

Дозиметр-радиометр бытовой МКС-01СА1Б

с речевым выводом

Паспорт и руководство по эксплуатации



ООО «СНИИП-АУНИС»,
123060, г. Москва, ул. Расплетина, д. 5
тел./факс (499) 198 97 91
e-mail: info@aunis.ru
www.aunis.ru

Дозиметр-радиометр бытовой МКС-01СА1Б с речевым выводом (далее – прибор) разработан и производится в соответствии с ГОСТ 15.009-91 Система разработки и постановки продукции на производство, и комплектом конструкторской документации СНЖА.412152.001.

Прибор не требует поверки и калибровки при эксплуатации.

Результаты, полученные с помощью данного прибора, не могут использоваться для официальных заключений о радиационной обстановке и степени загрязнения.

СОДЕРЖАНИЕ

1	Введение.....	4
2	Технические характеристики.....	5
3	Общие сведения о конструкции прибора	6
4	Работа с прибором	9
4.1	Подготовка прибора к работе.....	10
4.2	Оценка мощности дозы.....	10
4.3	Оценка интегральной дозы.....	11
4.4	Оценка плотности потока бета-частиц от поверхностей	12
4.5	Оценка плотности потока альфа-частиц от поверхностей.....	12
4.6	Установка порогов сигнализации	13
5	Обслуживание	14
6	Комплект поставки	16
7	Правила хранения и транспортирование.....	16
8	Возможные неисправности и способы их устранения.....	17
9	Текущий ремонт.....	17
10	Гарантийные обязательства	17
	Приложение А (<i>Некоторые основные понятия о радиации</i>)	19
	Приложение Б (<i>Факты из жизни</i>).....	22
	Приложение В (<i>Проведение радиационного обследования жилых и общественных зданий</i>).....	23
	Приложение Г (<i>Поиск источников радиоактивных излучений, предметов и объектов, загрязненных радиоактивными нуклидами</i>).....	24
	Приложение Д (<i>Оценка радиоактивного загрязнения пищевых продуктов</i>).....	25
	Приложение Е (<i>Оценка радоновой обстановки</i>).....	27

1 ВВЕДЕНИЕ

МКС-01СА1Б – миниатюрный многофункциональный бытовой дозиметр-радиометр с ежесекундным непрерывным уточнением результата измерения и индикацией текущей статистической погрешности, а также с речевым озвучиванием и голосовой оценкой результатов измерения, предназначен для:

- оценки мощности амбиентного эквивалента дозы фотонного (гамма- и рентгеновского) излучения (далее – мощности дозы);
- оценки амбиентного эквивалента дозы фотонного (гамма- и рентгеновского) излучения (далее – дозы);
- оценки плотности потока бета-частиц от загрязненных поверхностей;
- оценки плотности потока альфа-частиц;
- поиска источников ионизирующего излучения и оперативной оценки радиационного фона;
- оценки радоновой обстановки и радиоактивного загрязнения продуктов питания.

Прибор позволяет осуществлять оперативный поиск загрязненных предметов или источников радиоактивных излучений, а также контролировать среду обитания человека (радиационную безопасность рабочих мест, жилища, местности; оценку радиоактивной загрязненности реальных объектов, продуктов питания, материалов и проб; оценку радоновой обстановки в жилых и рабочих помещениях и др.).

Речевое озвучивание и оперативный голосовой анализ результатов оценки радиационной обстановки позволяют существенно повысить удобство применения МКС-01СА1Б, как населением, так и работниками различных служб.

2 ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

2.1 Диапазоны индикации приведены в таблице 1.

Таблица 1

Физическая величина	Диапазон индикации	Единицы измерения
Мощность дозы	от 0,1 до 9 999,9	мкЗв/ч
Доза	от 0,001 до 999,9	мЗв
Плотность потока бета-частиц (по $^{90}\text{Sr}+^{90}\text{Y}$)	от 5 до 30 000	1/мин·см ²
Плотность потока альфа-частиц (по ^{239}Pu)	от 10 до 30 000	1/мин·см ²

2.2 Диапазон регистрируемых энергий фотонов – от 0,05 до 3,0 МэВ.

2.3 Нижний предел энергии регистрируемого бета-излучения – не выше 0,05 МэВ.

2.4 Нижний предел энергии регистрируемых альфа-частиц – не выше 3,0 МэВ.

2.5 Погрешность – не менее $\pm 25\%$

2.6 Устанавливаемые пользователем пороги сигнализации – во всём диапазоне измерений для каждого режима.

2.7 Периодичность речевого вывода результатов измерения мощности дозы – 1 раз в минуту. После каждого озвучивания результатов измерения следует голосовая оценка:

«нормально» менее 0,6 мкЗв/ч;

«внимание» от 0,6 до 1,2 мкЗв/ч;

«опасно» более 1,2 мкЗв/ч.

2.8 Индикация измерения и статистической погрешности – непрерывно.

2.9 Периодичность смены показаний – 1 с.

2.10 Электропитание прибора обеспечивается от:

- двух элементов питания типа АА или
- от сети через адаптер с параметрами 5 В 0,5 А.

2.11 Время непрерывной работы прибора при питании:

от элементов питания типа АА LR6.....не менее 400 ч;
от сети (адаптер с параметрами 5 В 0,5 А)..... не ограничено.

2.12 Диапазон рабочих температур – от минус 20 до +40 °С.

2.13 Габаритные размеры составляют не более 112 × 65 × 30 мм.

2.14 Масса – не более 200 г.

3 ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О КОНСТРУКЦИИ ПРИБОРА

3.1 Общий вид прибора приведен на рисунке 1.

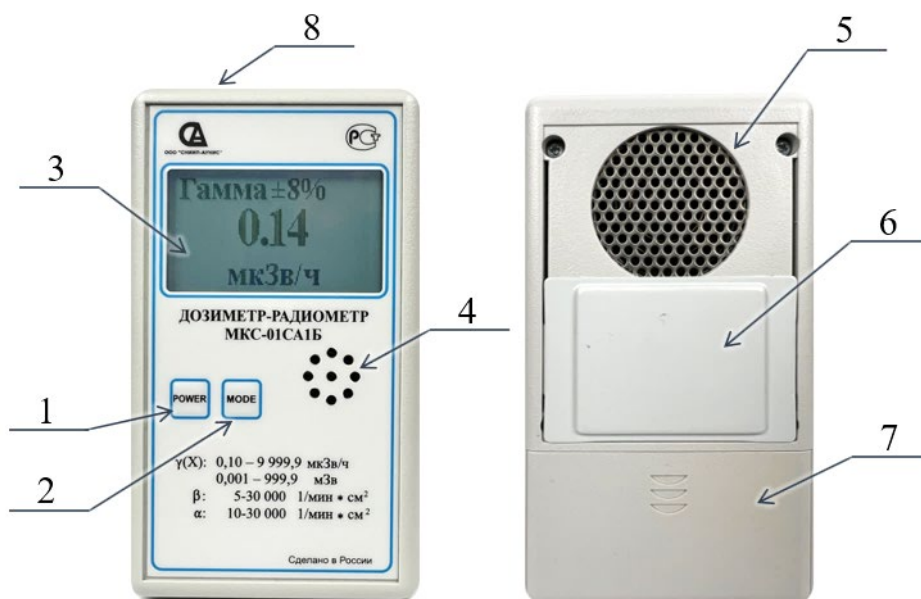


Рисунок 1

- 1 – кнопка включения/выключения «POWER»;
- 2 – кнопка выбора режима работы «MODE»;
- 3 – жидкокристаллический дисплей;
- 4 – динамик;
- 5 – чувствительное окно детектора;
- 6 – передвижной компенсирующий экран;
- 7 – крышка отсека элементов питания;
- 8 – сетевой разъём (для подключения к адаптеру напряжения).

3.2 Детектор излучения – газоразрядный счётчик.

3.3 Конструктивное исполнение – корпус из пластмассы.

3.4 Выбор режима работы осуществляется нажатием кнопки «MODE». Режимы меняются циклически, согласно схеме, представленной на рисунке 2.

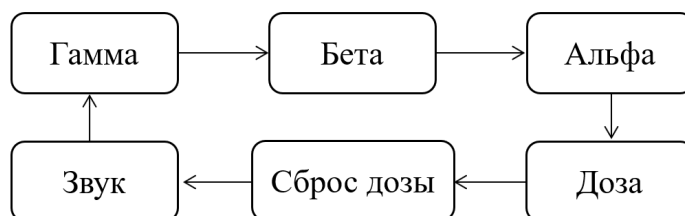


Рисунок 2

«Гамма» – оценка мощности дозы;

«Бета» – оценка плотности потока бета-частиц;

«Альфа» – оценка плотности потока альфа-частиц;

«Доза» – оценка интегральной дозы;

«Сброс дозы» – сброс (обнуление) интегральной дозы;

«Звук» – включение/выключение речевого сопровождения.

3.5 На дисплее отображается информация о режиме работы и результатах измерения. Пример отображаемой на дисплее информации представлен на рисунке 3.

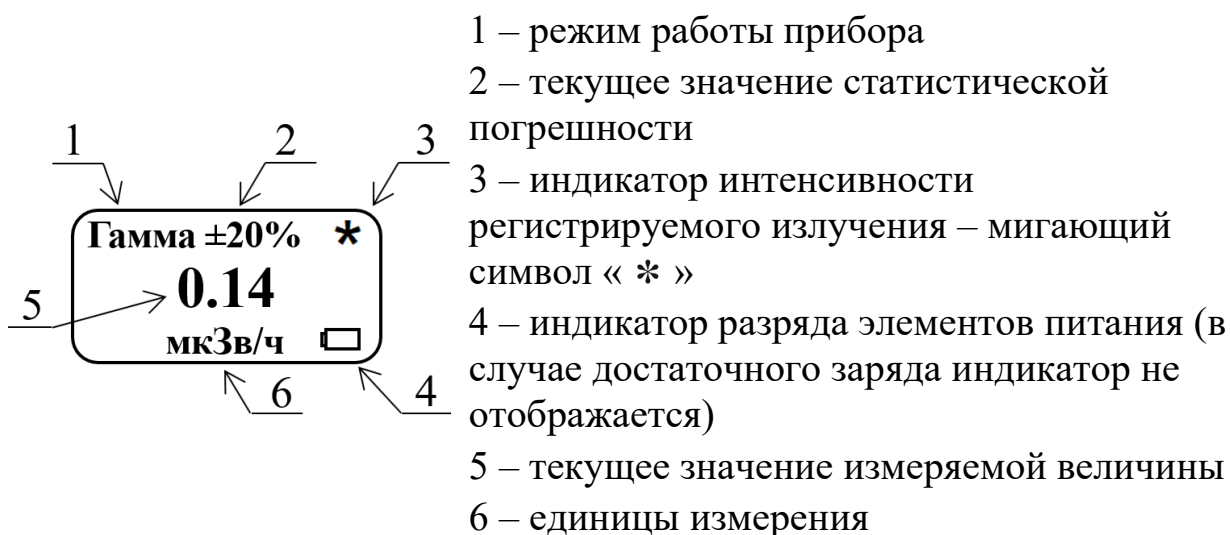


Рисунок 3

3.6 Индикация интенсивности излучения – мигающий символ «*» (поз. 3 на рис. 3) в верхней части дисплея. Каждый акт регистрации детектором единичного гамма-кванта (альфа- или бета-частицы) сопровождается кратковременным (менее 0,5 с) отображением символа «*». По изменению частоты следования этого сигнала можно проводить оперативный поиск и обнаружение участков радиоактивного загрязнения.

3.7 Сигнализация превышения установленного порога – тональный звуковой сигнал. В режиме «Гамма» воспроизводится при превышении установленного порога мощности дозы, в режиме «Бета» – при превышении установленного порога плотности потока бета-частиц, в режиме «Альфа» – при превышении установленного порога плотности потока альфа-частиц.

3.8 Сигнализация превышения порога дозы – голосовое сообщение «Превышение порога дозы» воспроизводится при превышении установленного порога дозы.

3.9 Сигнализация перегрузки – при превышении верхнего предела измерения мощности дозы $9\,999,9$ мкЗв/ч или плотности потока частиц $30\,000$ 1/мин·см² воспроизводится голосовое сообщение «Результат выше предела измерения».

3.10 Индикация разряда элемента питания – на дисплее в правом верхнем углу появляется символ в виде цилиндрического элемента питания (поз. 4 на рис. 3).

3.11 Подсветка дисплея включается кратковременным нажатием кнопки «MODE». Длительность подсветки – 10 секунд. При включённой подсветке, каждое переключение режимов работы осуществляется однократным кратковременным нажатием кнопки «MODE», одновременно, продлевая время подсветки ещё на 10 секунд. При выключенной подсветке дисплея переключение режимов работы осуществляется двукратным кратковременным нажатием кнопки «MODE» (первое нажатие включает только подсветку, не изменяя режим работы).

4 РАБОТА С ПРИБОРОМ

В приборе применен газоразрядный счетчик «БЕТА-1». Поток ионизирующего гамма- (бета-, альфа-) излучения преобразуется счетчиком в последовательность электрических сигналов. Эти сигналы формируются по длительности и амплитуде, а затем поступают на схему регистрации и индикации.

Прибор циклически ежесекундно выполняет процесс оценки и уточнения результатов измерений с индикацией на дисплее (поз. 3 на рис. 1) текущей статистической погрешности δ , % в доверительном интервале 0,95. В неизменном (стационарном) поле ионизирующего излучения показания прибора с течением времени непрерывно усредняются и уточняются. Одновременно с этим уменьшается значение погрешности δ от $\pm 99\%$ до $\pm 1\%$.

При резком изменении интенсивности излучения более чем на двойное среднеквадратическое отклонение результата измерения (2σ) происходит быстрая (в течение 1-5 с) автоматическая смена «старых» показаний прибора на «новые» и процесс усреднения и уточнения нового результата измерения повторяется.

Длительность времени измерения зависит от величины мощности дозы (плотности потока бета- и альфа-частиц) и требуемой точности измерения δ .

Показания первых циклов наблюдений полезны для первичной оценки мощности дозы (плотности потока альфа- или бета-частиц).

Для обеспечения более точного результата наблюдения, съём информации об измеряемых величинах с прибора следует производить при статистической погрешности не более 10 %.

При многократных измерениях одной и той же величины перезапуск прибора следует осуществлять кнопкой «MODE» циклически переключая режимы работ до исходного состояния.

4.1 Подготовка прибора к работе

4.1.1 Для подготовки прибора к работе со сменными элементами питания:

- снимите крышку отсека элементов питания (поз. 6 на рис. 1);
- установите, соблюдая полярность, элементы питания;
- установите на свое место крышку отсека элементов питания.

4.1.2 Для работы от сети (220 В, 50 Гц) подключите выходной разъём кабеля адаптера напряжения (5 В, 0,5 А) к сетевому разъёму питания прибора (поз. 8 на рис. 1).

4.2 Оценка мощности дозы

Для того чтобы оценить уровень мощности дозы в помещении или на открытой местности необходимо:

- закрыть рабочую поверхность детектора экраном (поз. 6 на рис. 1);
- включить питание прибора (однократно нажать и отпустить кнопку «POWER»). При включении прибора на дисплее в течение нескольких секунд отображается информация о приборе и изготовителе:

«МКС-01СА1Б
(499) 198 97 91
www.aunis.ru»;

- после включения первоначально устанавливается режим оценки мощности дозы (на дисплее высвечивается «Гамма»);
- расположить прибор на расстоянии не менее 1 м от поверхности пола (земли) и любых окружающих предметов;
- через 2-3 секунды на дисплее высветится первое усредненное значение мощности дозы и первое значение статистической погрешности, примерно $\pm 90\%$;
- для более точного определения мощности дозы зафиксировать показания дисплея через 1-2 минуты, при этом

статистическая погрешность δ уменьшится и достигнет величины близкой к 10 %;

- следует помнить, что резкое изменение интенсивности излучения (например, при резком изменении положения прибора) сопровождается сбросом накопленной информации (обнулением) и процесс измерения начинается заново.

Режим речевого сопровождения при оценке мощности дозы включается/выключается по усмотрению пользователя. Для включения звукового сопровождения с помощью кнопки «MODE» войдите в режим «Звук». Включение/выключение звукового сопровождения осуществляется путем длительного (более 2 с) нажатия кнопки «MODE»: при индикации на дисплее «Звук Вкл.» речевой вывод измерения мощности дозы происходит 1 раз в минуту; при индикации на дисплее «Звук Выкл.» речевое сопровождение отключено.

Примечание – В режиме «Звук Выкл.» голосовые сообщения «Прибор готов к работе» и «Прибор выключен» также не воспроизводятся. Сообщения «Превышение порога дозы» и «результат выше предела измерения» будут воспроизводиться в установленных случаях независимо от настроек пункта меню «Звук».

4.3 Оценка интегральной дозы

Включить питание прибора (однократно нажать и отпустить кнопку «POWER»). Кнопкой «MODE» установить режим «Доза».

В режиме «Доза» на дисплее отображается значение накопленной дозы с указанием размерности мЗв: «X.XXX мЗв».

Прибор суммирует интегральную дозу гамма-излучения с момента включения прибора в режимах «Гамма» или «Доза». В режимах работы «Бета» или «Альфа» накопление интегральной дозы не происходит.

Прибор запоминает значение накопленной дозы при его выключении (или при отсутствии элемента питания) в энергонезависимой памяти на срок более 5 лет. При каждом новом цикле оценки дозы или мощности дозы прибор суммирует результаты накопленной дозы.

Для сброса (обнуления) интегральной дозы необходимо короткими нажатиями кнопки «MODE» переключить прибор в режим «Сброс дозы» (обнуление интегральной дозы). Длительное двукратное нажатие кнопки «MODE» (более 2 с каждое нажатие) сбросит накопленную дозу и на дисплее отобразится «0.000 мЗв».

4.4 Оценка плотности потока бета-частиц от поверхностей

Для того чтобы оценить плотность потока бета-частиц от исследуемой поверхности, необходимо:

- открыть рабочую поверхность детектора, сдвинув экран (поз. 6 на рис. 1) в нижнее положение;
- включить прибор и кнопкой «MODE» установить режим «Бета»;
- разместить детектор прибора непосредственно над исследуемой поверхностью на расстоянии (3-5) мм. При достижении статистической погрешности менее 10 % зафиксировать среднее показание дисплея $N_{\phi+\beta}$, 1/мин·см²;
- закрыть рабочую поверхность детектора, сдвинув экран (поз. 6 на рис. 1) в верхнее положение и повторить измерение в той же геометрии. При достижении статистической погрешности менее 10 %, зафиксировать среднее фоновое показание дисплея N_{ϕ} , 1/мин·см²;
- вычислить плотность потока бета-частиц Φ_{β} , 1/мин·см² по формуле

$$\Phi_{\beta} = N_{\phi+\beta} - N_{\phi} \quad (1)$$

4.5 Оценка плотности потока альфа-частиц от поверхностей

Для того, чтобы оценить плотность потока альфа-частиц от исследуемой поверхности, необходимо:

- открыть рабочую поверхность детектора, сдвинув экран в нижнее положение;
- включить прибор и кнопкой «MODE» установить режим «Альфа»;

- разместить прибор тыльной стороной непосредственно над исследуемой поверхностью, так чтобы расстояние между детектором и контролируемой поверхностью было минимальным (не более 1-2 мм);
- при достижении статистической погрешности менее 10 % зафиксировать показания дисплея $N_{\phi+\alpha}$, 1/мин·см²;
- не меняя положения прибора, разместить между прибором и исследуемой поверхностью лист писчей бумаги. При достижении статистической погрешности менее 10%, зафиксировать среднее показание дисплея N_{ϕ} , 1/мин·см²;
- определить уровень загрязнения Φ_{α} , 1/мин·см² по формуле

$$\Phi_{\alpha} = N_{\phi+\alpha} - N_{\phi} \quad (2)$$

4.6 Установка порогов сигнализации

Для просмотра и редактирования порогов срабатывания сигнализации выберите нужный режим, после чего удерживайте кнопку «MODE» (более 2 с), пока на дисплее не появляется режим установки порогов сигнализации мощности дозы:

«Гамма порог
999.9 мкЗв/ч»

Редактирование значения на выделенной позиции осуществляется короткими нажатиями кнопки «MODE». Переход к следующей цифре – длительное нажатие кнопки «MODE» (более 2 с). Повторяя указанную процедуру, Вы установите желаемый порог включения тревожной сигнализации.

Выход из режима установки порога – длительное нажатие кнопки «MODE» при выделении курсором последней (младшей) значащей цифры:

«Гамма порог
999.9 мкЗв/ч»

5 ОБСЛУЖИВАНИЕ

5.1 Эксплуатационные ограничения (меры предосторожности)

Перед использованием прибора обязательно прочтите и уясните приведённые правила техники безопасности. Строго следите за соблюдением правил обращения с прибором.

Приведённые ниже меры предосторожности позволяют обеспечить безопасную и правильную эксплуатацию прибора с целью предотвратить травмирование пользователя, а также избежать повреждения прибора.

5.2 Предостережения

Храните прибор в местах, недоступных для детей младшего возраста. Случайное повреждение прибора или элементов питания может привести к серьёзной травме ребёнка.

Особенно внимательно следите за тем, чтобы используемый в приборе элемент питания не попал в руки ребёнка. Если ребёнок проглотил элемент питания, немедленно обратитесь к врачу.

Не пытайтесь разобрать или модифицировать прибор. Разборка или модификация прибора может привести к поражению электрическим током высокого напряжения. Диагностика и ремонт должны производиться только специалистами фирмы ООО «СНИИП-АУНИС».

Не используйте вещества, содержащие спирт, бензин, растворители и прочие горючие вещества, для чистки и обслуживания прибора. Использование этих веществ может привести к возгоранию.

ВНИМАНИЕ! Для предупреждения попадания под высокое напряжение питания детектора и выхода из строя элементов схемы дозиметра недопустимо вскрытие опломбированного отсека дозиметра.

5.3 Предотвращение неисправностей

Прибор следует оберегать от ударов, пыли и сырости.

В местах с повышенной запыленностью и/или влажностью рекомендуется поместить прибор в полиэтиленовый пакет. Периодически удаляйте пыль с прибора при помощи сухой, чистой фланели или кисти.

При попадании радиоактивных веществ на корпус прибора могут повыситься фоновые показания.

Загрязнение прибора может быть удалено дезактивирующим раствором. Чтобы приготовить такой раствор, необходимо развести в воде нейтральное синтетическое моющее средство в пропорции чайная ложка на литр. Дезактивацию корпуса проводить при извлеченном элементе питания. Тампон смочить в растворе, отжать и протереть корпус прибора. Затем протереть корпус сухой фланелью.

Не допускается касание острыми предметами рабочей поверхности детектора «БЕТА-1», находящегося под защитной перфорированной металлической сеткой.

5.4 Меры предосторожности при обращении с прибором

Не пытайтесь самостоятельно разбирать или ремонтировать прибор.

Не нажимайте на ЖК-дисплей и не стучите по нему, так как это может привести к появлению трещин и повреждению дисплея.

Нельзя оставлять прибор на продолжительное время под воздействием прямого солнечного и флуоресцентного света.

Время реакции ЖК-дисплея при низких температурах возрастает, а при высоких температурах экран ЖК-дисплея может стать тёмным. При комнатной температуре обычные свойства дисплея восстанавливаются.

5.5 Действия в экстремальных условиях

ВНИМАНИЕ! Если прибор с закрытой рабочей поверхностью детектора (экран в верхнем положении) зафиксировал мощность дозы более 1,20 мкЗв/ч, рекомендуется покинуть эту зону.

При необходимости обратиться в государственную санитарно-эпидемиологическую службу.

6 КОМПЛЕКТ ПОСТАВКИ

Дозиметр-радиометр бытовой МКС-01СА1Б..... 1 шт.

Элементы питания типа АА..... 2 шт.

Паспорт..... 1 шт.

Упаковка 1 шт.

7 ПРАВИЛА ХРАНЕНИЯ И ТРАНСПОРТИРОВАНИЕ

7.1 Прибор должен храниться без элементов питания в герметичном полиэтиленовом пакете при температуре окружающего воздуха от +5 до +40 °С и относительной влажности воздуха до 80 % при температуре 25 °С.

7.2 Хранение без упаковки следует производить при температуре окружающего воздуха +10 до +35 °С и относительной влажности воздуха до 80 % при температуре 25 °С.

7.3 В помещении для хранения не должно быть пыли, паров кислот и щелочей, агрессивных газов и других вредных примесей, вызывающих коррозию.

7.4 Транспортирование прибора в упаковке может производиться всеми видами закрытого транспорта на любое расстояние при температуре от минус 20 до +40 °С.

7.5 Приборы, находившиеся при температурах ниже 0 °С, должны быть выдержаны при комнатной температуре не менее 2 часов перед вскрытием упаковки и вводом их в эксплуатацию.

8 ВОЗМОЖНЫЕ НЕИСПРАВНОСТИ И СПОСОБЫ ИХ УСТРАНЕНИЯ

Таблица 1

Возможная неисправность	Вероятная причина	Способ устранения
После включения прибора на дисплее нет информации	Элементы питания не установлены или полностью разряжены	Установить или заменить элементы питания, соблюдая полярность
На дисплее появился символ в виде цилиндрического элемента питания (поз. 4 на рис. 3)	Элементы питания разряжены ниже допустимого уровня	Заменить элементы питания

9 ТЕКУЩИЙ РЕМОНТ

Ремонт прибора производится на предприятии-изготовителе:
ООО «СНИИП-АУНИС»,
123060, г. Москва, ул. Расплетина, д. 5
тел./факс (499) 198 97 91
e-mail: info@aunis.ru
www.aunis.ru

10 ГАРАНТИЙНЫЕ ОБЯЗАТЕЛЬСТВА

Предприятие-изготовитель гарантирует работоспособность прибора при соблюдении владельцем правил эксплуатации, изложенных в настоящем руководстве.

Гарантийный срок эксплуатации прибора составляет 12 месяцев со дня продажи покупателю через торговую сеть. Гарантийный и послегарантийный ремонты проводит предприятие-

изготовитель. Время нахождения прибора в гарантийном ремонте в установленный гарантийный срок не включается. Претензии не принимаются и гарантийный ремонт не производится при небрежном обращении потребителя с прибором, отсутствии гарантийного талона, отсутствии штампа магазина и даты продажи в гарантийном талоне или нарушении пломб прибора.

Гарантийный талон

Заполняет предприятие-изготовитель:

Дозиметр-радиометр бытовой МКС-01СА1Б Зав. № _____

Представитель ОТК _____ Дата выпуска _____
(подпись)

Заполняет магазин:

Дата продажи _____

Приложение А

Некоторые основные понятия о радиации

Радиоактивность и сопутствующие ей ионизирующие излучения существовали на Земле задолго до зарождения на ней жизни и присутствовали в Космосе до возникновения самой Земли. С момента зарождения Вселенной радиация постоянно наполняет космическое пространство. Радиоактивные вещества, хотя и в незначительных количествах постоянно присутствуют в окружающей человека среде. В любой живой ткани человека присутствуют в следовых (очень малых) количествах радиоактивные вещества.

Природа наделила человека органами чувств, реагирующими на свет, тепло, холод, боль и другими полезными органами, но не наделила его органами чувств, реагирующими на радиацию. Поэтому её наличие может быть обнаружено только косвенным путём с использованием современной сложной аппаратуры.

Термин «радиация» или ионизирующее излучение означает вид излучения, который изменяет физическое состояние атомов или атомных ядер превращая их в электрически заряженные ионы или продукты ядерных реакций. При определённых обстоятельствах присутствие таких ионов или продуктов ядерных реакций в тканях организма может изменять течение процессов в клетках и молекулах, а при накоплении этих событий может нарушить ход биологических реакций в организме и таким образом представлять опасность для здоровья человека.

Радиоактивное излучение является следствием радиоактивных превращений элементов, точно так же, как, например, тепловое излучение и свет являются в большинстве случаев следствием химических взаимодействий – горения. При воздействии радиоактивного излучения возникла жизнь на Земле. Радиоактивному облучению подвергались наши предки, подвергаемся мы, будут подвергаться наши потомки.

Естественное, независимое от человека радиоактивное излучение вызвано радиацией, приходящей на Землю из космоса, и радиоактивностью некоторых элементов, входящих в состав предметов окружающего нас мира, в состав воздуха, в состав тела самого человека (радон, торий, уран, калий, радий и др.). Это естественный радиоактивный фон, такое же естественное воздействие, к которому приспособлен человеческий организм, как и свет, гравитационная сила тяжести, температура окружающей среды и т.д. И так же, как в случае света, гравитации, тепла существуют определенные уровни

воздействия, при которых радиоактивное излучение не влияет на состояние организма, есть уровни, когда оно вредно и даже губительно. В определенных условиях возможно также и лечебное воздействие радиации на организм (например, уничтожение губительных для организма раковых клеток, повышение функциональной деятельности при приеме радоновых ванн).

Для количественной оценки степени воздействия различных видов радиации введены некоторые характеристики, называемые единицами измерения излучений.

Воздействие радиоактивного излучения определяется его составом, энергией частиц, мощностью потока излучения. Для оценки воздействия радиации на организм человека используется понятие «амбиентная, эквивалентная доза» — это количество энергии, поглощенной в единице массы вещества организма с учетом биологической опасности данного вида радиоактивного излучения. Единицей измерения амбиентной эквивалентной дозы является Зиверт (Зв, Sv).

Для характеристики уровня гамма-излучения, наиболее проникающей радиации и дающей основной вклад в облучение всего организма, применяется также понятие экспозиционной дозы в воздухе, для которой есть своя единица измерения – Рентген (Р). Один Зв примерно равен 100 Р (а точнее 94,5 для излучения изотопа цезий-137). Так как эти единицы достаточно велики по сравнению с обычным естественным воздействием, пользуются обычно величинами, составляющими 1 тысячную (мили) или 1 миллионную (микро) доли Зиверта или Рентгена:

$$1 \text{ Зв} = 1000 \text{ мЗв} = 1\,000\,000 \text{ мкЗв};$$

$$1 \text{ Р} = 1\,000 \text{ мР} = 1\,000\,000 \text{ мкР}.$$

Зиверт и Рентген – характеристики суммарного (интегрального) воздействия. Для оценки скорости накопления дозы используется понятие мощности дозы – количества энергии, поглощенной в единицу времени (час, минуту, секунду). Единицы измерения – Зв/ч, мкЗв/ч, мкЗв/с, Р/ч, мкР/ч и т.п.

Бета-излучение (в естественной радиоактивности, окружающей человека, его основным источником является калий-40) характеризуется мощностью потока частиц. Единица измерения – количество частиц, проходящее в единицу времени через поверхность единичной площади (1 см^2): $1/\text{мин} \cdot \text{см}^2$ или $1/\text{с} \cdot \text{см}^2$.

Альфа-излучение, представляющее собой поток тяжёлых частиц (альфа-частица идентична ядру атома гелия-4 и состоит из двух протонов и двух

нейтронов), обладает малой длиной пробега. В связи с этим альфа-частицы задерживаются, например, листом бумаги и практически не проникают через наружные слои кожи. Опасность представляет попадание веществ, испускающих альфа-частицы, внутрь организма с пищей, вдыхаемым воздухом или через наружные кожные покровы. На небольшой траектории своего пробега они обладают высокой способностью ионизировать материал, следовательно, представляют собой значительную внутреннюю радиационную угрозу.

Для характеристики мощности радиоактивного источника принято понятие – активность. Единица активности – Беккерель (Бк). Активность 1 Бк означает, что в источнике происходит 1 радиоактивное превращение каждую секунду. Ранее применялась единица Кюри (Ки). 1 Кюри – это активность 1 грамма радия. Связь между Кюри и Беккерелем довольно сложная:

$$1 \text{ Кюри} = 3,7 \cdot 10^{10} \text{ Бк (37 миллиардов Бк).}$$

Чтобы представить себе, что такое эти единицы, приведем несколько примеров. Обычно фон вызывает облучение человека на уровне 1-2 мЗв (100-200 мР) в течение года, причем около 2/3 этой величины обусловлено внутренними источниками, находящимися внутри человека (внутреннее облучение). При этом мощность дозы внешнего гамма-излучения составляет 10-15 мкР/ч. Эта величина средняя и может меняться в несколько раз. Так, над морем она составляет 5-7 мкР/ч, в высокогорных районах – до 50-60 мкР/ч, в районе Кавказских Минеральных вод – 20-30 мкР/ч, в Москве 10-20 мкР/ч. Мощность дозы меняется в несколько раз в зависимости от времени года, времени суток, метеоусловий. Таким образом, за жизнь (70 лет) человек получает дозу 7-14 Р, хотя есть районы (например, высокогорные), где эта величина достигает 35-40 Р.

Содержащийся в организме человека калий имеет активность около 3 Бк, естественная активность 1 кг урюка – до 200 Бк. 1 кг калийного удобрения – 5 000-10 000 Бк.

Приложение Б

Факты из жизни

С помощью дозиметра Вы можете поставить любопытный эксперимент. Для эксперимента понадобится упаковка удобрений «Калий хлористый», такие удобрения часто фасуют в полиэтиленовые пакеты по одному килограмму.

Итак:

- выбрать режим «Гамма»;
- открыть рабочее окно детектора, сдвинув экран в нижнее положение;
- включить дозиметр;
- поднести дозиметр окном детектора вплотную к пакету с удобрениями;
- провести серию наблюдений.

Как показывает практика, мощность дозы превышает фоновое значение на величину от 0,30 до 0,60 мкЗв/ч. В режиме «Бета» результат наблюдений лежит около 36 1/мин·см².

Присутствие радиоактивного изотопа калия-40 (⁴⁰K) объясняет полученные результаты. Этот изотоп является как гамма-, так и бета-излучателем. Причем в 90 случаях из 100 распадов калия-40 вылетает бета-частица (электрон), а в остальных гамма-квант (фотон).

Если провести эксперимент, при закрытом экранном окне, то можно обнаружить повышенное значение мощности дозы (примерно на 40 % выше естественного фона).

Сопутствующим результатом проведенного эксперимента является косвенная проверка функционирования дозиметра.

В завершении приведем несколько важных величин:

0,15 мкЗв/ч – мощность дозы естественного фона, в зависимости от местных условий может меняться в 2 раза;

0,6 мкЗв/ч – максимальное значение мощности дозы, установленное для населения на открытой местности;

5 мЗв – предельное значение дозы за год для населения;

10 1/мин·см² – допустимый уровень радиоактивного загрязнения поверхностей по альфа- или бета-излучению.

Приложение В

Проведение радиационного обследования жилых и общественных зданий

В соответствии с «Нормы радиационной безопасности НРБ-99/2009» в эксплуатируемых зданиях должны проводиться радиационные обследования, если мощность дозы гамма-излучения в помещении превышает мощность дозы на открытой местности более чем на 0,20 мкЗв/ч.

Оценка мощности дозы излучения на открытой местности (фона) проводится вблизи обследуемого здания не менее, чем в 5 точках, расположенных на расстоянии от 30 до 100 м от существующих зданий и сооружений и не ближе 20 м друг от друга. Точки оценки следует выбирать на участке местности с естественным грунтом, не имеющих техногенных изменений (щебень, песок, асфальт) и радиоактивных загрязнений. При оценке прибор располагается на высоте 1 м над поверхностью земли.

Оценка мощности дозы излучения в обследуемом помещении проводится путём измерения мощности дозы в центре и углах помещения. В тех случаях, когда измеренные показания больше фоновых полученных на открытой местности более чем на 0,20 мкЗв/ч следует обратиться в государственную санитарно-эпидемиологическую службу для проведения детального радиационного обследования.

Приложение Г

Поиск источников радиоактивных излучений, предметов и объектов, загрязненных радиоактивными нуклидами

Поиск радиоактивных аномалий необходимо проводить после подготовки прибора к работе по пп. 4.1 и 4.2 в режиме измерения мощности дозы «Гамма». Для увеличения чувствительности прибора к радиоактивному излучению открыть рабочую поверхность детектора, сдвинув экран в нижнее положение (в этом случае прибор регистрирует смешанное гамма-, бета- и альфа-излучение).

Плавно перемещая прибор вдоль поверхности контролируемого объекта, необходимо располагать его на минимальном расстоянии от обследуемой поверхности.

В случае заметного увеличения показаний прибора в (1,5–2) раза и более прекратить перемещение прибора и в течение (30–40) с убедиться в стойком увеличении измерения.

Затем, перемещая прибор в различных направлениях, определить границы радиоактивного загрязнения и выявить в этих границах предметы, загрязнённые радиоактивными нуклидами.

Закрывать рабочую поверхность детектора, сдвинув экран в верхнее положение и оценить уровень мощности дозы фотонного излучения на интересующем оператором расстоянии от источника излучения.

Приложение Д

Оценка радиоактивного загрязнения пищевых продуктов

Согласно действующим международным нормативам, содержание радионуклидов стронция-90 в пищевых продуктах регламентируется на уровне 750 Бк/л, кг (ЕС №2218/89 от 18.07.89г.).

Для проведения оценки радиоактивного загрязнения пищевых продуктов пользователю требуется освоить операцию подготовки пробы.

ПОДГОТОВКА ПРОБЫ

Пробы пищевых продуктов подвергаются обработке, идентичной той, которая применяется к ним на первом этапе приготовления пищи.

Корнеплоды промываются в проточной воде. С капусты удаляют несъедобные листья. Пищевую зелень, ягоды, фрукты промывают проточной водой. Мясо и рыбу моют, с рыбы удаляют чешую и внутренности, с сыра слой парафина. Подготовленные продукты измельчают с помощью мясорубки, терки, кофемолки и т.д.

Перед измерениями 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 1мм. Хлеб перед измельчением необходимо подсушить, а зелень, овощи и фрукты растереть до получения однородной кашицы.

Пробы из капусты, фуража (сочные корма, силос, сено, солома и т.д.) тщательно измельчить на разделочной доске.

Измельченной пробой наполните имеющуюся в наличии чашку (или баночку) с размерами: диаметр не менее 50мм, глубина чашки не менее 30мм. Пробу уплотните трамбовкой и поверхностный слой подравняйте на уровне 2-3 мм от краев чашки.

Пробы из муки, томат-пасты, сметаны, горчицы и других мелкоизмельченных веществ перемешайте в своей таре, после чего наполните пробой чашку. Препараты из жидких проб приготавливайте непосредственно перед измерением.

Пробу из твердых жиров, мяса и т.д. поместите на разделочную доску и с помощью ножа или скальпеля вырежьте препарат цилиндрической формы с соответствующими размеру чашки диаметром и высотой.

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

После того как Вы освоили операцию подготовки пробы, можно приступать к измерению удельной бета-активности препаратов с помощью дозиметра. Следует иметь в виду, что для получения статистически достоверного результата измерения пищевых продуктов с содержанием бета-излучающих радионуклидов на предельно-допустимых уровнях требуется затратить значительное время.

Рекомендуется следующий порядок измерений:

- проведите ПОДГОТОВКУ ПРОБЫ;
- разместите дозиметр непосредственно над чашкой с подготовленной пробой, таким образом, чтобы детектор располагался приблизительно над центром чашки на расстоянии 3-5 мм от поверхности пробы. Чтобы исключить случайное загрязнение корпуса дозиметра пищевыми продуктами рекомендуется поместить его в чистый прозрачный полиэтиленовый пакет;
- проведите измерение среднего значения плотности потока бета-частиц от поверхности подготовленной пробы Φ_β , 1/мин·см² (в соответствии с подразделом 4.4);
- вычислите безразмерный коэффициент A_y , характеризующий значение удельной бета-активности пробы по формуле

$$A_y = 0,2 \cdot \Phi_\beta \quad (Д.1)$$

Если рассчитанная величина A_y много меньше или близка к 1, то согласно действующим международным стандартам, регламентирующим уровень содержания стронция-90 в пищевых продуктах, Ваши продукты вполне съедобны в плане радиационной безопасности.

Если же величина A_y имеет значение от 2 до 4 или еще выше (особенно для молочных продуктов), то желательно исключить ежедневное потребление этих продуктов в больших количествах. Возможно, понадобятся и более серьезные меры, одна из которых – обратиться к специалистам, имеющим право проведения сертифицированных измерений. По этому вопросу можно обращаться по адресу предприятия-изготовителя дозиметра-радиометра МКС-01СА1Б.

Следует иметь в виду, что изложенная в этом разделе методика носит оценочный характер и не может быть использована для официального заключения о радиоактивном загрязнении пищевых продуктов.

Приложение Е

Оценка радоновой обстановки

Эта задача требует предварительного пояснения.

Природные источники ионизирующего излучения вносят наибольший вклад (около 70 %) в общую дозу облучения населения от всех воздействующих на него источников ионизирующего излучения. Значительную часть этой дозы человек получает во время нахождения в жилых и производственных зданиях, где по оценке Научного комитета по действию атомной радиации ООН жители промышленно развитых стран проводят около 80 % времени. В помещениях человек подвергается воздействию как внешнего гамма-излучения, обусловленного содержанием естественных (природных) радионуклидов уранового и ториевого семейств в строительных материалах, так и внутреннего, связанного с вдыханием содержащихся в воздухе аэрозолей дочерних продуктов радона. Вклад последних в общую дозу составляет от 30 до 50 %, при том, что радиационное воздействие самого газа – радона на организм человека в десятки раз меньше.

Радиоактивный инертный газ радон-222 образуется при распаде радия-226, входящего в семейство урана. Радон может распространяться по порам и трещинам почв, земных пород, строительных конструкций. Основным источником поступления радона в воздух помещений является его выделение из почвы под зданием и из строительных конструкций. Причем при увеличении влажности и температуры интенсивность этого процесса может увеличиться в несколько раз.

При распаде радона образуются его дочерние продукты (ДПР), среди которых есть как альфа-, так и бета-излучатели. Атомы ДПР, соединяясь с мельчайшими частицами пыли, образуют радиоактивные аэрозоли. Их вдыхание приводит к облучению легочной ткани человека (внутреннее облучение). В связи с этим во многих странах в настоящее время регламентируется содержание радона (радоновая обстановка) в помещениях.

Национальным советом по радиационной защите и измерениям США этот порог установлен в 300 Бк/м³ (1984 г.). А в 1986 г. Агентство по окружающей среде (США) предложило внести еще один критерий в 80 Бк/м³, определяющий срочность проведения защитных мероприятий.

В России, Англии и Германии предельно допустимое содержание радона в воздухе помещений уже построенных зданий регламентируется на уровне 200 Бк/м³.

Уровень фона аэрозолей ДПР на открытой местности (за исключением районов радиоактивных аномалий) составляет обычно от 5 до 20 Бк/м³.

Для точных измерений радоновой обстановки как правило требуется сложная дорогостоящая аппаратура, обслуживаемая квалифицированным специалистом. Однако, если в Вашем доме найдется пылесос (желательно мощностью не менее 600 Вт), чистый сменный бумажный фильтр-пакет, который Вы периодически меняете в пылесосе, и часы, на которых удобно отсчитывать время в минутах, то с помощью дозиметра МКС-01СА1Б Вы сможете самостоятельно оценить радоновую обстановку.

Для проведения оценки необходимо дополнительно освоить одну очень ответственную операцию подготовки радоновой пробы.

ПОДГОТОВКА РАДОНОВОЙ ПРОБЫ

В соответствии с инструкцией на пылесос подключите его к электрической сети. Далее:

- установите гофрированный шланг с наконечником на всасывающий вход воздуха, также как при использовании пылесоса по прямому назначению;
- расправьте чистый запасной фильтр-пакет и в его отверстие вставьте наконечник шланга пылесоса так, чтобы наконечник плотно касался изнутри поверхности фильтр-пакета (проверьте и придержите его рукой);
- нажмите кнопку включения пылесоса и одновременно зафиксируйте время начала отбора пробы;
- убедитесь, что через фильтр-пакет в месте его соприкосновения с наконечником шланга идет всасывание воздуха (все дополнительные отверстия, которые могут быть предусмотрены в конструкции шланга пылесоса, необходимо закрыть, чтобы воздух всасывался только через фильтр-пакет);
- во время отбора пробы шланг держите руками или временно закрепите его на высоте не менее 1 м;
- через 10 минут после начала отбора пробы выключите пылесос, продолжая отсчет времени;
- аккуратно снимите фильтр-пакет с наконечника, сложите его и положите на стол пробой вверх (пробой мы называем четко обозначившееся на поверхности фильтр-пакета пятно, через которое всасывался воздух);
- через 15 минут после начала отбора проба готова для измерения.

Примечание – Фильтр-пакет может многократно использоваться для отбора проб. Следует только избегать повторного отбора пробы на одни и те же участки пакета в течение дня. Через два-три дня и это ограничение может быть снято.

Если Вы освоили операцию подготовки радоновой пробы можно приступать к оценке радоновой обстановки. Перед проведением эксперимента рекомендуется на несколько часов закрыть в исследуемом помещении все окна, форточки и двери. Наиболее критичными по радоновой обстановке обычно являются плохо проветриваемые помещения на нижних этажах зданий и аналогичные им подвальные.

Оценку радоновой обстановки следует проводить в следующем порядке:

- проведите оценку среднего фонового значения N_{ϕ} дозиметром с открытой рабочей поверхностью детектора (в режиме «Альфа» в соответствии с подразделом 4.5) от любого чистого участка фильтр-пакета, зафиксируйте его величину;
- проведите ПОДГОТОВКУ РАДОНОВОЙ ПРОБЫ на открытой местности (достаточно вынести шланг пылесоса с фильтр-пакетом за окно);
- проведите оценку среднего значения $N_{\phi+\alpha}$ (в режиме «Альфа» в соответствии с подразделом 4.5) от поверхности пробы непосредственно после окончания ее подготовки (через 15 минут после начала отбора пробы), зафиксируйте его величину $A_{\text{в}} = N_{\phi+\alpha}$;
- проведите ПОДГОТОВКУ РАДОНОВОЙ ПРОБЫ в контролируемом помещении;
- проведите оценку среднего значения $N_{\phi+\alpha}$ (в режиме «Альфа» в соответствии с разделом 4.5) от поверхности пробы непосредственно после окончания ее подготовки (через 15 минут после начала отбора пробы), зафиксируйте его величину $A_{\text{п}} = N_{\phi+\alpha}$;

Если величина $A_{\text{в}}$ в 2-4 раза превышает зафиксированное значение N_{ϕ} , это означает, что Вы успешно зарегистрировали фон естественной радиоактивности в воздухе на открытой местности.

Если величина $A_{\text{п}}$ примерно равна величине $A_{\text{в}}$ или превышает ее не более чем в 5-10 раз, то скорее всего у Вас все благополучно, однако регулярное проветривание не повредит.

Если же отношение величин $A_{\text{п}}$ к $A_{\text{в}}$ приближается к 30, а еще хуже – превышает 50 (в особенности, если мощность Вашего пылесоса меньше 600 Вт), возможно понадобятся более серьезные меры и первая из них – обратиться к специалистам, имеющим право проведения сертифицированных измерений и выдачи официального заключения об уровне облучения.

Следует иметь в виду, что изложенная методика носит оценочный характер, и не может быть использована для официального заключения о радоновой обстановке.