



**Инструкция по эксплуатации
Индикатор оперативного контроля альфа-активности
воздушной среды рабочей зоны Эфре-8110**

ЭП.ИОКАВ.24.001.14.001.ИЭ

г. Красноярск, 2025 г.

Оглавление

Принятые сокращения и определения.....	2
1 Общие сведения.....	3
1.1 Назначение и внешний вид.....	3
1.2 Технические характеристики.....	4
2 Описание конструкции и принципа действия.....	5
2.1 Описание конструкции.....	5
2.2 Описание принципа действия.....	6
3 Указания по эксплуатации.....	7
3.1 Лицевая панель ИОКАВ.....	7
3.2 Включение и начало работы.....	9
3.3 Режим работы дисплея Индикации измерений.....	10
3.4 Режим Меню.....	11
3.5 Рекомендуемые значения уставок параметров (меню).....	12
3.6 Возврат к заводским установкам.....	13
3.7 Стойкость конструктивных элементов к дезактивирующим растворам.....	14
3.8 Техническое обслуживание, текущий ремонт и утилизация.....	14
4 Контакты для обратной связи.....	14

Принятые сокращения и определения

ИОКАВ - индикатор оперативного контроля альфа-активности воздушной среды рабочей зоны;

1 Общие сведения

1.1 Назначение и внешний вид

Индикатор оперативного контроля объёмной альфа-активности воздушной среды рабочей зоны Эфре-8110 предназначен для измерения объёмной альфа активности воздуха, в рабочих зонах присутствия персонала, характеризующихся наличием риска появления микрочастиц альфа-излучающих радионуклидов, при осуществлении технологических процессов обращения или преобразования радиоактивных веществ.



Рис. 1. Внешний вид ИОКАВ Эфре-8110.2



Рис. 2. Внешний вид ИОКАВ Эфре-8110.3

1.2 Технические характеристики

№ п.п.	Наименование	Значение
1.	Полные габаритные размеры	360x550x180 ± 10 мм
2.	Габаритные размеры корпуса	320x360x180 мм
3.	Напряжение питания	220В
4.	Потребляемая мощность	120Вт
5.	Тип первичного датчика	Бета-2
6.	Расход воздуха через фильтр	0 ... 60 л/мин
7.	Тип применяемого фильтра	АФА-РСП-10
8.	Материал корпуса для модификации Эфре-8110.2	Конструкционная сталь
9.	Материал корпуса для модификации Эфре-8110.3	Нержавеющая сталь
10.	Покрытие корпуса для модификации Эфре-8110.2	щелоче-кислотостойкая трёхкомпонентная композиция грунт ХС-059 + эмаль ХС-759 + лак ХС-724.
11.	Диапазон измерения объемной активности альфа- излучения:	$1 \cdot 10^{-1} \div 1 \cdot 10^4$ Бк/мЗ

2 Описание конструкции и принципа действия

2.1 Описание конструкции

Основные элементы конструкции ИОКАВ Эфре-8110:2 (элементы конструкции и логика управления у модификации Эфре-8110.3 аналогичны, кнопки управления кроме кнопки включения/выключения выполнены сенсорном исполнении).

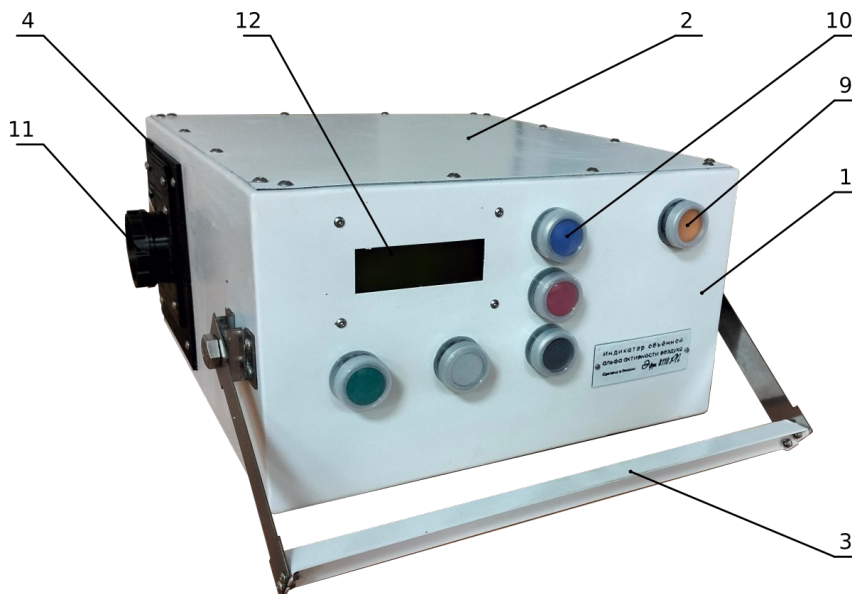


Рис.2. ИОКАВ Эфре-8110.2 вид спереди - слева.

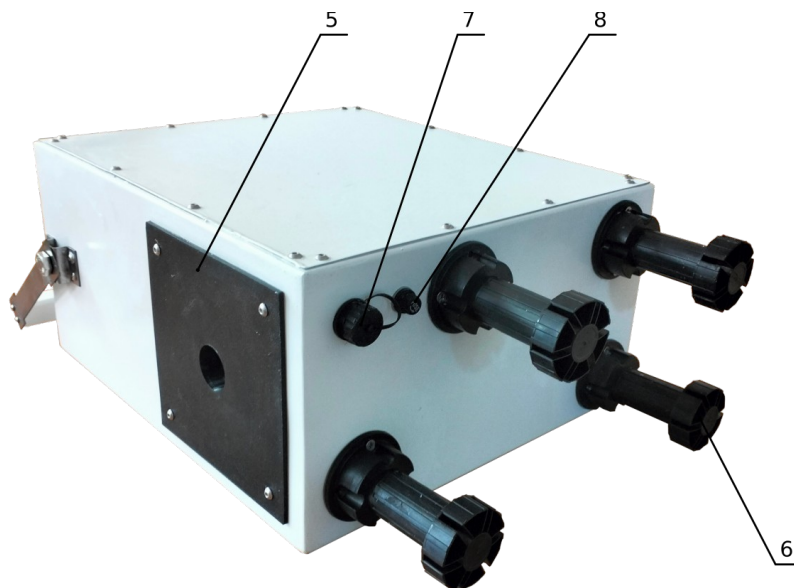


Рис.3. ИОКАВ Эфре-8110П в2 вид сзади - справа.

1 — корпус, 2 — крышка корпуса, 3 — рукоятка-подставка, 4 — входной фланец воздуховода, 5 — выходной фланец воздуховода, 6 — стойки, 7 — кабельный гермо-ввод, 8 — гнездо предохранителя, 9 — кнопка включения/выключения (с фиксацией), 10 — кнопки управления (без фиксации), 11 — фильтро-датчик держатель, 12 — дисплей;

2.2 Описание принципа действия

Принцип действия Эфре-8110 основан на счёте и последующей интерпретацией (математическом расчёте) импульсов срабатывания от первичного датчика излучения Бета-2.

Вентиляторная сборка обеспечивает прокачку заданного объёма воздуха через фильтр АФА-РСП-10, на поверхности которого задерживаются микро частицы радиоактивных материалов. Расход воздуха через фильтр определяется датчиком потока воздуха, установленного в воздушной магистрали прибора.

Поток альфа, бетта и гамма частиц от фильтра, попадает на слюдяное окно датчика Бета-2.и с интервалом 5с прерывается альфа-непрозрачной шторкой.

Счётное устройство регистрирует все импульсы отдельно для каждого из открытого и закрытого состояния датчика. Количество зарегистрированных альфа- частиц рассчитывается по формуле:

$$n_{\text{АЛЬФА}} = n_{\text{ОТКРЫТО}} - n_{\text{ЗАКРЫТО}} \quad (1)$$

Всего процессорная часть устройства контролирует:

Таблица 1

№ п.п.	Описание	Обозначение	Размерность
1.	Время от начала отсчёта	t	секунда с
2.	Количество альфа частиц	$n_{\text{АЛЬФА}}$	целое число, рассчитанное по формуле 1
3.	Скорость оборотов вентилятора	ω (омега)	оборотов/минута об/мин
4.	Изменение сопротивления датчика расхода воздуха	R	Ом

Остальные величины являются задаваемыми (через меню) и расчётными.

Задаваемые величины:

Таблица 2

1.	Коэффициент пересчёта оборотов вентилятора в поток (скорость расхода) воздуха через фильтр. Определяется эмпирическим путём при калибровке расхода воздуха через фильтр.	K
2.	Коэффициент пересчёта приращения сопротивления датчика расхода воздуха в поток (скорость расхода) воздуха через фильтр	KR
3.	Коэффициент калибровки расчётной величины объёмной активности (коэффициент эффективности пробоотбора - безразмерный коэффициент, определяющий эффективность попадания аэрозольных частиц из прокачанного объема воздуха на фильтр и их удержания на волокнах фильтра).	krv

4.	Заданное время отбора пробы воздуха на фильтр, ч.	tz
----	---	----

Расчётные величины:

Таблица 3

№ п.п.	Описание	Обозначение	Размерность	Формула расчёта
1.	Объём воздуха прошедшего через фильтр за секунду (секундная дискрета объёма)	qd	метр кубический м ³	время*л/мин
2.	Объём воздуха прошедшего через фильтр с начала отсчёта (суммарный объём). Рассчитывается каждую секунду как приращение секундной дискреты объёма qd к объёму с начала отсчёта qs.	qs	метр кубический м ³	$\sum_0^t qd_{t-1} + qd_t$
3.	Объёмная активность альфа-излучающих радионуклидов с начала отсчёта	a	беккерель/метр кубический бк/м ³	$krv \cdot K_{\text{АЛЬФА}} / (t \cdot qs)$ [(число импульсов датчика)/(время*объём)]
4.	Объёмная активность альфа-излучающих радионуклидов за заданное время. Вычисляется при достижении счётчиком времени заданного времени tz путём разности значений a в текущем tz и предыдущем tz.	Δa	беккерель/метр кубический бк/м ³	$a_{tz} - a_{tz-1} - a_0$

3 Указания по эксплуатации

3.1 Лицевая панель ИОКАВ

На лицевой панели ИОКАВ расположены дисплей, шильдик, кнопка включения/выключения и кнопки управления.

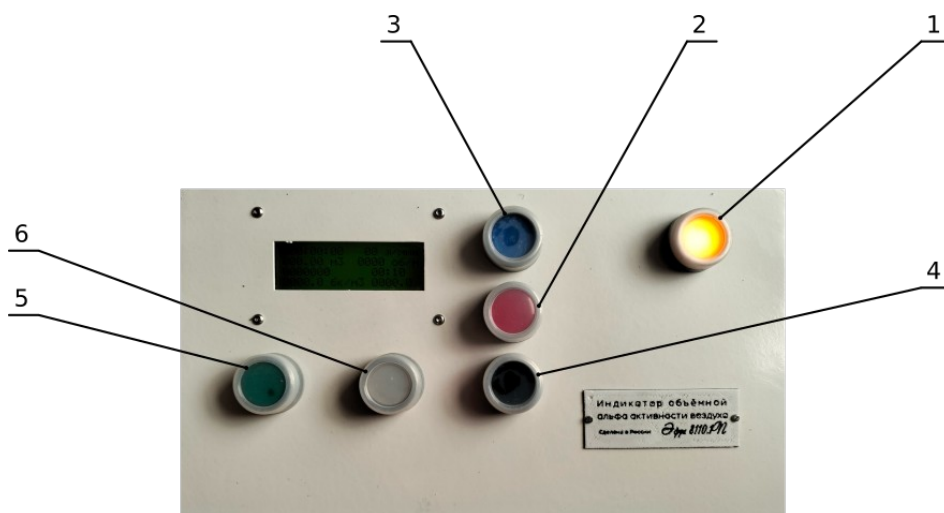


Рис. 8. Расположение кнопок управления ИОКАВ на лицевой панели. 1 — кнопка включения /выключения, 2 — кнопка меню, 3 — кнопка увеличения значения, 4 — кнопка уменьшения значения, 5 — кнопка начала отсчёта, 6 — кнопка обнуления отсчёта.

Назначение и порядок работы кнопок управления приведённых на рис. 8 указано в таблице 4.

Таблица 4

№ п.п.	Цвет	Назначение	Порядок работы
1.	Желтый	Включение Выключение	Кнопка с фиксацией и подсветкой включенного состояния.
2.	Красный	Меню	Кнопка входа в меню, запускает меню выбора и редактирования параметров, отображаемого на дисплее. Для входа или выхода в режим меню требуется однократное длительное нажатие. Для входа или выхода в режим редактирования параметра требуется однократное короткое нажатие. Для выбора параметра редактирования в используется навигация типа вверх-вниз при помощи кнопок 3 — вверх и 4 — вниз.
3.	Синий	+ увеличение	Кнопка увеличения какого либо параметра в зависимости от индикации дисплея: - при индикации измерений нажатие на кнопку увеличивает обороты вентиляторов 1 шаг при коротком нажатии и x10 шагов ¹ - при индикации меню нажатие на кнопку перемещает указатель выбора вверх; - в режиме установки параметра меню нажатие на кнопку увеличивает значение параметра на 1 шаг или на x10 шагов

¹ имеется ввиду параметр устанавливаемый в п.4 меню - «Шаги».

4.	Чёрный	- уменьшение	Кнопка уменьшения какого либо параметра в зависимости от индикации дисплея: - при индикации измерений нажатие на кнопку уменьшает обороты вентиляторов 1 шаг при коротком нажатии и x10 шагов - при индикации меню нажатие на кнопку перемещает указатель выбора вниз; - в режиме установки параметра меню нажатие на кнопку уменьшает значение параметра на 1 шаг или на x10 шагов
5.	Зелёный	старт/стоп отсчёта	Нажатие на кнопку запускает или приостанавливает режим регистрации альфа- частиц и расчёта производных величин.
6.	Белый	обнуление	Нажатие на кнопку обнуляет все измеряемые и расчётные значения в текущем измерении.

3.2 Включение и начало работы

Для начала работы следует установить прибор на устойчивую площадку горизонтально или вертикально на стойки.

Необходимо проверить наличие фильтра в фильродержателе, при необходимости установить/заменить фильтр, открутив болт-прижим, установив/заменив фильтр, закрутив болт-прижим обратно.

Для включения прибора необходимо присоединить шнур электропитания к разъёму, расположенному на задней панели (см. рис 3 поз 7), с усилием закрутив прижимную гайку шнура питания к разъёму. Затем нажать кнопку включения/отключения (желтая, см. рис. 8, поз 1) в положение «включено», при этом должна включиться подсветка кнопки и на дисплее должно отобразиться значения измерений и расчётных величин (режим дисплея индикации измерений).

При необходимости следует проверить установленные значения параметров работы прибора путём вызова Меню, для чего однократно длительно нажать на кнопку вызова меню (красная, см. рис. 8, поз 2.). Используя кнопки увеличения или уменьшения (синяя и чёрная, см. рис. 8, поз 3 и поз. 4 соответственно) и кнопку Меню задать какому либо параметру необходимое значение. Затем снова установить дисплею режим отображения измерений однократным длительным нажатием на кнопки Меню.

В режиме дисплея индикации измерений используя кнопки увеличения или уменьшения (синяя и чёрная, см. рис. 8, поз 3 и поз. 4 соответственно) установить требуемое значение задаваемого потока воздуха через фильтр.

Нажать на кнопку старта/остановки отсчёта (зелёная, см. рис.8 поз.5). На дисплее появится индикация счёта частиц и других величин, послышится шум работы вентиляторов. Повторное нажатие зелёной кнопки остановит счёт альфа-частиц и прокачку воздуха через фильтры.

При необходимости нажатием на кнопку обнуления (белая, см. рис. 8, поз. 6) обнулить текущие показания счёта и расчёта вычисляемых величин.

3.3 Режим работы дисплея Индикации измерений.

Дисплей имеет два режима работы — режим Индикации измерений и режим Меню. Переход между режимами осуществляется однократным длительным нажатием на кнопку Меню (красная, см. Рис. 8, поз 2).



Рис. 9. Вид дисплея в режиме Индикации измерений.

Расшифровка индикаторных позиций приведена в таблице 5.

Таблица 5.

№ п.п.	Назначение	Расшифровка
1.	Время отсчёта	Индикатор счётчика времени в формате ЧЧЧ.ММ.СС
2.	Накопленный объём воздуха через фильтр	Расчётная величина в М³, определяемая как произведение времени отсчёта на объёмный расход воздуха через фильтр, который также является расчётной величиной, определяемой в зависимости от числа оборотов вентиляторов и коэффициента приведения числа оборотов к объёмному расходу (п. 1 в Меню).
3.	Число зарегистрированных альфа-частиц с начала отсчёта	Определяется как разность импульсов срабатывания между счётчиками детекторами СБТ11А и СБТ11 по формуле: $n_{\text{АЛЬФА}} = n_{\text{СБТ11А}} - n_{\text{СБТ11}} \times (1 + \text{коэфФона}/10)$ коэфФона это коэффициент компенсации естественного фона задаваемый в п. 8 Меню и может принимать значения от -9.99 до 9.99 (см. также расшифровку пунктов Меню)
4.	Значение объёмной альфа-активности с начала отсчёта	В Бк/м³. Рассчитывается по формуле $k_{\text{гв}} \cdot n_{\text{АЛЬФА}} / (t \cdot V)$, где $k_{\text{гв}}$ — коэф. компенсации фона, $n_{\text{АЛЬФА}}$ — число зарегистрированных альфа- частиц, t — время регистрации, V — объём воздуха прокачанный через фильтр за время регистрации.

5.	Объёмный расход воздуха через фильтр	Расчётная величина, определяемая как производное от числа оборотов вентиляторов и коэффициентов приведения числа оборотов к скорости объёмного расхода. См. таблицу 6 и 7.
6.	Обороты вентиляторов	Число оборотов вентиляторов (всего четыре вентилятора) в минуту делённое на 10, т.е. для правильного представления числа оборотов необходимо умножить показание на 10.
7.	Установленное время отсчёта в ММ:СС	Отрезок времени при котором вычисляется объёмная активность за заданное время см. п. 8 настоящей таблицы.
8.	Объёмная активность за заданное время.	Объёмная активность альфа-излучающих радионуклидов за заданное время. Вычисляется при достижении счётчиком времени заданного времени отрезка времени t_z путём разности значений a в текущем t_z и предыдущем t_z . Δa беккерель/метр кубический, бк/м ³

3.4 Режим Меню

При длительном нажатии на кнопку Меню (красная, см. Рис. 8, поз 2) дисплей из режима Индикации измерений переходит в режим Меню и обратно.

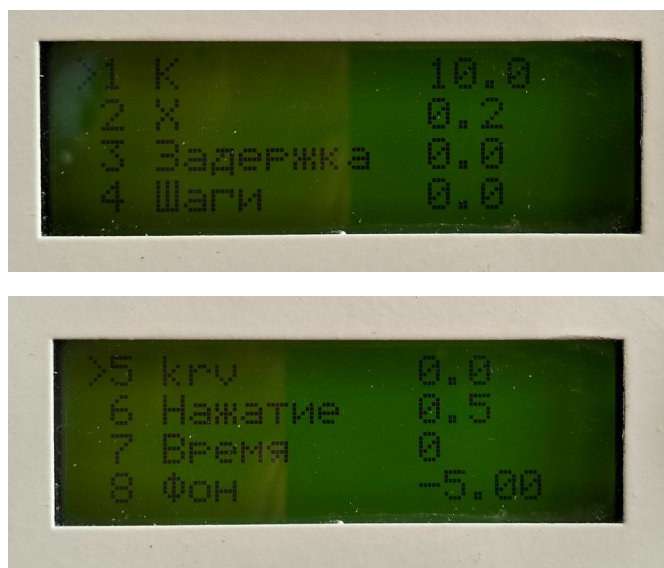


Рис. 10. Вид дисплея в режиме Меню.

Указатель > показывает текущий выбор параметра Меню, перемещение между пунктами Меню осуществляется нажатием на клавиши Вверх (синяя, поз. 3, рис. 8) и Вниз (черная, поз. 4, рис. 8). При коротком нажатии на кнопку «Меню» позиция становится доступной для измерения уставки, при этом указатель > также будет отображаться рядом с изменяемой уставкой. Изменение уставки параметра осуществляется коротким или

длительным нажатием синей или чёрной кнопок, на увеличение или уменьшение соответственно.

Расшифровка позиций Меню приведена в таблице 6.

Таблица 6.

№ п.п.	Обозначение в Меню	Расшифровка
1.	К	Коэффициент 1 приведения оборотов вентиляторов к объёмному расходу через фильтр
2.	Х	Коэффициент 2 приведения оборотов вентиляторов к объёмному расходу через фильтр
3.	Задержка	Задержка начала счёта альфа частиц от старта работы вентиляторов в с.
4.	Шаги	Дискрета измерения параметров при коротком нажатии
5.	k _{rv}	Коэффициент калибровки расчётной величины объёмной активности
6.	Нажатие	Время реакции кнопки в секундах
7.	Время	Задаваемое (установленное) время для расчёта показателя (также см. Таблица 5, п. 7
8.	ФОН	Коэффициент компенсации нестабильности датчиков и естественного фона

3.5 Рекомендуемые значения уставок параметров (меню).

Рекомендуемые значения позиций пунктов Меню с комментариями приведены в таблице 7.

Таблица 7.

№ п.п.	Параметр	Рекомендуемое значение	Комментарии
1.	К	1,4	При указанных значениях коэффициентов К и Х при установке скорости объёмного расхода 60 л/мин достигается действительная скорость объёмного расхода через фильтр типа АФА-РСП-10 равный 60 л/мин (при погрешности около 10%). Определено эмпирическим путём.
2.	Х	1,9	
3.	Задержка	0 1 ... 60	В зависимости от длительности текущего измерения может быть применена различное значение задержки начала отсчёта от старта работы вентиляторов (начала прокачки воздуха)
4.	Шаги	0,1	ВАЖНО: после сброса настроек к заводским (обнуление всех уставок) пункты меню Шаги и Нажатие должны быть заданы в первоочередном порядке.

5.	krv	1	При наличии тестового источника альфа-излучения с калиброванным потоком альфа-частиц и габаритами менее окна фильтра (менее 10 см ²) может быть определён
6.	Нажатие	0.5	ВАЖНО: после сброса настроек к заводским (обнуление всех уставок) пункты меню Шаги и Нажатие должны быть заданы в первоочередном порядке.
7.	Время		В зависимости от целесообразного текущего измерения может быть задано различное время для определения Объёмной активности альфа-излучающих радионуклидов за заданное время.
8.	ФОН	-4.8 ... -6.2	Коэффициент фона учитывается при определении числа зарегистрированных альфа-частиц от датчика Бета-2 по формуле: $N_{\text{АЛЬФА}} = N_{\text{ПОРЫТО}} - N_{\text{ЗАКРЫТО}} \times (1 + \text{коэфФона}/10)$ При указанных значениях коэффициента фона при отсутствии источника альфа-излучения будет наблюдаться околонулевой, незначительный отрицательный (при больших значениях) или незначительный положительный (при меньших значениях) счёт количества альфа-частиц. ВАЖНО: нельзя устанавливать значения коэффициента фона больше чем 9.99 или меньше чем -9.99, т. к. процессор прибора получит значения переменных, превышающие допустимые, что введёт дисплей в неадекватный режим. При случайной установке значений коэффициента фона за пределами допустимых значений потребуется произвести процедуру Возврата к заводским установкам и переустановки всех пунктов Меню (см. соответствующий пункт).

3.6 Возврат к заводским установкам

При превышении значений измеряемых, расчётных величин и задаваемых параметров пределов системных возможностей процессоров возможны зависания и неадекватная работа прибора, что будет сопровождаться соответствующей индикацией на дисплее.

Такая неадекватная работа может быть устранена путём кратковременного на не менее 10 секунд выключения прибора и последующего включения.

Если кратковременное выключение прибора не устраняет неадекватную работу то потребуется сброс текущих настроек. Для чего необходимо выполнить следующую последовательность действий:

- выключить прибор нажатием на кнопку Включения/Выключения (желтая, рис. 8, поз. 1);

- выждать около 10 секунд;
- нажать одновременно кнопки Обнуление (белая, рис. 8 поз. 6) и Меню (красная, рис.8, поз. 2) и не отпуская эти кнопки включить прибор, нажав на кнопку Включения/Выключения (желтая, рис. 8, поз. 1)
- дождаться включения дисплея в режиме Индикации измерений, после чего отпустить удерживаемые кнопки Обнуления и Меню.

При этом обнулятся все устанавливаемые параметры Меню их необходимо будет задать заново (см. соответствующий пункт настоящей Инструкции).

3.7 Стойкость конструктивных элементов к дезактивирующим растворам.

Для целей дезактивации наружные элементы ИОКАВ изготовлены или покрыты химически стойкими материалами.

Корпус ИОКАВ в модификации 2 изготовлен из черного металла толщиной 0,8 мм и покрыт трёх-компонентной щелоче-кислотостойкой композицией в составе грунт ХС-059 + эмаль ХС-759 + лак ХС-724. Обладает хорошей адгезией и химической стойкостью к растворам щелочей, кислот, агрессивных жидкостей и газов с температурой не выше 60°C, может эксплуатироваться в атмосферных условиях различных климатических районов, а также внутри помещений.

Корпус ИОКАВ в модификации 3 изготовлен из нержавеющей стали.

В окне дисплея установлено минеральное стекло.

Метизы, держатель ручки, планка ручки изготовлены из нержавеющей стали.

Входной и выходной фланцы воздушной системы, фильтродержатель изготовлены методом 3Д печати из PETG пластика.

На кнопки управления одеты силиконовые насадки.

Все сочленения, в т.ч. болты, насадки, крышка посажены на силиконовый герметик.

3.8 Техническое обслуживание, текущий ремонт и утилизация.

Текущая версия ИОКАВ не предполагает отдельных рекомендаций по техническому обслуживанию и/или ремонту.

При утрате целесообразности в дальнейшей эксплуатации ИОКАВ должен быть утилизирован по правилам, применяющимся для подобного рода устройств в атомной промышленности.

4 Контакты для обратной связи

Индикатор оперативного контроля альфа-излучающих радионуклидов изготовлен в ООО «Эфре Поиск» в г. Красноярске по адресу ул. Ястынская, 19А, пом. 216. По вопросам работы прибора для замечаний писать или звонить по следующим контактам:

адрес электронной почты: dzhezhora.aa@efre.su тел.