

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, предназначенный для:

- оценки мощности амбиентного эквивалента дозы фотонного (гамма - и рентгеновского) излучения (далее – мощности дозы);
- оценки амбиентного эквивалента дозы гамма - и рентгеновского излучения (далее – дозы);
- оценки плотности потока бета-частиц от загрязненных поверхностей;
- оценки плотности потока альфа-частиц от загрязненных поверхностей ;
- 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 Детектор излучения - газоразрядный счётчик
- 2.2 Речевой вывод результата измерения мощности дозы - периодичность
1 раз в минуту
- 2.3 Диапазон измерения мощности дозы - от 0,1 до 9999,9 мкЗв/ч
- 2.4 Диапазон измерения интегральной дозы - от 0,001 до 999,9 мЗв
- 2.5 Диапазон измерения плотности потока бета- частиц от загрязненных поверхностей по стронцию-90 или цезию-137 - от 5 до 30000 част/(мин·см²)
- 2.6 Диапазон измерения плотности потока альфа- частиц (по плутонию-239)
- от 10-30000 част/(мин·см²)
- 2.7 Диапазон энергий регистрируемых фотонов - от 0,05 до 3,0 МэВ
- 2.8 Нижний предел энергии регистрируемого бета – излучения
- не выше 0,05 МэВ
- 2.9 Нижний предел энергии регистрируемых альфа- частиц - не выше 3,0 МэВ
- 2.10 Погрешность измерения - не менее $\pm 25\%$
- 2.11 Устанавливаемые пользователем пороги сигнализации мощности дозы с шагом 0,1 мкЗв/час - во всём диапазоне измерения
- 2.12 Устанавливаемые пользователем пороги сигнализации интегральной дозы гамма- излучения, мЗв (с шагом 0,001 мЗв) - во всём диапазоне измерения

- 2.13 Устанавливаемые пользователем пороги сигнализации плотности потока бета-частиц с шагом 1 част/(мин·см²) - во всём диапазоне измерения
- 2.14 Индикация измерения и статистической погрешности - непрерывно
- 2.15 Периодичность смены показаний дисплея - 1 с
- 2.16 Конструктивное исполнение - корпус из пластмассы
- 2.17 Питание - два элемента типа АА «DURACELL MN1500»
- 2.18 Время непрерывной работы с одним комплектом элементов питания – не менее 400 час
- 2.19 Диапазон рабочих температур - от минус 20 до +50 °С
- 2.20 Габаритные размеры - 112х64х30 мм
- 2.21 Масса - не более 200 г

3 ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О КОНСТРУКЦИИ ПРИБОРА

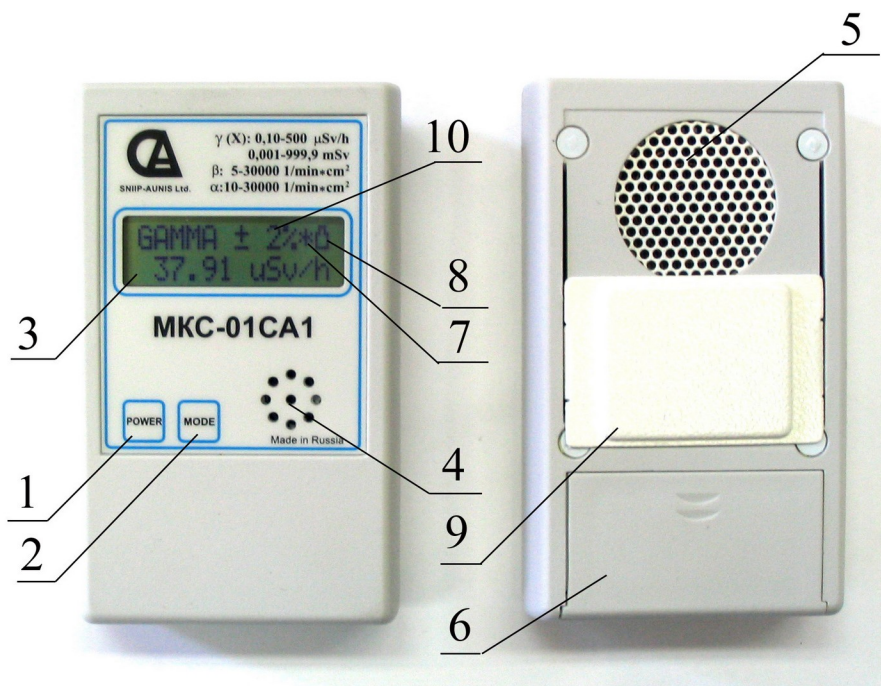


Рис.1. Органы управления МКС-01СА1Б

- 1 – Кнопка Включения/Выключения питания «**POWER**»
- 2 - Кнопка «**MODE**» для включения подсветки дисплея и:
 - выбора режимов работы. При кратковременном нажатии (менее 1с) циклически меняются по кругу режимы: «Оценка мощности дозы», «Оценка плотности потока бета- частиц», «Оценка плотности потока альфа- частиц», «Оценка интегральной дозы», «Сброс (обнуление) интегральной дозы», «Включение/Выключение речевого сопровождения». Соответственно, на дисплее «**GAMMA**», «**BETA**», «**ALPHA**», «**DOSE**», «**ERASE DOSE**», «**SOUND ON/OFF**»;
 - установки порогов сигнализации мощности дозы. При длительном нажатии (более 2с) на кнопку «**MODE**» при индикации на дисплее «**GAMMA**» прибор переходит в режим установки порогов

мощности дозы и на дисплей выводится «**THRESHOLD**» и «**9999.9 μ Sv/h**»;

- установки порогов звуковой сигнализации интегральной дозы. При длительном нажатии (более 2с) на кнопку «**MODE**» при индикации на дисплее «**DOSE**» прибор переходит в режим установки порогов дозы и на дисплей выводится «**THRESHOLD**» и «**999.999 mSv**»;
 - сброса (обнуления) интегральной дозы при индикации на дисплее «**ERASE DOSE**» (длительное двойное нажатие более 2 с)
 - включения (выключения) речевого озвучивания результатов оценки мощности дозы в режиме «**SOUND ON(OFF)**» (длительное нажатие более 2 с): при индикации на дисплее «**SOUND ON**» - речевое озвучивание результата измерения мощности дозы происходит 1 раз в минуту; в положении «**SOUND OFF**» - речевое озвучивание отключено.
- 3 - Алфавитно-цифровой двухстрочный жидкокристаллический дисплей
- 4 - Звуковой динамик
- 5 - Входное окно детектора с защитной металлической сеткой
- 6 - Крышка отсека питания
- 7 - Индикатор интенсивности гамма- (бета-, альфа-) излучения
- 8 - Индикатор разряда элемента питания
- 9 - Передвижной экран, фиксируется в крайних положениях, соответствующих выбранному режиму работы. В режиме «**БЕТА**» и «**АЛФА**» -экран открыт (нижнее положение, как показано на Рис.1), в режиме «**ГАММА**» -экран закрыт (верхнее положение)
- 10 - Цифровой индикатор текущего значения статистической погрешности при измерении мощности дозы, плотности потока бета - или альфа - частиц

Индикация интенсивности излучения –мигающий символ «*» (Поз.7 на Рис1) в верхней части дисплея. Каждый акт регистрации детектором единичного гамма- кванта (альфа- или бета-частицы) сопровождается кратковременным (менее 0,5с) появлением символа «*». По изменению частоты следования этого сигнала можно проводить оперативный поиск и обнаружение участков радиоактивного загрязнения.

Сигнализация превышения порога мощности дозы и плотности потока бета-частиц– прерывистый звуковой сигнал (0,25с – сигнал, 1с – пауза) при превышении установленного порога мощности дозы.

Сигнализация превышения порога дозы – прерывистый звуковой сигнал (0,25с–сигнал, 3с–пауза) при превышении установленного порога дозы.

Сигнализация перегрузки - при превышении верхнего предела измерения мощности дозы 9999,9 мкЗв/ч или плотности потока бета- и альфа- частиц 30000част/(мин*см²) – на дисплее соответственно цифры **9999.9** или **30000** и непрерывный звуковой сигнал.

Индикация разряда элементов питания - при разряде элементов питания до напряжения 1,6В на дисплее в правом верхнем углу появляется символ в виде цилиндрического элемента питания (Поз.8 на Рис.1).

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 в качестве детектора применен торцевой газоразрядный счетчик. 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 каждую секунду выполняет процесс оценки и уточнения результатов измерений с индикацией на дисплее (Поз.10 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 1-5с) автоматическая смена «старых» показаний дисплея на «новые» и процесс усреднения и уточнения нового результата измерения повторяется.

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

Показания первых циклов наблюдений полезны для первичной оперативной 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

Для того чтобы подготовить прибор к работе, Вы должны:

- снять крышку отсека питания (см. рис. 1);
- установить, соблюдая полярность, элементы питания;
- установить на свое место (закрыть) крышку отсека питания.

4.2 Оценка мощности дозы

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

- закрыть входное окно детектора экраном (см. Рис.1);
- включить питание прибора (однократно нажать и отпустить кнопку «**POWER**»). При включении на дисплее в течение 2 секунд появляется реклама изготовителя: «**МКС-01СА1**» и тел. «**(499) 198 97 91**»
- после включения прибор первоначально устанавливается в 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 индицируется первое усредненное значение мощности дозы естественного радиационного фона 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 каждое резкое изменение положения прибора или резкое изменение интенсивности излучения сопровождается сбросом накопленной информации (обнулением) и процесс измерения возобновляется.

Режим речевого озвучивания при оценке мощности дозы включается (выключается) по усмотрению пользователя. Для включения звукового сопровождения с помощью кнопки «**MODE**» войдите в режим «**SOUND ON(OFF)**». Включение (выключение) речевого озвучивания осуществляется путем длительного (более 2 с) нажатия кнопки «**MODE**»: при индикации на дисплее «**SOUND ON**» - речевое озвучивание результата измерения мощности дозы происходит 1 раз в минуту; при индикации на дисплее «**SOUND OFF**» - речевое озвучивание отключено.

ВНИМАНИЕ! Для удобства потребителя речевое озвучивание результатов оценки мощности дозы происходит в старых (внесистемных) единицах измерения - микрорентген (милирентген) в час.

Необходимо помнить, что: $1\text{мкР/ч}=0.01\text{мкЗв/ч}$ ($1\text{мкЗв/ч}=100\text{мкР/ч}$);

4.3 Оценка интегральной дозы

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

Дисплей прибора в режиме «**DOSE**» показывает значение накопленной дозы в цифровом формате четырех значащих цифр с плавающей запятой с указанием размерности мЗв: «**X.XXX mSv**».

Прибор суммирует интегральную дозу гамма- излучения с момента включения прибора независимо от установленных кнопкой «**MODE**» режимов работы «**GAMMA**» или «**DOSE**». **В режимах работы «BETA» или «ALPHA» 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 «**ERASE DOSE**» (обнуление интегральной дозы). Длительное двукратное нажатие кнопки «**MODE**» (более 2 с каждое нажатие) сбросит накопленную дозу и на дисплей выведется четырёхзначное число «**0.000 mSv**»;

4.4 Оценка плотности потока бета – частиц от поверхностей

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

- открыть входное окно детектора, сдвинув экран (см. Рис.1) в нижнее положение;

- включить прибор и кнопкой «**MODE**» установить режим «**BETA**»;
- разместить входное окно детектора прибора непосредственно над исследуемой поверхностью на расстоянии (3-5) мм. При достижении статистической погрешности менее 10% зафиксировать среднее показание дисплея $N_{\Phi+\beta}$;
- расположить прибор над любым заведомо чистым участком поверхности (или расположить прибор в воздухе на расстоянии не менее 1 м от поверхности пола, земли и любых окружающих предметов);
- при достижении статистической погрешности менее 10%, зафиксировать среднее фоновое показание дисплея N_{Φ} , част/(мин·см²);
- вычислить плотность потока бета – частиц Φ_{β} , част/(мин·см²) по формуле

$$\Phi_{\beta} = (N_{\Phi+\beta} - N_{\Phi}), \text{ част}/(\text{мин} \cdot \text{см}^2). \quad (1)$$

4.5 Оценка плотности потока альфа – частиц от поверхностей

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

- открыть входное окно детектора, сдвинув экран в нижнее положение;
- включить прибор и кнопкой «**MODE**» установить режим «**ALPHA**»;
- разместить входное окно детектора 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 $N_{\Phi+\alpha}$, част/(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} , част/(мин·см²);
- определить уровень загрязнения Φ_{α} , част/(мин·см²) по формуле

$$\Phi_{\alpha} = N_{\Phi+\alpha} - N_{\Phi}, \text{ част}/(\text{мин} \cdot \text{см}^2) \quad (2)$$

4.6 Установка порогов сигнализации мощности дозы

При длительном удержании кнопки «**MODE**» более 2с (при индикации на дисплее «**GAMMA**») на дисплее появляется режим установки порогов сигнализации мощности дозы:

«**THRESHOLD**»
«**9999.9** $\mu\text{Sv/h}$ »

Установка каждой подчеркнутой значащей цифры порога мощности дозы осуществляется короткими нажатиями кнопки «**MODE**». Переход к установке следующей цифры – длительное нажатие кнопки «**MODE**» (более 2с). При этом курсор (черта под цифрой) перемещается под следующую цифру. Повторяя указанную процедуру, Вы установите желаемый порог включения тревожной сигнализации.

Выход из режима установки порога – длительное нажатие кнопки «**MODE**» при нахождении курсора под последней (младшей) значащей цифрой

«**9999.9** $\mu\text{Sv/h}$ »

4.7 Установка порогов сигнализации дозы

Включить питание прибора. При длительном (более 2с) нажатии кнопки «**MODE**» (при индикации на дисплее «**DOSE**») прибор попадает в режим установки порогов сигнализации интегральной дозы. При этом на дисплее:

«**THRESHOLD**»
«**999.999** mSv »

Установка каждой подчеркнутой снизу значащей цифры порога интегральной дозы осуществляется короткими нажатиями кнопки «**MODE**». Переход к установке следующей цифры – длительное нажатие кнопки «**MODE**» (более 2с). Выход из режима установки порога интегральной дозы – длительное нажатие кнопки «**MODE**» при нахождении курсора под последней (младшей) значащей цифрой:

«**THRESHOLD**»
«**999.999** mSv »

4.8 Установка порогов сигнализации плотности потока бета-частиц

Включить питание прибора и кнопкой «**MODE**» установить режим «**BETA**». При длительном удержании кнопки «**MODE**» (более 2 с) при индикации на дисплее «**BETA**» прибор переключается в режим установки порогов сигнализации плотности потока бета-частиц. При этом на дисплее включается текст «**THRESHOLD**» и «**99999** $\text{min}^{-1}\text{cm}^{-2}$ ».

Установка каждой подчеркнутой снизу значащей цифры осуществляется короткими нажатиями кнопки «MODE». Переход к установке следующей цифры – длительное нажатие кнопки «MODE» (более 2 с). Выход из режима установки порога плотности потока бета-частиц – длительное нажатие кнопки «MODE» при индикации на дисплее последней подчеркнутой значащей цифры «99999 min⁻¹cm⁻²».

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.

Не пытайтесь разобрать или модифицировать прибор. Разборка или модифицирование прибора может привести к поражению электрическим током высокого напряжения. Проверка, модификация 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 прибора.

5.3 Предотвращение неисправностей

Прибор следует оберегать от ударов, пыли и сырости.

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

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

Загрязнение корпуса прибора может быть удалено дезактивирующим раствором. Чтобы приготовить такой раствор, необходимо развести в воде нейтральный стиральный порошок («Лотос» и др.) в пропорции

чайная ложка на литр. Дезактивацию корпуса проводить при извлеченных элементах питания. Тампон смочить в растворе, отжать и протереть корпус прибора. Затем протереть корпус сухой фланелью.

Не допускается касание острыми предметами рабочей поверхности детектора, находящейся под защитной перфорированной металлической сеткой.

5.4 Меры предосторожности при обращении с прибором

Не пытайтесь самостоятельно разбирать или ремонтировать прибор.

Не нажимайте на 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 дисплея при низких температурах возрастает, а при высоких температурах экран дисплея может стать тёмным. При комнатной температуре обычные свойства дисплея восстанавливаются.

5.5 Действия в экстремальных условиях

ВНИМАНИЕ! ЕСЛИ ПРИБОР ЗАФИКСИРОВАЛ МОЩНОСТЬ ДОЗЫ БОЛЕЕ 1,20 мкЗв/ч, СЛЕДУЕТ СРОЧНО ПОКИНУТЬ ЭТУ ЗОНУ И ОБРАТИТЬСЯ В ГОСУДАРСТВЕННУЮ САНИТАРНО-ЭПИДЕМИОЛОГИЧЕСКУЮ СЛУЖБУ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ДЕТАЛЬНОГО РАДИАЦИОННОГО ОБСЛЕДОВАНИЯ.

6 КОМПЛЕКТ ПОСТАВКИ

Дозиметр-радиометр бытовой МКС-01СА1Б	- 1 шт.
Элементы питания типа АА «DURACELL» MN1500	- 2 шт.
Паспорт	- 1 шт.
Упаковка	- 1 шт.

7 ПРАВИЛА ХРАНЕНИЯ И ТРАНСПОРТИРОВАНИЕ

7.1 Прибор должен храниться без элемента 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 -20 до $+50^{\circ}\text{C}$.

7.5 Приборы, находящиеся при температурах ниже 0°C , 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

Возможная неисправность	Вероятная причина	Способ устранения
После включения изделия 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.8 на Рис.1)	Элементы питания разряжены ниже допустимого уровня	Заменить элементы питания

9 ТЕКУЩИЙ РЕМОНТ

Ремонт изделия производится на предприятии-изготовителе ООО «СНИИП-АУНИС» по адресу:

Россия, 123060, г. Москва, ул. Расплетина 5, тел/факс (499)198 97 91
E-mail: aunis1@sniip.ru, www.aunis.sniip.ru

10 ГАРАНТИЙНЫЕ ОБЯЗАТЕЛЬСТВА

Предприятие – изготовитель гарантирует работоспособность дозиметра при соблюдении владельцем правил эксплуатации, изложенных в настоящем руководстве.

Гарантийный срок эксплуатации дозиметра 12 месяцев со дня продажи покупателю через торговую сеть. Гарантийный и послегарантийный ремонты проводит предприятие – изготовитель. Время нахождения дозиметра в гарантийном ремонте в установленный гарантийный срок не включается. Претензии не принимаются и гарантийный ремонт не производится при небрежном обращении потребителя с дозиметром,

отсутствии гарантийного талона, отсутствии штампа магазина и даты продажи в гарантийном талоне или нарушении пломб дозиметра.

Гарантийный талон

Заполняет предприятие – изготовитель:

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

Представитель ОТК _____ Дата выпуска _____
(подпись)

Заполняет магазин:

Дата продажи _____ 2008г.

ВНИМАНИЕ!

Изготовитель оставляет за собой право производить несущественные изменения в приборе, повышающие качество и надёжность.

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:

$1 \text{ Зв} = 1000 \text{ мЗв} = 1000000 \text{ мкЗв};$

$1 \text{ Р} = 1000 \text{ мР} = 1000000 \text{ мкР}.$

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 (1см^2): част/(мин* см^2); част/(с* 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:

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

Чтобы представить себе, что такое эти единицы, приведем несколько примеров. Обычно фон вызывает облучение человека на уровне 1-2мЗв (100-200мР) 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 – 5000-10000 Бк.

Приложение Б

Факты из жизни

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

Итак:

- открыть входное окно детектора, сдвинув экран в нижнее положение;
- включить питание прибора;
- выбрать режим «ГАММА»;
- приблизить входное окно детектора прибора вплотную к пакету с удобрениями;
- провести оценку мощности дозы.

Как показывает практика, мощность дозы превышает фоновое значение на величину от 0,30 до 0,60 мкЗв/ч. В режиме «ВЕТА» результат наблюдений лежит около 36 част/(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).

Попутным 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;

960 част/(мин·см²) – допустимая плотность потока низкоэнергетического бета-излучения (граничная энергия спектра – 0,2 МэВ);

50 част/(мин·см²) - допустимый уровень радиоактивного загрязнения поверхностей по альфа-излучению.

Приложение В

Проведение радиационного обследования жилых и общественных зданий

В соответствии с «Нормами радиационной безопасности (НРБ-99) 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 п.п. 4.1 и 4.2 в режиме измерения мощности дозы «ГАММА». Для увеличения чувствительности прибора к радиоактивному излучению открыть входное окно детектора, сдвинув экран в нижнее положение (в этом случае прибор регистрирует смешанное гамма-, бета- и альфа- излучение).

Плавнo 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 входное окно детектора, сдвинув экран в верхнее положение и оценить уровень мощности дозы фотонного излучения на интересующем операторе 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 размерами 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 прибор непосредственно над чашкой с подготовленной пробой, таким образом, чтобы входное окно детектора располагалось 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} част/мин·см² (в соответствии с разделом 4.4);
- вычислите безразмерный коэффициент A_{γ} , характеризующий значение удельной бета- активности пробы по формуле

$$A_{\gamma} = 0,2 \cdot \Phi_{\beta} .$$

Если рассчитанная величина A_{γ} 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_{γ} 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/м^3 (1984г.) А в 1986г. Агентство по окружающей среде (США) предложило внести еще один критерий в 80 Бк/м^3 , 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 приступить 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 фонового значения N_{Φ} прибором с открытым входным окном детектора (в режиме «ALPHA» в соответствии с разделом 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 значения $N_{\Phi+\alpha}$ (в режиме «ALPHA» в соответствии с разделом 4.5) от поверхности пробы непосредственно после окончания ее подготовки (через 15 минут после начала отбора пробы), зафиксируйте его величину $A_{\text{в}} = N_{\Phi+\alpha}$;
- проведите ПОДГОТОВКУ РАДОНОВОЙ ПРОБЫ в контролируемом помещении;
- проведите оценку значения $N_{\Phi+\alpha}$ (в режиме «ALPHA» 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_{Π} примерно равна величине $A_{В}$, 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_{Π} к $A_{В}$ 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.