2.13. Радиометр сохраняет основную погрешность после пребывания в течение 2 часов при пониженных и повышенных температурах окружающего воздуха от  $-10^{\circ}\text{C}$  до  $+50^{\circ}\text{C}$  и последующей выдержке в нормальных условиях в течение 6ч.

Примечание: Со встроенными сухими элементами питания предельный интервал температур не должен превышать (0-45)°С.

2.14. Радиометр устойчив к воздействию в течение 48 часов относительной влажности 95% при температуре 35°C с последующей выдержкой в нормальных условиях в течение 24ч.

2.15. Дополнительная погрешность измеряемой величины, вызванная отклонением питающего напряжения от номинального значения в пределах (4,5 ± 0,45)В не превышает ±5%.

2.16. Радиометр устойчив к воздействию механических ударных нагрузок при транспортировании с числом ударов 80-120 в минуту и ускорением 30м/с<sup>2</sup> в течение 1ч.

2.17. Нормальные условия эксплуатации радиометра:  
температура окружающей среды (20 ± 5)°С;  
относительная влажность (65 ± 15)%;  
атмосферное давление (100 ± 4)кПа.

2.18. Рабочие условия эксплуатации радиометра:  
температура окружающей среды от 10°C до 35°C;  
относительная влажность до 80% при 25°C;  
атмосферное давление от 86кПа до 106кПа.

2.19. Габаритные размеры:  
блока индикатора - 170 x 80 x 38 мм;  
блока детектора - 91 x 74 x 56 мм;  
домика свинцового - 155 x 150 x 129 мм.

2.20. Масса:  
блока индикатора - 0,25 кг;  
блока детектора - 0,23 кг;  
домика свинцового - 19,0 кг.

2.21. Наработка радиометра на отказ не менее 6000 ч.

2.22. Назначенный срок службы радиометра не менее 5 лет.

## 2.23. Содержание драгоценных металлов:

блок индикатора	золото - 0,0402549г
	серебро - 0,1328127г

## 3. СОСТАВ РАДИОМЕТРА И КОМПЛЕКТ ПОСТАВКИ

3.1. В состав радиометра и комплект поставки должны входить изделия и эксплуатационная документация, указанные в таблице I.

Таблица I

Обозначение	Наименование	Количество для вариантов исп.				Примечание
		1	2	3	4	
Гд Б34.02.00.000	Блок детекто-ра	I	I	-	I	
Гд Б52.01.00.000	Блок индика-тора	I	I	-	-	
АГО.208.302ТУ	Сетевой блок питания	I	I	-	-	
Гд Б34.03.00.000	Домик свинцо-вый	I	-	I	-	
Гд Б52.00.01.000	Сетка защитная	I	I	-	-	
Гд Б34.03.00.005	Кювета	10	-	10	-	
Гд Б52.00.00.000ПС	Паспорт со сви-детельством о поверке	I	I	-	-	
Гд Б34.03.00.000ПС	Паспорт на до-мик свинцовый	-	-	I	-	
Гд Б34.02.00.000ПС	Паспорт на блок детекто-ра	-	-	-	I	

#### 4. УСТРОЙСТВО И ПРИНЦИП РАБОТЫ

4.1. В качестве детектора ионизирующего излучения бета-активных радионуклидов в блоке детектора радиометра используется газоразрядный счетчик СБТ-10 ОДО,339.326ТУ. При появлении в рабочем объеме счетчика ионизирующих частиц в нем развивается электрический разряд, в результате чего на выходе счетчика появляются импульсы, количество которых находится в пропорциональной зависимости от величины радиационного эффекта. Количество импульсов с помощью электрической схемы блока индикатора подсчитывается и отображается на цифровом жидкокристаллическом индикаторе.

Для уменьшения влияния на результаты измерений внешнего гамма-излучения блок детектора и измеряемые пробы помещают в домик свинцовый.

4.2. Функциональная схема радиометра, приведенная на рис. I, включает в себя следующие основные узлы:

блок детектора на базе газоразрядного счетчика СБТ-10 с токоограничивающим резистором;

узел питания блоков индикатора и детектора, преобразующий питание напряжение  $(4,5 \pm 0,45)$  В в стабилизированные напряжения 8В, 400В;

входной преобразователь, формирующий импульсы от блока детектора по длительности, амплитуде и полярности;

задающий генератор, формирующий стабильные по параметрам импульсные последовательности;

таймер, формирующий заданные временные выдержки;

устройство выбора режима, позволяющее оператору задавать необходимый режим работы радиометра и индицировать его на цифровом индикаторе;

пересчетное устройство, считающее импульсы в течение заданного временного интервала;

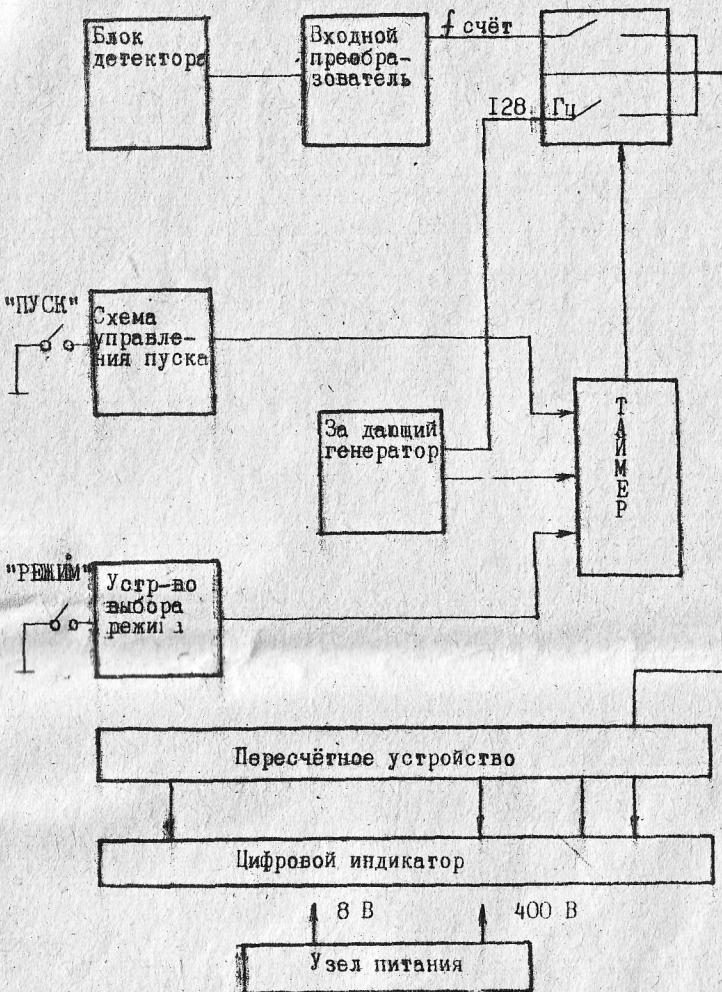


Рисунок I. Функциональная схема радиометра

цифровой индикатор, отображающий режим измерения и его результат;

схему управления пуском, запускающую радиометр на измерение при выбранном режиме и обнуляющую предыдущий результат.

#### 4.3. Назначение органов управления и режимов работы радиометра:



РЕЖИМ  
— переключатель, включающий и выключающий питание радиометра



ПУСК  
— кнопка, при помощи которой выбирается и устанавливается необходимый режим работы радиометра

ВНИМАНИЕ: Кнопка "ПУСК" срабатывает секундными импульсами, поэтому её необходимо держать в нажатом состоянии не менее 1с.

— переключатель, включающий и выключающий звуковую сигнализацию об окончании измерения

4.4. Радиометр имеет 8 режимов работы. Функциональное назначение каждого режима и его характеристики приведены в таблице 2.

Таблица 2

Номер режима	Время измерения, с	Функциональное назначение
1	2	3
0	-	Режим общего сброса и установки радиометра в исходное состояние при включении питания. В этом режиме радиометр на

Продолжение таблицы 2

I	2	3
I	I	измерение не запускается.
2	10	Автоматический запуск радиометра на повторное измерение.
3	100	Время индикации результата 1с.
4	500	Предназначен для измерения поверхности загрязнённости и определения ожидаемой скорости счёта при измерении удельной активности.
5	1000	Предназначены для измерения удельной и объёмной активности
6	2000	
7	-	
		Функциональный контроль блока индикатора. На индикаторе наблюдается подсчёт импульсов, поступающих на вход пересчётного устройства, который идет до заполнения всех знакомест. Для остановки радиометра необходимо перевести его в 0-й режим.

## 5. КОНСТРУКЦИЯ РАДИОМЕТРА

5.1. Радиометр выполнен в виде портативного прибора, внешний вид и состав которого представлен рисунком 2.

5.2. Блок индикатора (поз.1) представляет собой прямоугольный обтекаемый конструктив, внутри которого смонтирована печатная плата с элементами электрической схемы. В верхней части корпуса размещено окно для цифрового жидкокристаллического индикатора. На верхней торцевой плоскости корпуса расположена панель с переключателями включения питания (1) и звукового сигнала (2), а также разъём для подключения блока детектора. На лицевой панели корпуса блока индикатора размещены кнопки выбора режима "РЕЖИМ" и запуска радиометра на измерение "ПУСК".

На нижней торцевой плоскости корпуса расположен разъём для подключения сетевого источника питания.

На задней плоскости корпуса блока индикатора под легко снимаемой крышкой расположен отсек для встраиваемых сухих элементов питания.

5.3. Блок детектора (поз.2) состоит из счётчика типа СБТ-10, установленного в корпус из ударопрочного полиамида. Соединение счётчика с элементами схемы блока детектора осуществляется при помощи 11-ти контактной панели. Блок детектора соединяется с блоком индикатора посредством кабеля длиной не более 1,2 метра.

5.4. Домик свинцовый (поз.3) состоит из камеры и дверцы, выполненных из листового металла и залитых свинцом, и корпуса из поламида, установленного во внутренний объём домика свинцового. Корпус и пластмассовый экран на дверце домика свинцового экранируют внутренний объём последнего от собственного бета-излучения металла, из которого он изготовлен. В задней стенке домика имеется

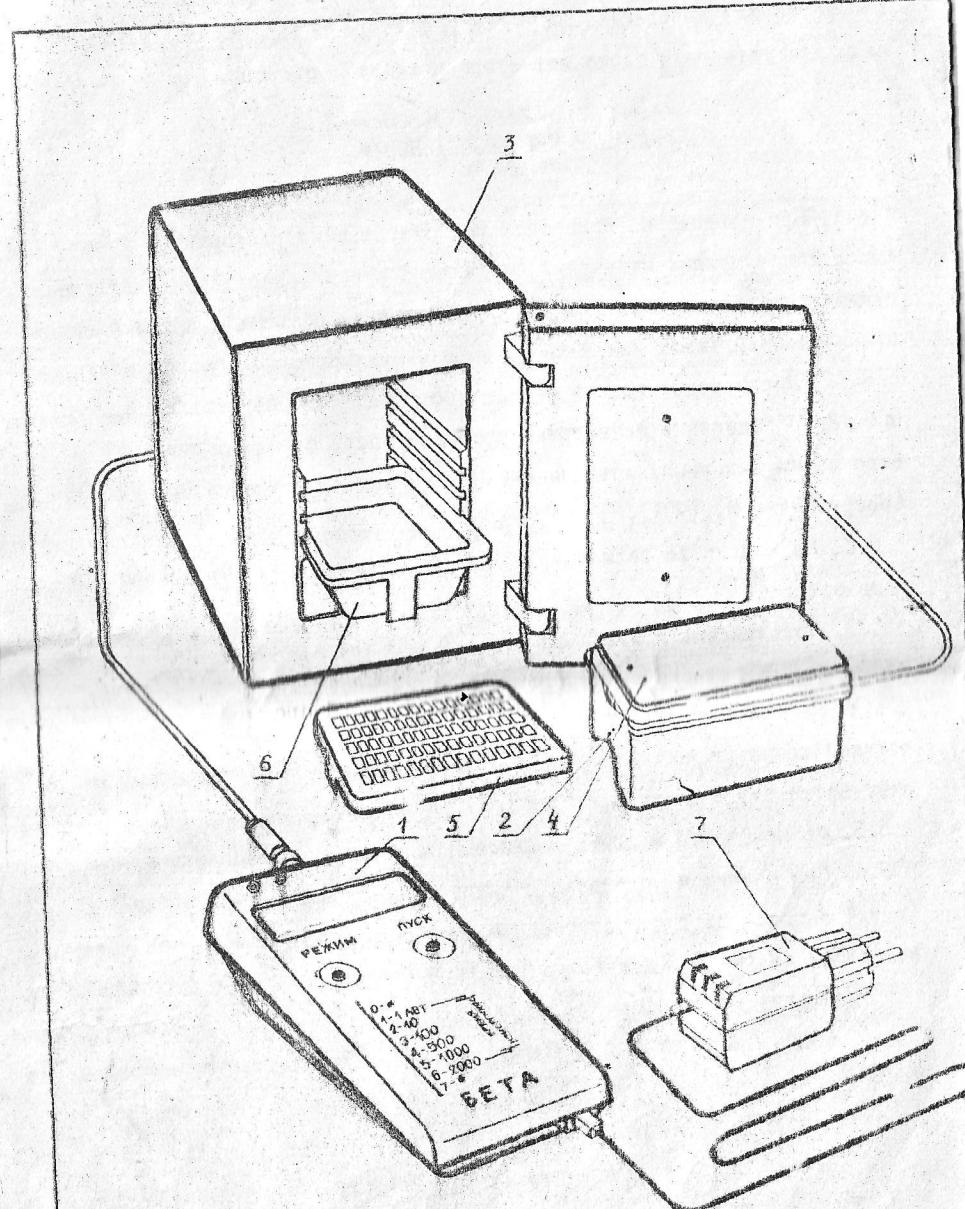


Рисунок 2. Внешний вид и состав радиометра.  
1 - блок индикатора; 2 - блок детектора; 3 - домик свинцовый;  
4 - свинцовые кирпичи; 5 - заливочная пластина; 6 - экран из свинцовых кирпичей; 7 - кабель питания.

отверстие для вывода кабеля блока детектора. В корпусе предусмотрены пазы для установки блока детектора и кювет с пробами.

## 6. УКАЗАНИЕ МЕР БЕЗОПАСНОСТИ

6.1. При проведении испытаний радиометра с использованием источников ионизирующих излучений необходимо руководствоваться инструкциями и правилами работы с радиоактивными веществами и другими источниками ионизирующих излучений и нормами радиационной безопасности НРБ-76 "Нормы радиационной безопасности НРБ-76" (Энергоиздат, М., 1981) ОСП-72/80 "Основные санитарные правила работы с радиоактивными веществами и другими источниками ионизирующих излучений ОСП-72/80" (Энергоиздат, М., 1981).

6.2. Не включайте радиометр при снятых крышках блоков индикатора и детектора.

6.3. Подключение и отключение блока детектора к блоку индикатора необходимо производить при отключённом питании.

6.4. Не устанавливайте кювету, у которой проба поднимается выше верхней кромки, в домик свинцовый. Это может привести к повреждению счётчика в блоке детектора.

6.5. Не помещайте в домик свинцовый химически агрессивных проб.

6.6. При снятии и установке защитной крышки и защитной сетки (поз.4 и поз.5 на рис.2 соответственно) соблюдайте особую осторожность! При снятии или установке защитной крышки(сетки) необходимо:

отогнуть фиксаторы;

снять (установить) защитную крышку (сетку), исключая при этом прикосновения к поверхности рабочего окна блока детектора крышкой (сеткой), другими предметами или руками;

не допускать сильных сжатий корпуса счётчика, а также его обдува со стороны открытия пластин рабочего окна потоком

воздуха (газа), создающим усилие более 1,2 кГс/см<sup>2</sup>.

## 7. ПОДГОТОВКА РАДИОМЕТРА К РАБОТЕ

7.1. После извлечения из упаковки радиометр надо осмотреть на отсутствие повреждений и убедиться в соответствии его состава таблице I. Проконтролировать наличие пломб предприятия-изготовителя.

7.2. До начала работы с радиометром изучите настоящий паспорт, принцип работы радиометра, его конструкцию и назначение органов управления.

7.3. Работа с радиометром должна проводиться в условиях, соответствующих рабочим условиям эксплуатации.

7.4. Радиометр должен быть размещён в светлом, отапливаемом помещении.

7.5. Все блоки, входящие в состав радиометра, должны располагаться на одном рабочем месте.

7.6. Расстояние между домиком свинцовым и блоком индикатора не должно превышать 1 м.

7.7. Кюветы, входящие в состав радиометра, перед измерениями должны быть тщательно промыты, высушены и не иметь следов радиоактивного загрязнения.

7.8. После длительного хранения радиометра проверьте состояние сухих элементов питания, для чего откройте крышку отсека питания, извлеките элементы из отсека и осмотрите их. В случае окисления или сульфатации элементов очистите их и установите в отсек, соблюдая полярность.

7.9. В случае работы радиометра от сети неободимо сетевой блок подключить к радиометру через штатный разъём питания.

7.10. Включите радиометр, для чего переключатель  переве-

дите в положение . Появление цифр на индикаторе прибора свидетельствует о нормальном значении питающего напряжения.

ВНИМАНИЕ: Отсутствие свечения или мерцание индикатора при работе от батарей свидетельствует о разрядке последних.

## 8. ПРОВЕРКА РАБОТОСПОСОБНОСТИ

8.1. Проверка функционирования блока индикатора осуществляется установкой его на 7-й режим работы. В этом режиме на вход пересчетного устройства подаются импульсы частотой 128 Гц и на индикаторе наблюдается последовательный счёт импульсов. Изменение состояния индикатора от 0000 до 9999 свидетельствует о его нормальном функционировании.

Примечание. Ввиду того, что частота следования импульсов в 7-м режиме равна 128 Гц, на двух младших знакоместах индикатора будут индицироваться все сегменты ( .. 88 ), что не является признаком неисправности прибора.

## 9. ПОРЯДОК РАБОТЫ

9.1. Обслуживание радиометра осуществляется одним пользователем, знающим общее устройство радиометра и требования настоящего паспорта.

9.2. При работе с радиометром выполняются простые математические вычисления с использованием следующих физических величин:

- время измерения  $t$  - время, выбранное пользователем в соответствии с таблицей 2 и установленное с помощью кнопки "РЕГИМ"; единица измерения - с.

- количество отсчётов  $N$  - количество импульсов, зарегистрированных в течение времени измерения. При измерении уровня фона количество отсчётов обозначается  $N_\varphi$ .

- скорость счёта  $n$  - количество отсчётов, регистрируемых за 1 с; единица измерения -  $s^{-1}$ .

Величина определяется по формуле:

$$n = \frac{N}{t} \cdot s^{-1};$$

При измерении уровня фона скорость счёта обозначается  $n_\varphi$ .

- градуировочный коэффициент  $K_3$  - коэффициент, связывающий скорость счёта  $n$  с плотностью потока  $\varphi$ ; единица измерения -  $s \cdot cm^{-2} \cdot min^{-1}$ . Значение  $K_3$  определяется при градуировке прибора  $K_3 = 3,5 \cdot s \cdot cm^{-2} \cdot min^{-1}$ .

- плотность потока  $\varphi$  - количество частиц, попадающих на площадь, равную 1  $cm^2$  за время, равное 1 мин; единица измерения  $cm^{-2} \cdot min^{-1}$ . Величина  $\varphi$  определяется по формуле:

$$\varphi = K_3 (n - n_\varphi) \cdot cm^{-2} \cdot min^{-1};$$

где  $n$  - общая скорость счёта (бета-частицы + фон);

$n_\varphi$  - скорость счёта фона.

- градуировочный коэффициент  $K_A$  - коэффициент, связывающий скорость счёта с удельной активностью  $A$ ; единица измерения  $s \cdot Ki \cdot kg^{-1}$ . Значение  $K_A$  выбирается в зависимости от контролируемого вещества согласно таблице 3.

Таблица 3

Контролируемое вещество	$K_A \cdot Ki \cdot kg^{-1}$
Мясо и мясные продукты, молоко и молочные продукты, рыба, птица, мука, хлеб, яйца, яичный порошок, корнеплоды, бобовые, соки	$8,35 \cdot 10^{-8}$
Фрукты, ягоды, овощи, растительность, пищевая зелень, крупяные продукты, сухие лекарственные травы, сено, комбикорма, грибы, чай, зерно	$5,26 \cdot 10^{-8}$
Вода питьевая (водопроводная, колодезная)	$8,35 \cdot 10^{-8}$
Вода озёрная, речная, прудовая	$2,32 \cdot 10^{-8}$

- удельная активность  $A_m$  - отношение активности радионуклида в образце к массе образца; единица измерения  $\text{Ки} \cdot \text{кг}^{-1}$ . Величина  $A_m$  определяется по формуле:

$$A_m = K_d (n - n_f - n_k) \text{ Ки} \cdot \text{кг}^{-1};$$

где  $n$  - общая скорость счёта (бета-частицы от внедрённого радионуклида + фон + бета-частицы от естественного радионуклида  $^{40}\text{K}$ );

$n_f$  - скорость счёта фона;

$n_k$  - скорость счёта от естественного радионуклида  $^{40}\text{K}$  (значения указаны в таблице 4).

Таблица 4

Продукт	Содержание $^{40}\text{K}$ , г. $\text{кг}^{-1}$	Удельная активность $^{40}\text{K} \times 10^9 \text{Ки}$ $\text{кг}^{-1}$	Скорость счёта		
			$n_K$ , $\text{s}^{-1}$	2	3
I	2	3	4		
Молоко и детские молочные смеси, кефир	1,50	1,20	0,05		
Молоко сухое цельное	10,0	8,0	0,33		
Молоко сгущённое:					
стерилизованное	3,1	2,48	0,10		
с сахаром	3,8	3,04	0,13		
Творог	1,15	0,92	0,01		
Сыр	2,0	1,6	0,065		
Масло сливочное	0,26	0,21	0,01		
Сметана, сливки	1,25	1,0	0,04		
Мясо и мясопродукты:					
баранина	3,45	2,76	0,11		
говядина, гелятина	3,45	2,76	0,11		
свинина	2,70	2,16	0,09		
Колбаса и мясокопчёности	4,4	3,52	0,14		
Птица	3,5	2,8	0,12		
Яйцо (меланж)	1,5	1,2	0,05		
Рыба	3,0*	2,4	0,1		
Овощи:					
картофель	5,7	4,56	0,19		

Продолжение таблицы 4

I	2	3	4
капуста	2,1*	1,68	0,07
огурцы	2,0	1,6	0,07
помидоры	2,9	2,32	0,095
свекла	2,9	2,32	0,095
морковь	2,35	1,88	0,08
Зелень	5,0	4,0	0,16
Фрукты свежие	2,6	2,08	0,085
Ягоды свежие	3,75	3,0	0,12
Хлеб пшеничный	1,05	1,48	0,06
Хлеб ржаной и ржано-пшеничный	2,1	1,8	0,07
Макаронные изделия	1,9	1,52	0,06
Крупы:			
манная	1,92	0,96	0,04
гречневая	1,7	1,36	0,055
рисовая	0,55	0,44	0,02
шено	2,0	1,6	0,065
овсяная	3,0	2,4	0,1
перловая	1,7	1,36	0,055
кукурузная	1,5	1,2	0,05
Горох лущёный	7,3	5,84	0,24
Мука:			
пшеничная в/с	1,25	1,0	0,04
пшеничная 1с	1,8	1,44	0,06
пшеничная 2с	2,5	2,0	0,08
ржаная сеянная	1,0	0,8	0,035
обдирная	1,5	1,2	0,05
обойная	3,0	2,4	0,1
Зерновые:			
пшеница	3,8	3,04	0,13
ржь	4,25	3,4	0,14
овёс	4,25	3,4	0,14
ячмень	4,55	3,64	0,15
просо	3,3	2,64	0,11
гречиха	5,3	4,24	0,17
рис	2,0	1,6	0,065
кукуруза	3,0*	2,4	0,1

Продолжение таблицы 4

I	2	3	4
<b>Зернобобовые:</b>			
горох	8,75	7,0	0,29
фасоль	11,0	8,8	0,36
соя	16,1	12,88	0,53
Чай	25,0	20,0	0,82

\* Данные средние значения наиболее употребляемых сортов

Величина активности может быть отнесена к объёму, при этом получаем объёмную активность,  $\text{Ки л}^{-1}$ .

9.3. Контроль радиационной чистоты различных поверхностей и продуктов питания без использования домика свинцового.

9.3.1. Подключить к блоку индикатора блок питания "Электроника Д2-ЮМ" и включить блок питания в сеть  $\sim 220$  В. При отсутствии электрической сети установить в отсек питания блока индикатора три батареи типа А316 ТУ16.729.125-78.

9.3.2. Подключить к блоку индикатора блок детектора. Подключение необходимо производить только при отключенном питании блока индикатора.

9.3.3. Включить блок индикатора с помощью выключателя  $\odot$ .

9.3.4. Установить на рабочее окно блока детектора защитную сетку из комплекта радиометра.

Установить время измерения  $t = 1$  с (первый режим работы) для предварительной оценки скорости счёта от поверхности контролируемого объекта.

9.3.5. Поместить блок детектора на расстояние не более 10 мм от исследуемого участка поверхности. Считать количество отсчётов  $N$ . В данном режиме время измерения составляет 1 с, поэтому измеренное число отсчётов равно скорости счёта  $N, \text{с}^{-1}$ .

9.3.6. Плавно перемещая блок детектора вблизи исследуемой поверхности, сохранив расстояние не более 10 мм, определить участки поверхности, отличающиеся повышенным значением скорости счёта и подлежащие более точному контролю. При этом необходимо исключить прикосновение к защитной сетке отдельных деталей исследуемых объектов (неровностей материала одежды, травы и т.п.).

9.3.7. Снять с рабочего окна блока детектора защитную сетку и установить защитную крышку со стальной пластиной, соблюдая требования п.б.6.

9.3.8. Установить время измерения  $t = 100$  с (третий режим).

9.3.9. Поместить блок детектора вблизи контролируемого участка. Нажать кнопку "ПУСК". По истечении времени измерения считать количество фоновых импульсов  $N_f$ . Вычислить скорость счёта фона по формуле, приведенной в п.9.2. Поскольку в данном случае  $t = 100$  с для вычисления скорости можно в числе отсчётов  $N_f$  мысленно сдвинуть запятую на два знака влево и округлить. Например,  $N_f = 123$ ,  $N_f = 1,2 \text{ с}^{-1}$ .

9.3.10. Снять с рабочего окна блока детектора защитную крышку и установить защитную сетку, соблюдая требования п.б.6.

9.3.11. Поместить блок детектора на расстояние не более 10 мм от контролируемого объекта. Нажать кнопку "ПУСК". По истечении времени измерения считать количество отсчётов  $N$ . Вычислить скорость счёта  $N$  по формуле, приведённой в п.9.2. При контроле различных участков время измерения может быть увеличено или уменьшено в зависимости от уровня регистрируемого излучения.

9.3.12. С использованием полученных значений  $N_f$  и  $N$ , вычислить плотность потока бета-частиц  $\varphi$  по формуле, приведённой в п.9.2. Например,  $N_f = 2,2 \text{ с}^{-1}$ ;  $N = 1,2 \text{ с}^{-1}$ ;  $\varphi = 3,5 \text{ см}^{-2} \text{ мин}^{-1}$ . Решение о степени радиационной чистоты принимается путём сравнения плотности потока бета-частиц с допустимым уровнем, величина которого указывается в соответствующих нормативных документах.

9.4. Контроль радиационной чистоты пищевых продуктов с использованием домика свинцового.

9.4.1. Подготовить радиометр к работе с домиком свинцовым, для чего на задней стенке последнего отвинтить крепёжную гайку, вынуть уплотнители кабеля, открыть дверцу домика свинцового, продеть в отверстие на задней стенке домика кабель блока детектора. Установить блок детектора в верхний паз корпуса домика свинцового, уплотнить кабель в отверстии уплотнителями и зафиксировать крепёжной гайкой. Подключить разъём кабеля блока детектора к разъёму блока индикатора при выключенном питании последнего. При проведении измерений в домике свинцовом защитные сетка и крышка не используются.

9.4.2. В кювету налить дистиллированную или чистую водопроводную воду и установить кювету в нижний паз корпуса домика свинцового. Установить время измерения  $t = 1000$  с (пятый режим).

9.4.3. Нажать кнопку "ПУСК". По истечении времени измерения считать количество фоновых импульсов  $N_f$  и вычислить скорость их счёта. Например,  $N_f = 1500$ ;  $N_f = 1,5 \text{ с}^{-1}$ .

При вводе радиометра в эксплуатацию в новом помещении уровень фона определяется не менее 10 раз в течение дня, затем вычисляется среднее значение по результатам 10 измерений.

Преводить измерение фона необходимо через каждые 2 часа работы. Если по результатам последующего измерения уровень фона увеличился более чем на 50% по сравнению с предыдущим, то внутренняя и внешняя поверхности домика свинцового, измерительные кюветы подлежат дезактивации. Свинцовый домик и кюветы промыть мыльным раствором. Наружные поверхности блока детектора протереть спиртом, при этом необходимо исключить прикосновение к поверхности рабочего окна.

9.4.4. Подготовить пробы к измерениям. Пробы пищевых продуктов подвергаются обработке идентичной той, которая применяется на первом этапе приготовления пищи.

Корнеплоды и картофель очищают от почвы мытьём в проточной воде. С капусты удаляют несъедобные листья. Пищевую зелень, ягоды и фрукты промывают в проточной воде. Мясо и рыбу моют, рыбу очищают от чешуи и удаляют внутренности. С колбасных изделий снимают оболочку, с сыра - слой парафина.

Подготовленные продукты измельчают при помощи мясорубки, тёрки, кофемолки и т.п. Пищевую зелень, траву, сено измельчают ножом в эмалированной кювете.

Измельчённый продукт при помощи шпателя или ложки помещают в кювету и уплотняют. Избыток с поверхности удаляют до получения плоскости, расположенной на одном уровне с верхними краями кюветы. При исследовании жидких или пастообразных продуктов кювету полностью заполняют контролируемой пробой.

9.4.5. Поместить в нижний паз корпуса домика свинцового кювету с пробой. Установить время измерения  $t = 1000$  с (пятый режим).

9.4.6. Нажать кнопку "ПУСК". По истечении времени измерения считать показания количества отсчётов  $N$ . Вычислить скорость счёта  $n$  по формуле, приведенной в п. 9.2. Например,  $N = 1900$ ,  $n = 1,9 \text{ c}^{-1}$ .

9.4.7. Вычислить значение разности количества отсчётов  $N - N_f$ .

Выбрать время измерения удельной активности согласно таблице 5.

Таблица 5

Значение разности $N - N_f$	Рекомендуемое время измерения $t, \text{ с}$
при $t = 1000$ с	
$500 \leq N - N_f$	$t = 4000$ (пятый режим)
$250 \leq N - N_f \leq 500$	$t = 2000$ (шестой режим)
$100 \leq N - N_f \leq 250$	Двукратное измерение при $t = 2000$ с
$0 \leq N - N_f \leq 100$	Кратность измерения устанавливается пользователем в зависимости от требуемой точности измерений согласно примечания

При изучении. Относительная статистическая погрешность  $\eta$  измерения разностей величины  $N - N_f$  оценивается по формуле:

$$\eta = \frac{2\sqrt{n + n_f}}{N - N_f}$$

Если известна общая скорость счёта  $n$  и скорость счёта фонда  $n_f$

$$\eta = \frac{2\sqrt{n/t - n_f/t_f}}{n - n_f}$$

где  $t, t_f$  - время измерения пробы и фона соответственно.

Если  $t = t_f$ , то время измерения при заданной относительной статистической погрешности  $\eta$  можно оценить по формуле:

$$t = \frac{4 \cdot (n + n_f)}{(n - n_f)^2 \cdot \eta^2}$$

Например,  $N_f = 1500$ ,  $n = 1900$ ,  $N - N_f = 400$ ; Следовательно время измерения  $t = 2000$  с (шестой режим).

9.4.8. Установить режим работы, выбранный в соответствии с таблицей 5. Нажать кнопку "ПУСК". После истечения времени измерения считать количество отсчётов  $N$ . Вычислить скорость счёта по формуле, приведенной в п. 9.2. При многократном измерении учитывается сум-

марное количества отсчётов и времени измерения. Например, проведено двукратное измерение при  $t = 2000$  с, зарегистрировано 2600 и 2550 отсчётов; следовательно,  $\bar{t} = 4000$  с,  $N = 5150$ ,  $n = 1,3 \text{ с}^{-1}$ .

9.4.9 Вычислить удельную активность бета-излучающих нуклидов  $m$  по формуле, приведенной в п.9.2. Например, контролируемая проба — мясо. Из таблицы 3 находим  $K_A = 8,35 \cdot 10^{-8}$  с Ки  $\text{кг}^{-1}$ . Из таблицы 4 находим  $\eta_k = 0,11 \text{ с}^{-1}$ . При измерении получены следующие результаты:  $n_1 = 1,3 \text{ с}^{-1}$ ,  $n_2 = 1,1 \text{ с}^{-1}$ . Следовательно,  $A_m = 7,5 \cdot 10^{-9} \text{ Ки} \cdot \text{кг}^{-1}$ .

Решение о степени радиационной чистоты исследуемых проб принимается путем сравнения вычисленного значения удельной (объёмной) активности с допустимым уровнем, величина которого устанавливается в соответствующих нормативных документах.

На радиометр бета-излучения "Бета" распространяется "Методика экспрессного определения объёмной и удельной активности бета-излучающих нуклидов в воде, продуктах питания, продуктах растениеводства и животноводства методом "прямого" измерения "толстых" проб" с теми же значениями чувствительности, что и для радиометра КРВИ-ЗАБ. В настоящем паспорте эти значения представлены в единицах  $K_A$  в таблице 3.

Задача естественного радионуклида  $^{40}\text{K}$  следует учитывать в тех случаях, когда измеряемая удельная (объёмная) активность находится в пределах  $10^{-9} - 10^{-7}$  Ки  $\cdot \text{кг}^{-1} (\text{л}^{-1})$ . Если удельная (объёмная) активность превышает  $10^{-7}$  Ки  $\cdot \text{кг}^{-1} (\text{л}^{-1})$ , то наличие  $^{40}\text{K}$  не оказывает существенного влияния на результаты измерений.

## 10. ПОВЕРКА РАДИОМЕТРА

10.1. Настоящая методика поверки распространяется на радиометр бета-излучения "БЕТА" ТУ88-87 Гд Б34.00.00.000 и устанавливает методику его первичной и периодических поверок.

Периодичность поверки радиометра в процессе эксплуатации и хранения устанавливается предприятием, использующим радиометр, с учётом условий и интенсивности его эксплуатации.

Для радиометра установлен межповерочный интервал 2 года.

### 10.2. Операции исредства поверки.

10.2.1. При проведении поверки должны выполняться операции и применяться средства поверки, указанные в таблице 3.

Таблица 3

Номер пункта раздела и ПС	Наименование операций, выполняемых при поверке	Поверяемые отметки	Допускаемые значения по грешностей или предельное значение определяемых параметров		Средства поверки образцы		
			1	2	3	4	5
10.5.1	Внешний осмотр						
10.5.2	Обпробование		Проверка функционирования в 7-м режиме				
	Определение метрологических параметров:						
10.6.1	Определение градуировочного коэффициента по числу бета-частот с единицей загрязнённой поверхности		Значение градуировочного коэффициента во всём диапазоне, равное 3,5 част/см <sup>2</sup>	± 25%	6С0-802 6С0-801 6С0-213		
10.6.1.9	Вычисление погрешности определения градуировочного коэффициента			± 25%			
10.6.2	Определение чувствительности радиометра по изотопам для измерения удельной активности		Значение чувствительности радиометра по изотопам во всём диапазоне, равное $4 \cdot 3 \cdot 10^7$ ки(л) $\cdot \text{с}^{-1}$	± 25%	IC0-13I IC0-2II IC0-80I		

Продолжение таблицы 3

I	2	3	4	5	6
10.6.2.5	Вычисление погрешности определения чувствительности по удельной активности		± 10%		

- Примечания: 1. Все образцовые источники на твёрдой подложке, содержащие радионуклиды  $^{90}\text{Sr}$  +  $^{90}\text{Y}$  типа 6С0 и ICO должны быть поверены и иметь свидетельства (отметки в формулярах и паспортах) о государственной или ведомственной поверке.
2. Операции по пунктам 10.5 и 10.6 должны производиться при выпуске радиометров из ремонта.

10.2.2. Основные технические характеристики образцовых и вспомогательных средств поверки указаны в таблице 4.

Таблица 4

Наименование средств поверки	Основные характеристики	Рекомендуе- мые средства поверки	Примеч.
I	2	3	4
Набор образцовых источников на твёрдой подложке, содержащие радионуклиды $^{90}\text{Sr}$ + $^{90}\text{Y}$	Размеры 155x135x1,5 мм Активность 80 Бк Площадь активной зоны $S = 160 \text{ см}^2$	6С0-80I	
	Размеры 185x135x1,5 мм Активность 800 Бк Площадь активной зоны $S = 160 \text{ см}^2$	6С0-80I	
	Размеры 185x135x1,5 мм Активность 2000 Бк Площадь активной зоны $S = 160 \text{ см}^2$	6С0-2I3	
	Диаметр $D = 35$ мм Высота $h = 1,5$ мм Активность 10 Бк Площадь активной зоны $S = 1 \text{ см}^2$	ICO-13I	

Продолжение таблицы 4

I	2	3	4
	Высота $h = 1,5$ мм Активность 20 Бк Площадь активной зоны $S = 1 \text{ см}^2$	ICO-2II	
	Диаметр $D = 25$ мм Высота $h = 1,5$ мм Активность 80 Бк Площадь активной зоны $S = 1 \text{ см}^2$	ICO-80I	

10.3. При проведении поверки должны соблюдаться требования радиационной безопасности, изложенное в правилах и нормах, упомянутых в разделе 6 настоящего паспорта.

10.4. Условия поверки и подготовка к ней.

10.4.1. При проведении поверки должны соблюдаться следующие условия:

Температура окружающей среды  $(20 \pm 5)^\circ\text{C}$ ;  
относительная влажность от 30% до 80% при температуре воздуха  $(20 \pm 5)^\circ\text{C}$ ;  
атмосферное давление от 84 кПа до 106,7 кПа;  
номинальное напряжение питания  $(4,5 \pm 0,45)\text{В}$ ;  
мощность эквивалентной дозы внешнего гаммаизлучения не более 0,25 мкЗв/ч.

10.4.2. Перед проведением поверки необходимо подготовить радиометр к работе в соответствии с требованиями раздела 7 настоящего паспорта.

10.5. Проведение поверки.

10.5.1. Внешний осмотр.

10.5.1.1. При проведении внешнего осмотра должно быть установ-

лено соответствие радиометра следующим требованиям:

радиометр не должен иметь механических повреждений или других внешних дефектов;

маркировка радиометра должна быть чёткой и соответствовать данным паспорта;

состав радиометра должен соответствовать указанному в разделе 3.

#### 10.5.2. Опробование.

10.5.2.1. Провести опробование работы блока индикатора в соответствии с разделом 8 для оценки его исправности.

10.5.2.2. Недействующие приборы бракуют и направляют в ремонт.

#### 10.6. Определение метрологических характеристик.

10.6.1. Определение градуировочного коэффициента определения поверхности загрязнённости.

10.6.1.1. Установите на рабочее окно блока детектора защитную крышку со стальной пластиной.

10.6.1.2. Проведите пять измерений количества фоновых импульсов в 3-м режиме.

10.6.1.3. Определите среднее значение скорости счёта фоновых импульсов по формуле:

$$\bar{n}_\varphi = \left( \sum_{i=1}^5 \frac{N_{\varphi i}}{t_{\varphi i}} \right) / 5;$$

где  $\bar{n}_\varphi$  - среднее значение скорости счёта фоновых импульсов,  $\text{с}^{-1}$ ;

$N_{\varphi i}$  - количество фоновых импульсов в  $i$ -том измерении;

$t_{\varphi i}$  - время  $i$ -того измерения, с.

10.6.1.4. Снимите защитную крышку со стальной пластиной и установите на блок детектора защитную сетку из комплекта радиометра.

10.6.1.5. Поместите на рабочее окно блока детектора поверх сетки образцовый источник 6С0-801 и проведите пять измерений количества

импульсов от источника в 3-м режиме.

10.6.1.6. Определите среднее значение скорости счёта от источника по формуле:

$$\bar{n} = \left( \sum_{i=1}^5 \frac{N_i}{t_i} \right) / 5;$$

где  $\bar{n}$  - среднее значение скорости счёта от источника,  $\text{с}^{-1}$ ;

$N_i$  - количество импульсов от источника в  $i$ -том измерении;

$t_i$  - время  $i$ -того измерения, с.

10.6.1.7. Определите градуировочный коэффициент определения поверхности загрязнённости по первому источнику:

$$k_{31} = P_1 / (\bar{n} - \bar{n}_\varphi);$$

где  $k_{31}$  - градуировочный коэффициент измерений поверхности загрязнённости по первому источнику, част.  $\text{с} / \text{см}^2 \text{мин.}$

$\bar{n}, \bar{n}_\varphi$  - средние значения скорости счёта от источника и скорости счёта фоновых импульсов,  $\text{с}^{-1}$ ;

$P_1$  - приведённый поток бета-частиц от источника согласно свидетельства об аттестации, част.  $\text{с} / \text{см}^2 \text{мин.}$

10.6.1.8. Определите значения  $k_{32}$  и  $k_{33}$  аналогично п.п. 10.6.1.5 - 10.6.1.7 с источниками 6С0-802 и 6С0-213.

10.6.1.9. Вычислите погрешность определения градуировочного коэффициента в начале, в середине и в конце диапазона по формулам:

$$\Delta k_1 = \left| \frac{k_{31} - k_3}{k_3} \right| \cdot 100;$$

$$\Delta k_2 = \left| \frac{k_{32} - k_3}{k_3} \right| \cdot 100\%;$$

$$\Delta k_3 = \left| \frac{k_{33} - k_3}{k_3} \right| \cdot 100\%;$$

где  $\Delta k_1$  - погрешности определения градуировочного коэффициента в начале, в середине и в конце диапазона измерения соответственно, %;

$k_{31}$  - градуировочные коэффициенты в начале, в середине и в конце диапазона измерения соответственно, част. с/см<sup>2</sup> мин;

$k_3$  - значение градуировочного коэффициента, определённое при аттестации радиометра и равное 3,5 част. с/см<sup>2</sup> мин;

Значения погрешностей градуировочного коэффициента в начале, в середине и в конце диапазона измерения не должны превышать  $\pm 25\%$ . При соблюдении этого условия действительное значение  $k_3$  принимается равным 3,5 част. с/см<sup>2</sup> мин.

#### 10.6.2. Определение чувствительности радиометра для измерения удельной активности.

10.6.2.1. Снимите с блока детектора защитную сетку и поместите его в домик свинцовый. В нижний паз корпуса домика поместите кювету с дистилированной водой, закройте дверцу домика и проведите пять измерений количества фоновых импульсов в 3-м режиме. Определите среднее значение скорости счёта фоновых импульсов аналогично п. 10.6.1.3.

10.6.2.2. Поместите на место кюветы держатель с источником ICO-131 и проведите пять измерений количества импульсов от источника в 3-м режиме. Определите среднее значение скорости счёта аналогично п. 10.6.1.6.

10.6.2.3. Повторите поместив в домик источники ICO-2II и ICO-801

проводите по пять измерений количества импульсов от источников в 3-м режиме. Определите среднее значение скорости счёта по каждому источнику аналогично п. 10.6.1.6.

#### 10.6.2.4. Рассчитайте чувствительность радиометра по твёрдым плоским источникам типа ICO по формуле:

$$S_j^T = (\bar{n}_j - \bar{n}_\varphi) / \alpha_j;$$

где  $S_j^T$  - чувствительность радиометра, рассчитанная по  $j$ -тому источнику, ки  $\text{с}^{-1}$ ;

$\alpha_j$  - активность  $j$ -того источника согласно свидетельства об аттестации, ки;

$\bar{n}_j$  - среднее значение скорости счёта от  $j$ -того источника, с  $^{-1}$ ;

$\bar{n}_\varphi$  - среднее значение скорости счёта фоновых импульсов, с  $^{-1}$ .

Рассчитайте значения чувствительности радиометра по удельной активности по формуле:

$$S_j^P = S_j^T / K_n;$$

где  $S_j^P$  - чувствительность радиометра по удельной активности, кг(л)  $\text{с}^{-1} \text{к}^{-1}$ ;

$S_j^T$  - чувствительность радиометра по твёрдым источникам типа ICO, ки  $\text{с}^{-1}$ ;

$K_n$  - переходной коэффициент, опред лёгкий при аттестации радиометра и равный  $2,2 \cdot 10^2 \text{ кг}^{-1}$ .

#### 10.6.2.5. Рассчитайте погрешность определения чувствительности радиометра в начале, в середине и в конце диапазона измерения по формулам:

$$\Delta S_1 = \left| (S_1^P - S_A^P) / S_A^P \right| \cdot 100\%;$$

$$\Delta S_2 = \left| (S_2^P - S_A^P) / S_A^P \right| \cdot 100\%;$$

$$\Delta S_3 = |(S_3^P - S_A^P)/S_A^P| \cdot 100\%$$

где  $\Delta S_1$  - значение погрешностей определения  
 $S_A^P$ , чувствительности радиометра в на-  
 $\Delta S_2$  чале, в середине и в конце диапа-  
 $\Delta S_3$  зона соответственно, %;

$S_A^P$  - значение чувствительности радио-  
 метра по удельной активности проб,  
 определённое при аттестации и рав-  
 ное  $4,3 \cdot 10^7 \text{ м}^{-1}(\text{л})_0^{-1}\text{Ги}^{-1}$ .

#### 10.7. Оформление результатов поверки.

10.7.1. Положительные результаты поверки оформляются записью в па-  
 спорте радиометра, заверенной подписью поверителя и оттиском повери-  
 тельного клейма (при первичной поверке).

10.7.2. Радиометр, прошедший поверку с отрицательным результатом к  
 выпуску из производства (ремонта), а также к применению запрещается и  
 на нём должно быть погашено ранее проставленное клеймо. В паспорт  
 радиометра должна быть внесена соответствующая запись. При этом дол-  
 жно быть выдано извещение о непригодности с указанием причин недопу-  
 стимости применения радиометра.

#### 11. ПРАВИЛА ХРАНЕНИЯ

11.1. Радиометр должен храниться в упаковке предприятия-изготовителя  
 при температуре окружающего воздуха от  $10^\circ\text{C}$  до  $40^\circ\text{C}$  и относительной  
 влажности до 80%.

11.2. Хранение радиометра без упаковки следует производить при тем-  
 пературе окружающего воздуха от  $10^\circ\text{C}$  до  $35^\circ\text{C}$  и относительной влажнос-  
 ти до 80% при температуре  $25^\circ\text{C}$ .

11.3. В местах хранения радиометра не должно быть пыли, паров кис-  
 лот и щелочей, агрессивных газов, других вредных примесей, вызывающих  
 коррозию.

#### 12. СВИДЕТЕЛЬСТВО О ПРИЁМКЕ

12.1. Радиометр бета-излучения "БЕТА" зав. номер 11635  
 соответствует техническим условиям ТУ 88-87 Гд Б34.00.00.000 и  
 признан годным для эксплуатации.

Исп.

Дата выпуска 21.02.92

Представитель ОТК завода

(подпись)

Левин

#### 13. ДАННЫЕ О ПОВЕРКЕ РАДИОМЕТРА

Номер строки	Разряд, класс точности	Периодичность поверки	Дата поверки дата подпись

## 14. ГАРАНТИИ ПРЕДПРИЯТИЯ-ИЗГОТОВИТЕЛЯ

14.1. Предприятие-изготовитель гарантирует соответствие радиометра требованиям ТУ при соблюдении условий эксплуатации, транспортировки и хранения.

14.2. Гарантийный срок эксплуатации - 12 месяцев со дня ввода в эксплуатацию или по истечении гарантийного срока хранения.

14.3. Гарантийный срок хранения устанавливается 6 месяцев со дня приёки радиометра ОТК.

14.4. При обнаружении неисправностей, возникших по вине предприятия-изготовителя в течение гарантийного срока обращаться по адресу: 256400, г. Белая Церковь Киевской области, ул. Толстого, 40

Белоцерковский опытный завод "Эталон".

## 15. СВИДЕТЕЛЬСТВО ОФ УПАКОВКИ

15.1. Радиометр бета-излучения "БЕТА" упакован предприятием-изготовителем согласно требованиям конструкторской документации.

Дата упаковки

24.03.92

Упаковку произвёл

(подпись) М.В.

Изделие после упаковки

проверил М.В.  
(подпись)

## СОДЕРЖАНИЕ

I. Назначение изделия	1
2. Основные технические характеристики	1
3. Состав радиометра и комплект поставки	4
4. Устройство и принцип работы	5
5. Конструкция радиометра	9
6. Указание мер безопасности	II
7. Подготовка радиометра к работе	12
8. Проверка работоспособности	13
9. Порядок работы	13
10. Проверка радиометра	21
11. Правила хранения	29
12. Свидетельство о приёмке	30
13. Данные о поверке радиометра	30
14. Гарантии предприятия-изготовителя	31
15. Свидетельство об "паковке"	31

Приложение. Схема электрическая  
принципиальная радиометра

Б. Церковь, кн. фр.-ко., 1991г, л. 584-2000