

ОПИСАНИЕ ТИПА СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

Установки контроля поверхностного радиоактивного загрязнения персонала МКС-100А «Чистотел»

Назначение средства измерений

Установки контроля поверхностного радиоактивного загрязнения персонала МКС-100А «Чистотел» (далее – установки МКС-100А «Чистотел») предназначены для измерения и контроля уровня загрязненности бета-, альфа- и гамма-излучающими радионуклидами поверхностей рук, ног (обуви) и спецодежды персонала в радиоизотопных лабораториях, ПЭТ-центрах, на предприятиях по производству радиофармпрепаратов, предприятиях, работающих с открытыми радиоактивными веществами и источниками, атомных станциях, радиохимических производствах и других радиационно-опасных объектах.

Описание средства измерений

Основными функциональными составными частями установки МКС-100А «Чистотел» являются:

- четыре устройства детектирования поверхностного загрязнения на основе счётчиков Гейгера-Мюллера марки Бета и Бета-2м: устройства детектирования «Левая рука», «Правая рука», «Левая нога» и «Правая нога» (далее - устройства детектирования «Рука» и «Нога»). Каждое устройство детектирования «Рука» состоит из шести счетчиков Бета-2, измеряющих плотность потока бета-частиц, и дозиметра на основе одного счетчика Бета-2м, расположенного ниже Бета-2 и измеряющего мощность поглощенной дозы в воздухе гамма-излучения. Устройства детектирования «Рука» выполняются быстросъемными. Каждое устройство детектирования «Нога» состоит из десяти счетчиков Бета-2, измеряющих плотность потока бета-частиц;
- дополнительное выносное устройство детектирования альфа- излучения (далее - устройство детектирования «Альфа») на основе сцинтиллятора ZnS;
- блок управления и индикации с установленным программным обеспечением «Чистотел». Блок управления и индикации оснащен двумя датчиками наличия объекта (инфракрасными датчиками) и измерительной платой.

Работа установки МКС-100А «Чистотел» основана на принципе преобразования потока альфа-, бета- частиц и гамма-квантов в последовательность статистически распределенных импульсов напряжения, средняя скорость счета которых зависит от плотности регистрируемого потока альфа-, бета- частиц и мощности поглощенной дозы в воздухе гамма-излучения (далее - МПД).

Установка МКС-100А «Чистотел» является стационарным изделием и поставляется в полностью собранном и готовом к работе состоянии.

Выполняемые функции:

- автоматическое включение устройств детектирования «Рука» и «Нога» при наличии объекта (рук, подошвы ног или одежды персонала) в рабочей области установки;
- локальное исследование загрязненности спецодежды (или других объектов) бета- и гамма- излучающими нуклидами съёмными устройствами детектирования «Рука»;
- локальное исследование загрязненности спецодежды (или других объектов) альфа-излучающими нуклидами выносным устройством детектирования «Альфа»;
- измерение плотности потока бета-частиц, испускаемых бета- и бета-гамма-излучаемыми нуклидами, устройствами детектирования «Рука» и «Нога», плотности потока альфа-частиц выносным устройством детектирования «Альфа» и мощности поглощенной дозы в воздухе гамма-излучения устройствами детектирования «Рука»;

- локальное исследование загрязненности спецодежды (или других объектов) бета - и гамма-излучающими нуклидами съёмными устройствами детектирования «Рука»;
- локальное исследование загрязненности спецодежды (или других объектов) альфа-излучающими нуклидами выносным устройством детектирования «Альфа»;
- отображение плотности потока альфа-, бета- частиц или мощности поглощенной дозы в воздухе измеряемого гамма-излучения и сообщения о превышении установленного порога по плотности потока или мощности поглощенной дозы в воздухе гамма-излучения на основании сравнения результатов измерений с нормативными значениями, указанными в НРБ-99/2009, СанПин 2.6.1.2368-08 и МУ 2.6.1.1892-04 и иной нормативной документации;
- возможность отображения поверхностной активности альфа- и бета- излучающих нуклидов;
- возможность звуковой сигнализации о превышении установленного порогового уровня при подсоединении внешнего звукового динамика;
- компенсация собственного фона устройств детектирования;
- возможность подключения внешних устройств звуковой сигнализации и блокировки выходной двери для прохода персонала (по требованию заказчика).

Общий вид установки МКС-100А «Чистотел» представлен на Рисунке 1.



Рисунок 1.1 – Внешний вид установки МКС-100А «Чистотел»

Программное обеспечение

Управление установкой МКС-100А «Чистотел» и индикация всей необходимой информации осуществляется с помощью программного обеспечения (ПО), установленного в блок управления и индикации и запускающегося автоматически при включении блока управления и индикации. ПО обеспечивает вычисление и отображение на сенсорном экране результатов контроля и измерений. Программно - математическое обеспечение установки МКС-100А «Чистотел» хранится в энергонезависимой памяти и исключает возможность несанкционированного изменения программы. Для защиты ПО от непреднамеренных и преднамеренных изменений предусмотрена физическая защита (размыкание контактов USB-порта специальным ключом и нанесение наклейки на USB-порт блока управления и индикации).

ПО установки МКС-100А «Чистотел» позволяет выполнять:

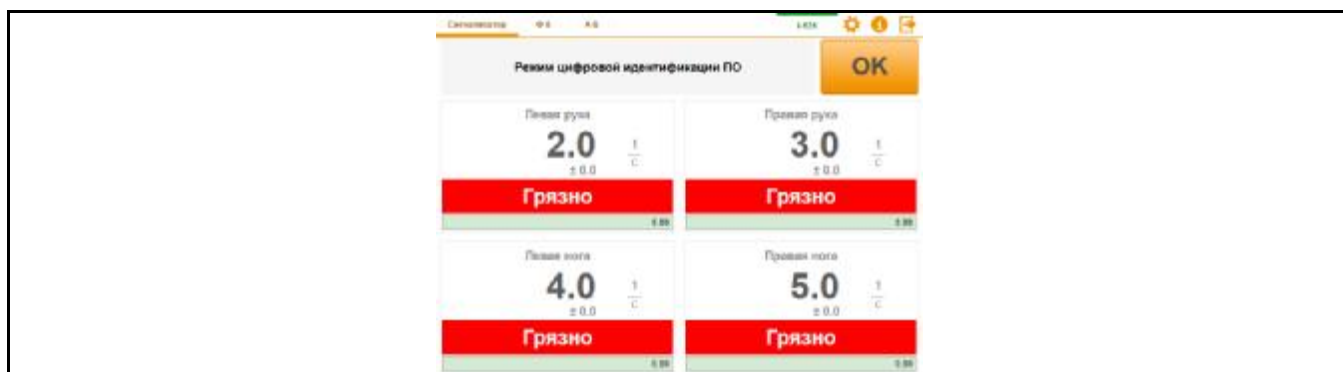
- специальный алгоритм измерения радиационного фона;
- алгоритм определения наличия радиоактивного загрязнения кожи рук и одежды персонала в режиме «Сигнализатор»;
- алгоритм измерения плотности потока альфа-частиц в режиме «Измерение плотности потока альфа-частиц»;
- алгоритм измерения плотности потока бета-частиц в режиме «Измерение плотности потока бета-частиц»;
- алгоритм измерения мощности поглощенной дозы гамма-излучения в воздухе в режиме «Измерение мощности поглощенной дозы гамма-излучения»;
- установку и изменение пороговых значений сигнализации по плотности потока альфа - и бета-частиц, МПД гамма-излучения;
- изменение времени измерений;
- редактирование библиотеки нуклидов;
- цифровую идентификацию ПО.

Метрологически значимой частью является все ПО.

Идентификационные данные программного обеспечения приведены в таблице 1

Т а б л и ц а 1 — Идентификационные данные программного обеспечения

Наименование программного обеспечения	Идентификационное наименование программного обеспечения	Номер версии (идентификационный номер) программного обеспечения	Цифровой идентификатор программного обеспечения (контрольная сумма контрольного файла)	Алгоритм вычисления цифрового идентификатора программного обеспечения
Чистотел	Чистотел	2.X.X*	40a5443d25a6bc4f0e7e816ce8a46af4**	MD5
<p>* X = 0, 1, 2, 9;</p> <p>** Результат обработки контрольного файла должен иметь вид:</p>				



Уровень защиты программного обеспечения от непреднамеренных и преднамеренных изменений согласно МИ 3286-2010 соответствуют уровню А.

Метрологические и технические характеристики

Т а б л и ц а 2

Наименование параметра	Значение
Диапазон измерений плотности потока, $\text{мин}^{-1} \cdot \text{см}^{-2}$ - альфа-частиц (^{239}Pu , ^{234}U , ^{238}U) - бета-частиц (по ^{90}Sr - ^{90}Y)	$1 - 1 \cdot 10^4$; $1 - 1,5 \cdot 10^4$.
Пределы допускаемой относительной систематической составляющей погрешности измерений плотности потока, %: -альфа-частиц - бета-частиц	± 15 ; ± 15 .
Диапазон измерений поверхностной активности, $\text{Бк} \cdot \text{см}^{-2}$ - альфа-излучающих нуклидов (^{239}Pu , ^{234}U , ^{238}U) - бета-излучающих нуклидов	$10 - 10^3$; $10 - 10^3$.
Пределы допускаемой относительной систематической составляющей погрешности измерений поверхностной активности, % - альфа- излучающих нуклидов (^{239}Pu , ^{234}U , ^{238}U) - бета- излучающих нуклидов	± 15 ; ± 15 .
Диапазон измерений мощности поглощенной дозы в воздухе гамма-излучения на расстоянии 10 см от поверхности объекта, $\text{мкГр} \cdot \text{ч}^{-1}$	$1 - 20$.
Пределы допускаемой относительной систематической составляющей погрешности измерений мощности поглощенной дозы в воздухе гамма-излучения на расстоянии 10 см от поверхности объекта, %	± 15
Предел допускаемого относительного среднеквадратического отклонения (СКО) случайной составляющей погрешности измерений, % - плотности потока альфа-частиц - плотности потока бета-частиц - поверхностной активности альфа- излучающих нуклидов (^{239}Pu , ^{234}U , ^{238}U) - поверхностной активности бета- излучающих нуклидов - мощности поглощенной дозы в воздухе гамма-излучения на расстоянии 10 см от поверхности объекта	7; 7; 7; 7; 7.
Чувствительность выносного устройства детектирования «Альфа» к альфа-излучению (^{239}Pu), не менее, $\text{с}/(\text{см}^2 \cdot \text{мин})$	2,5.
Чувствительность к бета-излучению (^{90}Sr - ^{90}Y), не менее, $\text{с}/(\text{см}^2 \cdot \text{мин})$ - устройства детектирования «Рука» - устройства детектирования «Нога»	10; 10.

Наименование параметра	Значение
Чувствительность к сопутствующему гамма-излучению при регистрации бета-излучения, не более, Бк ⁻¹ с ⁻¹ :	
- устройства детектирования «Рука»	0,05;
- устройства детектирования «Нога»	0,03.
Регистрируемые альфа - излучающие нуклиды	²³⁹ Pu, ²³⁴ U, ²³⁸ U.
Диапазон энергий:	
- регистрируемого гамма-излучения, кэВ	100 – 1200;
- регистрируемых бета-частиц, МэВ	0,08 – 3,5.
Энергетическая зависимость чувствительности регистрации, %	
- гамма-излучения (относительно энергии ¹³⁷ Cs)	±15;
- бета-излучения, отклонение от типовой	±10.
Пороговый уровень срабатывания сигнализации по плотности потока ¹ , мин ⁻¹ ·см ⁻² :	
- альфа-частиц:	
· неповрежденная кожа	2;
· основная спецодежда, наружная поверхность спецобуви	20;
- бета-частиц:	
· для устройств детектирования «Рука»:	
- для кожи рук	200;
- для одежды и обуви	2000;
· для устройств детектирования «Нога»	2000.
Пороговый уровень срабатывания сигнализации по мощности поглощенной дозы в воздухе гамма-излучения ¹ , мкГр·ч ⁻¹ :	
- для кожи рук (в пересчете на расстояние 10 см от загрязненных поверхностей кожи)	4;
- для одежды и обуви (в пересчете на расстояние 10 см от загрязненных поверхностей)	12.
Время установления рабочего режима, мин, не более	5.
Время непрерывной работы радиометра, ч, не менее	24.
Нестабильность показаний за 24 ч непрерывной работы, %, не более	±5.
Габаритные размеры установки (в × д × ш), мм, не более	1100 × 650 × 600
Площадь входного окна устройства детектирования «Рука», мм ²	125 × 185
Площадь входного окна устройства детектирования «Нога», мм ²	150 × 355
Диаметр входного окна устройства детектирования «Альфа», мм	70.
Масса, кг, не более	45.
Условия эксплуатации:	
- температура окружающего воздуха, °С	10 – 35
- относительная влажность при +25 °С (без конденсации влаги), %	до 80
- атмосферное давление, кПа	84 - 106,7
- естественный радиационный фон, не более, мкЗв/ч	0,25
Электропитание от однофазной сети переменного тока	
- напряжением, В	220 ± 22
- частота, Гц	50 ± 1

¹ В соответствии с требованиями НРБ-99/2009, СанПин 2.6.1.2368-08 и МУ 2.6.1.1892-04.

Наименование параметра	Значение
Потребляемая мощность, Вт, не более	200
Средняя наработка на отказ установки МКС-100А «Чистотел», ч, не менее	20000
Средний срок службы установки МКС-100А «Чистотел», лет, не менее	10

Знак утверждения типа

Знак утверждения типа наносится на фирменную табличку, размещенную на задней панели блока управления и индикации, согласно технологии предприятия-изготовителя и титульный лист эксплуатационной документации типографским способом или специальным штампом.

Комплектность средства измерений

Комплект поставки установки МКС-100А «Чистотел» соответствует перечню, приведенному в таблице 3.

Т а б л и ц а 3

Наименование	Кол-во	Заводской номер	Примечание
Стойка	1 шт.		
Устройство детектирования «Рука»	2 шт.		
Устройство детектирования «Нога»	2 шт.		*
Устройство детектирования выносное «Альфа»	1 шт.		*
Блок управления и индикации с установленным программным обеспечением «Чистотел»	1 шт.		
Паспорт	1 экз.		
Руководство по эксплуатации	1 экз.		

* Наличие в соответствии с картой заказа или спецификацией на поставку установки

Поверка

осуществляется в соответствии с методикой поверки, изложенной в разделе 4 Руководства по эксплуатации АЖНС.412152.002 РЭ и утвержденной ФБУ «ЦСМ Московской области» 4 марта 2013 г.

При поверке применяются:

1) Рабочие эталонные источники, аттестованные в установленном порядке или утвержденного типа не ниже рабочего эталона 2-го разряда:

- три источника бета-излучения с радионуклидами $^{90}\text{Sr}+^{90}\text{Y}$ типа 6C0 с номинальными значениями внешнего излучения в угол 2р (100 - 300) мин⁻¹·см⁻², (1000 - 2000) мин⁻¹·см⁻², (10000 - 12000) мин⁻¹·см⁻²;

- три источника альфа-излучения с радионуклидом ^{239}Pu типа 4П9 с номинальными значениями внешнего излучения в угол 2р (50 - 300) мин⁻¹·см⁻², (1000 - 2000) мин⁻¹·см⁻², (7000 - 9000) мин⁻¹·см⁻².

2) Установка поверочная типа УПГД-2М-Д или УПГ-П или УПГД-С или аналогичная с источником гамма-излучения ^{137}Cs , обеспечивающая воспроизведение МПД в диапазоне от $5 \cdot 10^{-6}$ до $20 \cdot 10^{-6}$ Гр·ч⁻¹, аттестованная в качестве рабочего эталона не ниже 2-го разряда. Активность от 10^6 до 10^8 Бк, погрешность измерения активности не более 7 % при Р = 0,95.

Сведения о методиках (методах) измерений

Сведения о методиках (методах) измерений изложены в разделе 2 «Использование по назначению» Руководства по эксплуатации АЖНС.412152.002 РЭ.

Нормативные документы, устанавливающие требования к установкам контроля поверхностного радиоактивного загрязнения персонала МКС-100А «Чистотел»

1. ГОСТ Р 50444-92 Приборы, аппараты и оборудование медицинские. Общие технические условия.
2. ГОСТ 27451-87 Средства измерений ионизирующих излучений. Общие технические условия.
3. ГОСТ 17225-85 Радиометры загрязненности поверхностей альфа- и бета-активными веществами. Общие технические требования и методы испытаний.
4. ГОСТ Р 50267.0-92 Изделия медицинские электрические. Часть 1. Общие требования безопасности.
5. ГОСТ 8.033-96 Государственная система обеспечения единства измерений. Государственная поверочная схема для средств измерений активности радионуклидов, потока и плотности потока альфа-, бета-частиц и фотонов радионуклидных источников.
6. ГОСТ Р 8.804-2012 Государственная система обеспечения единства измерений. Государственная поверочная схема для средств измерений кермы в воздухе, мощности кермы в воздухе, экспозиционной дозы, мощности экспозиционной дозы, амбиентного, направленного и индивидуального эквивалентов дозы, мощностей амбиентного, направленного и индивидуального эквивалентов дозы и потока энергии рентгеновского и гамма-излучений.

Рекомендации по областям применения в сфере государственного регулирования обеспечения единства измерений

Установки контроля поверхностного радиоактивного загрязнения персонала МКС-100А «Чистотел» применяются:

- для осуществления производственного контроля за соблюдением установленных законодательством Российской Федерации требований промышленной безопасности к эксплуатации опасного производственного объекта;
- при выполнении работ по обеспечению безопасных условий и охраны труда.

Изготовитель

Общество с ограниченной ответственностью «НТЦ Амплитуда»
(ООО «НТЦ Амплитуда»)

Юридический адрес: проспект Генерала Алексеева, д. 15, Зеленоград, г. Москва, 124460

Почтовый адрес: а/я 123, г. Москва, 124460

Телефон: 495-777-13 -59

Факс: 495-777-13 -58

e-mail: info@amplituda.ru

Испытательный центр

ФБУ «ЦСМ Московской области»

Юридический адрес: 141570, г.п. Менделеево Солнечногорского р-на Московской обл.

тел. (495) 994-22-10, факс (495) 994-22-11, e-mail: info@mencsm.ru, www.mencsm.ru.

Аттестат аккредитации ФБУ «ЦСМ Московской области» по проведению испытаний средств измерений в целях утверждения типа № 30083-14 от 07.02.2014 г.

Заместитель

Руководителя Федерального
агентства по техническому
регулированию и метрологии

С.С. Голубев

М.п. «___» _____ 2015 г.