

СИСТЕМА ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЕДИНСТВА ИЗМЕРЕНИЙ  
РЕСПУБЛИКИ УЗБЕКИСТАН

УЗБЕКСКОЕ АГЕНТСТВО СТАНДАРТИЗАЦИИ, МЕТРОЛОГИИ И СЕРТИФИКАЦИИ  
(АГЕНТСТВО "УЗСТАНДАРТ")

Государственное учреждение «Узбекский национальный институт метрологии»

(наименование уполномоченного органа по испытаниям типа средств измерений)

**СЕРТИФИКАТ** О'Т 0000614

*утверждения типа средств измерений*  
**TYPE APPROVAL CERTIFICATE OF MEASURING INSTRUMENTS**

№ 02-2.0094



Выдан  
" 07 " февраля 20 22 г.

Действителен до:  
" 07 " февраля 20 27 г.

Настоящий сертификат удостоверяет, что на основании положительных результатов испытаний утверждён тип Комплексов радиоизотопных измерений  
уровня и плотности Gammapirot FMG50  
наименование средств измерений и обозначение их типа

изготовленных «Endress+Hauser SE + Co. KG», Германия  
наименование организации-изготовителя средств измерений

Тип средств измерений соответствует Технической документации завода изготовителя  
обозначение нормативного документа  
внесён в Государственный Реестр средств измерений под № 02-2.0094:2022  
и допущен к применению в Республике Узбекистан.

Описание типа средств измерений приведено в приложении к настоящему сертификату.

Действие настоящего сертификата распространяется на Комплексы радиоизотопные измерений уровня и плотности Gammapirot FMG50



Руководитель

М.П.

Руководитель

М.П.

Н. Раймжонов

Срок действия сертификата продлён до

" " 20 2 г.

" " 20 2 г.



**ОПИСАНИЕ ТИПА СРЕДСТВ ИЗМЕРЕНИЙ**  
для Государственного реестра средств измерений Республики Узбекистан



«УТВЕРЖДАЮ»  
Главный метролог  
ГУ «УЗНИМ»



Н. Раймжонов  
« 02-20094/2022 » 2022 г.

<b>Комплексы радиоизотопные измерений уровня и плотности Gammapilot FMG50</b>	Внесено в Государственный реестр средств измерений Республики Узбекистан Регистрационный номер <u>02-2.0094/2022</u>
---	---

Выпускаются по технической документации фирмы «Endress+Hauser SE + Co. KG», Германия

**НАЗНАЧЕНИЕ И ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ**

Комплексы радиоизотопные измерений уровня и плотности Gammapilot FMG50 (далее комплексы) предназначены для непрерывного измерения уровня или определения предельных значений уровней жидкостей, пульп и сыпучих материалов (далее продукта), уровня границы раздела рабочих сред, а также измерений плотности продукта (в т.ч. при транспортировке по трубопроводам) при учетно-расчетных операциях, в системах оперативного учета и автоматического контроля, регулирования и управления технологическими процессами.

**ОПИСАНИЕ**

Принцип действия комплекса основан на определении степени ослабления (поглощения) гамма-излучения, испускаемого источником при его прохождении через рабочую среду. Степень ослабления гамма-излучения зависит от типа источника, плотности, толщины и высоты слоя рабочей среды, через которую проходит гамма-излучение.

В зависимости от типа резервуара/трубопровода, условий применения и потребностей Заказчика, в состав комплекса могут входить: источник гамма-излучения с радионуклидом (далее источник), контейнер для источника (далее контейнер), модулятор излучения FHG65 с блоком управления FHG66, детектор гамма-излучения с измерительным преобразователем (далее детектор) FMG50, монтажные комплекты, индикатор сигналов RIA15 с функцией управления, преобразователь измерительный RMA42 и регистратор безбумажный Metograph M RSG45.

Комплекс может использоваться как в полном составе, так и частично.

Поскольку составные части комплекса монтируются без прямого контакта с рабочей средой, то ее параметры не оказывают воздействия на работу комплекса, что позволяет применять комплекс для измерений, в том числе, агрессивных, токсичных и других опасных сред.



Источник испускает гамма-излучение, возникающее при радиоактивном распаде содержащегося в нем радионуклида. В комплексе могут применяться источники гамма-излучения FSG60, FSG61 или аналогичные типа ИГИ-Ц-х-х, ИМГИЦ-х, ИМГИЦ2-х, ГИД-Ц-х-х, ГИК-х-х, ОСГИ и/или аналогичные с радионуклидом цезий-137 (Cs-137), кобальт-60 (Co-60) или натрий-22 (Na-22), в том числе по ГОСТ Р 52241-2004 (ИСО 2919:1999).

Контейнер предназначен для формирования пучка излучения от источника в заданном направлении, защиты персонала от воздействия излучения во время работы, транспортировки и хранения источника. Применяются контейнеры типа FQG60, FQG61, FQG62, FQG63, FQG66, Multiplex9s-3, Multiplex9s, KC-XXXX, блоки гамма-источника типа БГИ-xxxx или контейнеры, обладающие аналогичными экранирующими и функциональными характеристиками. Тип контейнера или блока выбирается исходя из типа источника и особенностей применения комплекса.

Детектор предназначен для регистрации гамма-излучения и формирования выходного сигнала. Детектор содержит чувствительный элемент сцинтилляционного типа из йодида натрия (NaI) или поливинилтолуола (PVT). Попадая на сцинтиллятор, гамма-излучение генерирует вспышки света, которые преобразуются фотоумножителем в электрические импульсы. Частота импульсов пропорциональна интенсивности излучения, попадающего на детектор. В зависимости от заданного режима работы и данных калибровки, частота импульсов преобразуется измерительным преобразователем в выходной сигнал уровня или плотности.

Детектор имеет встроенную функцию линеаризации (до 32 точек), а также автоматическую компенсацию снижения активности излучения источника в зависимости от срока его эксплуатации.

Для обеспечения достоверности измерений при изменении фонового уровня радиации и/или наличия воздействия других источников ионизирующего излучения (например, во время проведения гаммадефектоскопии) в составе комплекса применяют модулятор излучения Gamma Modulator FHG65 с блоком управления модулятора Synchronizer FHG66.

Комплекс сертифицирован в соответствии со стандартом IEC 61508 на применение в электрических, электронных, программируемых системах, связанных с безопасностью и имеющих уровень полноты безопасности SIL2 (1001) и SIL3 при однородном резервировании.

В комплексах реализована технология Heartbeat, позволяющая осуществлять имитационную поверку без демонтажа прибора и остановки технологического процесса, а также непрерывную самодиагностику прибора с выводом диагностических сообщений:

- на местный дисплей;
- в систему настройки и управления парком приборов (например, FieldCare, DeviceCare, AMS Device Manager, SIMATIC PDM и др.);
- в систему автоматизации (например, ПЛК);
- на экран смартфона или планшетного компьютера с установленным ПО SmartBlue.

Результаты самодиагностики Heartbeat классифицируются по стандарту VDI/VDE 2650 и, в соответствии со стандартом NAMUR NE 107, могут быть считаны в виде числовых величин и сообщений с дисплея детектора и/или могут передаваться в виде выходного сигнала (дискретного, аналогового или цифрового).



Параметризация и пуско-наладочные работы осуществляются на месте монтажа с помощью RIA15, удаленно - посредством беспроводного радиointерфейса Bluetooth при помощи смартфона или планшетного компьютера с установленным ПО SmartBlue или через интерфейс цифровой коммуникации посредством компьютера с программным обеспечением (например, DeviceCare, FieldCare, AMS Device Manager, SIMATIC PDM и др.). Измерительная информация может передаваться в виде аналогового и/или цифрового сигнала (например, HART) и/или может быть считана с RIA15 или цифровых устройств посредством беспроводного радиointерфейса Bluetooth.

Для повышения чувствительности комплекса, увеличения диапазона изменений уровня при каскадной установке, и/или при использовании релейных выходов применяются:

- при двух детекторах – RMA42;
- при двух и более детекторах – RSG45.

Комплекс также может использоваться для вычислений концентрации двухкомпонентных продуктов (например, твердых включений в пульпе), для которых имеются зависимости концентрации от плотности и температуры, уровня границы раздела фаз. Комплексы могут входить в состав систем для вычислений объема и массы продуктов в резервуарах и трубопроводах.

Комплексы выпускаются в обычном или взрывозащищенном исполнении.

При установке на месте эксплуатации проводится калибровка комплекса в соответствии с требованиями, изложенными в технической документации.

Внешний вид компонентов комплекса приведен на рисунках 1 - 8.

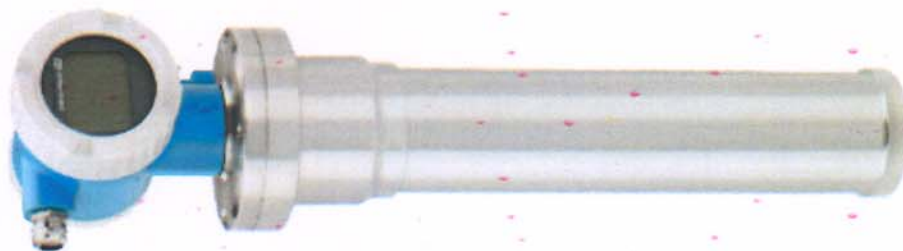


Рисунок 1 - Компактный преобразователь Gammapilot FMG50 (детектор)



FQG63

FQG61

FQG66

Рисунок 3 - Источники  
гамма-излучения

Рисунок 2 – Варианты контейнеров для источников  
гамма-излучения





Рисунок 4 - Модулятор излучения  
Gamma Modulator FHG65



Рисунок 5 - Блок управления модулятора  
Synchronizer FHG66



Рисунок 6 – Индикатор RIA15



Рисунок 7 - Преобразователь  
измерительный RMA42



Рисунок 8 – Регистратор безбумажный RSG45

### Программное обеспечение

Программное обеспечение комплексов состоит из двух частей Firmware и Software. Обработка результатов измерений и вычисление (метрологически значимая часть ПО) проводится по специальным расчетным соотношениям, сохраняемым во встроенной программе (firmware) в виде Hex-File. Доступ к цифровому идентификатору firmware (контрольной сумме) невозможен.



Наименование программного обеспечения нанесено фабричным способом на заводскую табличку (шильдик) детектора, а так же доступно для считывания с использованием цифровых протоколов при помощи персонального компьютера и/или посредством беспроводного радиointерфейса Bluetooth с экрана смартфона или планшетного компьютера с установленным ПО SmartBlue. Метрологически значимая часть ПО и заводские параметры защищены переключателем в электронном блоке FMG50, а также с помощью пароля для предотвращения несанкционированного доступа к настройкам прибора через ПО DeviceCare, FieldCare, AMS Device Manager, SIMATIC PDM, SmartBlue и другие. Настройка и модификация параметров прибора через встроенный дисплей не возможна.

Наименование ПО имеет структуру X.Y.Z, где:

X - идентификационный номер firmware;

Y - идентификационный номер текущей версии Software (от 00 до 99) - характеризующий функциональность преобразователя (различные протоколы цифровой коммуникации, а также совместимость с сервисными программами);

Z - служебный идентификационный номер (например, для усовершенствования или устранения неточностей (bugs tracking)) - не влияет на функциональность и метрологические характеристики расходомера.

Идентификационные данные программного обеспечения приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Идентификационные данные ПО

Идентификационные данные (признаки)	Значение
Идентификационное наименование ПО	FMG50
Номер версии (идентификационный номер) ПО	не ниже 01.yy.zz
Цифровой идентификатор ПО	не отображается

Уровень защиты от непреднамеренных и преднамеренных изменений "Высокий" согласно Р 50.2.077 – 2014.

## ОСНОВНЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ И МЕТРОЛОГИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

Таблица 2 – Метрологические и технические характеристики

Наименование характеристики	Значение
Диапазон измерений уровня <sup>1)</sup> , м: - для одного детектора - при каскадной установке двух и более детекторов	от 0 до 3  от 0 до 60
Минимальный диапазон измерений уровня, м	0,3
Пределы допускаемой основной приведенной погрешности от верхнего значения диапазона измерений уровня, % <sup>2)</sup>	±1,0
Пределы допускаемой основной приведенной погрешности от верхнего значения диапазона измерений уровня после имитационной поверки, % <sup>2)</sup>	±1,5



Наименование характеристики	Значение
Пределы допускаемой дополнительной приведенной погрешности от диапазона измерений уровня каждого детектора при каскадной установке двух и более детекторов при преобразовании измеренной величины в токовый выходной сигнал с применением RMA42, RSG45, %	±0,1
Диапазон измерений плотности рабочей среды, kg/m <sup>3</sup>	от 1 до 5500
Минимальный диапазон измерений плотности, kg/m <sup>3</sup>	100
Пределы допускаемой основной приведенной погрешности измерений плотности от диапазона измерений, % <sup>2)</sup>	±1,0
Пределы допускаемой основной приведенной погрешности измерений плотности от диапазона измерений после имитационной поверки, % <sup>2)</sup>	±1,5
Дополнительная погрешность, в зависимости от температуры окружающей среды и материала сцинтиллятора детектора, 1/°C %: Йодид натрия (NaI) - в диапазоне температур от -20 до +50 °C - в диапазоне температур от -40 до +80 °C Поливинилтолуол (PVT) - в диапазоне температур от -40 до +80 °C	±0,0014 ±0,0042 ±0,0050
Температура окружающего воздуха, °C: - детектор (в зависимости от версии) - контейнеры (для FQG63)  - модулятор излучения FHG65 (с охлаждающей рубашкой) - Synchronizer FHG66 - индикатор сигналов RIA15 - преобразователь измерительный RMA42 - регистратор безбумажный Memograph M RSG45	от -40 до +80 от -40 до +80 (от -52 до +400), -50 – по запросу от -40 до +60 (от -40 до +120)  от -20 до +85 от -40 до +60 от -20 до +60 от -10 до +50
Температура транспортирования и хранения в зависимости от исполнения комплекса, °C	от -40 до +85
Выходной сигнал: - токовый (вход/выход), mA - цифровой	от 4 до 20 HART, Bluetooth, PROFIBUS PA, PROFIBUS DP, FOUNDATION Fieldbus, PROFINET IO, IO-Link EtherNet/IP, Modbus RTU/TCP
Параметры электрического питания: - напряжение постоянного тока, V - другие варианты	от 14 до 35 по запросу
Потребляемая мощность, W, не более: - Gammapiilot FMG50 - Modulator FHG65 - Synchronizer FHG66	1 3,2 1



Наименование характеристики	Значение
Габаритные размеры, мм, не более: - Gammapilot FMG50: - высота - ширина - длина - Modulator FHG65: - диаметр - длина - Synchronizer FHG66: - высота - ширина - длина	118 143 от 430 до 3390 200 600 120 11 25
Масса, kg, не более: - контейнер - детектор (в зависимости от исполнения) - Modulator FHG65 - Synchronizer FHG66	от 22 до 350 от 9,1 до 28,14 30 1
Средний срок службы комплекса <sup>3)</sup> , лет	20
Средняя наработка на отказ, h	480000
<p><sup>1)</sup> - диапазон измерений определяется конструктивным исполнением комплекса и особенностями монтажа;</p> <p><sup>2)</sup> - погрешность измерений зависит от особенностей места установки, монтажа и полноты проведения пусконаладочных работ в соответствии с руководством по эксплуатации.</p> <p><sup>3)</sup> – средний срок службы источника излучения определяется его типом.</p>	

**ЗНАК ГОСУДАРСТВЕННОГО РЕЕСТРА СРЕДСТВ ИЗМЕРЕНИЙ  
РЕСПУБЛИКИ УЗБЕКИСТАН**

Знак Государственного реестра наносится на сертификат утверждения типа средств измерений и на эксплуатационную документацию СИ.



## КОМПЛЕКТНОСТЬ

1. Комплекс радиоизотопный измерений уровня и плотности Gammapilot FMG50.
2. Модулятор излучения Gamma Modulator FHG65
3. Блок управления модулятора Synchronizer FHG66
4. Детектор предельного уровня Gammapilot FTG20
5. Преобразователь измерительный RMA42
6. Контейнеры с источниками (FSG60, FSG61) гамма-излучения 60 Co или 137 Cs, FQG66, FQG60, FQG61, FQG62, FQG63, Multiplex9s-3, Multiplex9s,
7. Техническое описание, паспорт.
8. Принадлежности по заказу согласно технической документации:  
индикаторы RIAxxx или RIDxxx (PROFIBUS), выносной ЖК индикатор PHX20/21, преобразователи Commubox FXA195/FXA291, Fieldgate FXZxxx, Fieldgate FXAxxx, Fieldgate SFGxxx, iTEMP TMTxxx; Интеллектуальный адаптер Bluetooth® и/или WirelessHART SWAxxx, выходной разделительный усилитель RNOxx, кабельные вводы, соединительный кабель, резьбовой разъем, блок питания/активный барьер типа RN221N, RNBxxx, RNFxx, RNSxxx, RMAxxx, RNxxx пассивный барьер искрозащиты RBxxx, разделительный усилитель RLNxxx, модуль памяти HISTOROM; Multidrop-Connector FXNxxx, промышленный планшет Field Xpert SMTxx, Ecograph xxx, Memograph xxx, USB-модем для настройки устройств с IO-Link SFPxxx, интеллектуальный интерфейсный модуль WirelessHART с источником питания для полевых устройств SWAxx, шлюз для беспроводных сетей WirelessHART SWGxx, ограничитель напряжения HAWxxx, выносной дисплей, монтажный комплект FHG 60, FHG 61, FHG 62; комплект запасных частей, согласно перечню в технической документации.  
В комплект также может входит: Ecograph T RSGxx, Memograph M RSGxx, интерфейсный кабель для ПК с портом USB, программное обеспечение ReadWin 2000 FieldCare, ToFTool-FieldTool, DeviceCare.

## ДОКУМЕНТЫ

ГОСТ Р 52931-2008 Приборы контроля и регулирования технологических процессов. Общие технические условия.

ГОСТ Р 8.596-2002 ГСИ. Метрологическое обеспечение измерительных систем. Основные положения

ГОСТ 31610.0-2019 Взрывоопасные среды. Часть 0. Оборудование. Общие требования по испытанию, конструированию и маркировке Ех-оборудования.

"ГСИ. Комплексы радиоизотопные измерений уровня и плотности Gammapilot M FMG. Методика поверки"

ПКМ №528 от 29.08.2020г. Правила проведения испытаний с целью утверждения типа.

Техническая документация фирмы «Endress+Hauser SE+Co.KG», Германия.



## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Тип комплексы радиоизотопные измерений уровня и плотности Gammapilot FMG50 утверждён с техническими и метрологическими характеристиками, приведёнными в настоящем описании типа, метрологический обеспечен при выпуске из производства и в эксплуатации.

Первичная поверка завода изготовителя признается в Республике Узбекистан.

Межповерочный интервал согласно Перечню групп средств измерений подлежащих метрологической поверки зарегистрированному Министерством юстиции Республики Узбекистан от 30 июня 2019 года № 3174.

Испытания были проведены специалистами Государственного учреждения «Узбекский национальный институт метрологии» совместно со специалистами фирмы «Endress+Hauser SE+Co. KG», Германия.

**Адрес: Республика Узбекистан, г. Ташкент, ул. Фаробий, дом 333<sup>а</sup>**

**Тел. (+99878) 150-26-03; (+99878) 150-26-10,**

**Факс (+ 99878) 150-26-15.**

**Свидетельство об аккредитации: O'ZAK.OL.0022 от 27 марта 2020 года.**

## ИЗГОТОВИТЕЛЬ

Фирма «Endress+Hauser SE+Co. KG», Германия  
Адрес: Germany, 79689 Maulburg, Hauptstrasse 1  
Телефон: +49 7622 28 0, факс: +49 7622 28 14 38  
E-mail: info.pcm@endress.com

## ЗАЯВИТЕЛЬ

ТОО «Эндресс+Хаузер (Казахстан)»  
улица Абдуллиных 66, 050010, г.Алматы,  
Телефон: + 7 (727) 345-06-60, 345-06-60

**Директор**  
**ТОО «ЭНДРЕСС+ХАУЗЕР (КАЗАХСТАН)»**  
М.П.



**А. Тюнькин**

**Главный специалист**  
**отдела 10 ГУ «УзНИМ»**

**Ф. Туляганов**

**Специалист 1-категории**  
**отдела 10 ГУ «УзНИМ»**

**Х. Азизов**



Ўзбекистон Республикасининг  
Ўлчашлар бирлигини таъминлаш давлат тизими

**МЕТРОГИЯ БУЙИЧА ЙУРЛИКНОМА**

**ГАММАРАЙЛОТ FMG50 ТУРИДАГИ САТҲ ВА ЗИЧЛИКНИ  
ЎЛЧОВЧИ РАДИОИЗОТОП КОМПЛЕКСЛАРИ**

Қиёслаш услубиёти

---

Государственная система обеспечения единства измерений  
Республики Узбекистан

**ИНСТРУКЦИЯ ПО МЕТРОЛОГИИ**

**КОМПЛЕКСЫ РАДИОИЗОТОПНЫЕ ИЗМЕРЕНИЙ УРОВНЯ И  
ПЛОТНОСТИ ГАММАРАЙЛОТ FMG50**

Методика поверки

QU 01.191: 2022

"O'ZBEKISTON MILLIY  
METROLOGIYA INSTITUTI"  
DAVLAT MUASSASASI

"O'ZBEKISTON MILLIY  
METROLOGIYA INSTITUTI"  
DAVLAT MUASSASASI

Тошкент



**Государственная система обеспечения единства  
измерений Республики Узбекистан**

**Государственное Учреждение  
«Узбекский национальный институт метрологии»  
(ГУ «УЗНИМ»)**

**ИНСТРУКЦИЯ ПО МЕТРОЛОГИИ**

---

**КОМПЛЕКСЫ РАДИОИЗОТОПНЫЕ ИЗМЕРЕНИЙ УРОВНЯ И  
ПЛОТНОСТИ ГАММАРАЙОТ FMG50**

Методика поверки

**“O‘ZBEKISTON MILLIY  
METROLOGIYA INSTITUTI”  
DAVLAT MUASSASASI**

Ташкент



## Предисловие

- 1 **РАЗРАБОТАН** отделом проведения государственных испытаний и инновационной метрологии ГУ «Узбекский национальный Институт метрологии»
- 2 **СОГЛАСОВАН** отделом измерений давления и расхода ГУ «Узбекский национальный институт метрологии»
- 3 **УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ** Государственным учреждением «Узбекский национальный институт метрологии»
- 4 **ВВЕДЕН ВПЕРВЫЕ**

“O‘ZBEKISTON MILLIY  
METROLOGIYA INSTITUTI”  
DAVLAT MUASSASASI



911 01.191!2022

Ўзбекистон Республикасининг  
Ўлчашлар бирлигини таъминлаш давлат тизими

**МЕТРОГИЯ БУЙИЧА ЙУРЛИҚНОМА**

**GammaPilot FMG50 туридаги сатҳ ва зичликни ўлчовчи  
радиоизотоп комплекслари**

**Қиёслаш услугиёти**

**Государственная система обеспечения единства измерений  
Республики Узбекистан**

**ИНСТРУКЦИЯ ПО МЕТРОЛОГИИ  
КОМПЛЕКСЫ РАДИОИЗОТОПНЫЕ ИЗМЕРЕНИЙ УРОВНЯ И  
ПЛОТНОСТИ GAMMAPILOT FMG50**

**Методика поверки**

Дата введения \_\_\_\_\_

## **1 Область применения**

Настоящая методика поверки (инструкция по метрологии) распространяется на комплексы радиоизотопные измерений уровня и плотности GammaPilot FMG50, изготавливаемые фирмой Endress+Hauser SE+Co. KG, Германия (далее – комплексы), в состав которых входят следующие основные компоненты: источник ионизирующего гамма-излучения (далее-источник), держатель источника, контейнер для источника (далее - контейнер), модулятор излучения с блоком управления, детектор гамма-излучения с измерительным преобразователем (далее детектор), электронный преобразователь, выносной цифровой индикатор, монтажные комплекты, при использовании их в сферах распространения государственного метрологического контроля и надзора

Технические и метрологические требования к комплексу приведены в технической документации завода изготовителя Endress+Hauser SE+Co. KG, Германия.

Поверке подлежат комплексы, прошедшие испытания с целью утверждения типа или метрологическую аттестацию и внесены в государственный реестр средств измерений Республики Узбекистан.

Первичной поверке комплексы подлежат при выпуске из производства или ремонта.

В процессе эксплуатации комплексы подлежат периодической поверке в соответствии с установленным межповерочным интервалом.

**ЎЗБЕКИСТОН МИЛЛИЙ  
МЕТРОЛОГИЯ ИНСТИТУТИ  
ДАВЛАТ МУАССАСАСИ**



Методика поверки разработана с учетом требований O'z DSt 8.081 и PMГ 51 [1].

## 2 Нормативные ссылки

В настоящей методике поверки использованы ссылки на следующие нормативные документы:

ГОСТ 12.1.004-91 Система стандартов безопасности труда. Пожарная безопасность. Общие требования

ГОСТ 8.395-80 Государственная система обеспечения единства измерений. Нормальные условия измерений при поверке. Общие требования

O'z DSt 1.6:2003 Государственная система стандартизации Узбекистана. Нормативные документы. Общие требования к построению, изложению, оформлению, содержанию и обозначению

O'z DSt 8.010.1:2002 Государственная система обеспечения единства измерений

Республики Узбекистан. Метрология. Термины и определения. Часть 1. Основные и общие термины

O'z DSt 8.010.2:2003 Государственная система обеспечения единства измерений

Республики Узбекистан. Метрология. Термины и определения. Часть 2. Средства измерений и их параметры

O'z DSt 8.010.3:2004 Государственная система обеспечения единства измерений

Республики Узбекистан. Метрология. Термины и определения. Часть 3. Метрологическая служба

O'z DSt 8.081:2018 Государственная система обеспечения единства измерений Республики Узбекистан. Документы на методы и средства поверки средств измерений. Общие требования.

*Примечание - При пользовании настоящим документом целесообразно проверить действие ссылочных стандартов (и классификаторов) на территории Узбекистана по соответствующему указателю стандартов (классификаторов), составленному по состоянию на 1 января текущего года, и по соответствующим информационным указателям, опубликованным в текущем году. Если ссылочный документ заменен (изменен), то при пользовании настоящим документом следует руководствоваться замененным (измененным) стандартом. Если ссылочный документ отменен без замены, то положение, в котором дана ссылка на него, применяется в части, не затрагивающей эту ссылку*

## 3 Термины и определения

В настоящей методике поверки применены термины по O'z DSt 8.010.1, O'z DSt 8.010.2, O'z DSt 8.010.3

“O'ZBEKISTON MILLIY  
METROLOGIYA INSTITUTI”  
DAVLAT MUASSASASI

## 4 Операции поверки

4.1 Операции поверки комплексов приведены в таблице 1.

Таблица 1

Наименование операций	Номер пунктов МП	Обязательность проведения операции при:	
		первичной поверке	периодической поверке
1	2	3	4
1 Внешний осмотр	9.1	+	+
2 Проверка идентификационных данных программного обеспечения	9.2	+	+
2 Опробование	9.3	+	+
3 Контроль метрологических характеристик и обработка результатов измерений: - проверка токового выхода - с демонтажем; - поверка комплекса с демонтажем; - поверка комплекса с демонтажем при измерении уровня; - поверка комплекса с демонтажем при измерении плотности; - поверка комплекса без демонтажа при измерении уровня на месте эксплуатации; - периодическая имитационная поверка с использованием технологии Heartbeat при измерении уровня или плотности	9.4 9.4.1 9.4.2 9.4.3 9.4.4 9.4.5 9.4.6	+	+
4 Оформление результатов поверки	10	+	+
Примечание - Если при проведении поверки получен отрицательный результат хотя бы по одной операции поверки, дальнейшую поверку прекращают и комплексы признают непригодным к применению.			

4.2 Выпускаемые комплексы из производства или после ремонта, должны соответствовать техническим требованиям, установленным в технической документации завода изготовителя Endress+Hauser SE+Co. KG, Германия.

4.3 Допускается проведение поверки меньшего числа измеряемых величин, которые используются при эксплуатации по соответствующим пунктам настоящей методики поверки. Соответствующая запись должна быть сделана в эксплуатационных документах и свидетельстве о поверке на основании решения эксплуатирующей организации. Метрологические характеристики, поверяемые в обязательном порядке определены в п 9.4



## 5 Средства поверки

5.1 При проведении поверки комплексов применяют средства поверки, приведенные в таблице 2.

Таблица 2

Номер пункта методики	Наименование средства поверки и его метрологические характеристики
1	2
<p>9.2 9.3 9.4</p>	<p>-рулетка измерительная 2 класса с ценой деления 1 mm по ГОСТ 7502-98;                      -дальномер, в диапазоне измерений до 3 m, погрешность измерений <math>\pm 1,5</math> mm;                      -штангенциркуль Micron ШЦЦ-2-500 0.01 губ.150 mm МИК 34231 с диапазоном измерения 500 mm с максимальной погрешностью измерения <math>\pm 0,05</math> mm;                      - стенд для поверки по уровню и плотности по приложениям А и Б;                      - весы лабораторные, диапазон измерений 5100 г, погрешность измерений <math>\pm 0,5</math> g                      - микрометр КАЛИБРОН МК-25 0,01 КЛБ, диапазон измерений 25 mm, погрешность измерений <math>\pm 0,004</math> mm;                      - набор вспомогательных пластин для поверки по уровню (Приложение А);                      - набор пластин-имитаторов для поверки по плотности (Приложение В);                      - секундомер электронный "ИНТЕГРАЛ С-01", предел допускаемой абсолютной погрешности измерения в режиме секундомера <math>\pm(9,6 \cdot 10^{-6} \cdot T_x + 0,01)</math>, с, где <math>T_x</math> – измеренный интервал времени;                      - смартфон, планшетный компьютер с установленным ПО SmartBlue и/или персональный компьютер с программным обеспечением FieldCare, DeviceCare, AMS Device Manager, SIMATIC PDM или др. с возможностью подключения к комплексу (для поверки с использованием технологии Heartbeat). Для подключения через ПО SmartBlue необходимо наличие Bluetooth подключения на смартфоне или планшетном компьютере. Для подключения компьютера с ПО FieldCare, DeviceCare, AMS Device Manager, SIMATIC PDM и др. через USB порт необходимо наличие устройства периферийного (HART модема), например, Commubox FXA195; через сервисный интерфейс CDI – устройства периферийного Commubox FXA291;                      - источник постоянного тока напряжением 24 V, переменного тока 220 V частотой 50 Hz;                      - ампервольтметр цифровой P386, диапазон измерений постоянного тока от 0 до 24 mA, относительная погрешность <math>\pm 0,05</math> %;                      - термогигрометр ИВА-6, диапазон измерений температуры от 0 до +60 °C, погрешность, <math>\pm 0,3</math> °C, диапазон измерений относительной влажности от 0 до 90 %, абсолютная погрешность <math>\pm 2</math> %, диапазон измерений атмосферного давления от 525 до 825 mm Hg., абсолютная погрешность <math>\pm 2</math> mm Hg.</p>

5.2 Допускается применение взаимозаменяемых средств измерений, которые по своим метрологическим характеристикам не уступают по точности, приведенным в таблице 2.



5.3 Средства поверки должны быть аттестованы (поверены) органами государственной метрологической службы и иметь действующие сертификаты поверки.

## 6 Требования к квалификации поверителей

6.1 До проведения работ по поверке комплексов допускаются специалисты, имеющие специальную метрологическую подготовку в учебном центре Государственного учреждения «НИИ стандартизации, сертификации и технического регулирования».

6.2 Специалисты должны быть аттестованы в качестве поверителей средств измерений, а также обладающие определенным опытом работы в области поверочных работ и опытом работы с поверяемыми комплексами.

6.3 Специалисты, проводящие работы по поверке должны владеть знаниями, изложенными в настоящей методике поверки, а также технической и эксплуатационной документации на комплексы и опытом работы с Программным обеспечением поверяемых комплексов.

6.4 Специалисты до проведения работ по поверке должны пройти инструктаж по технике безопасности и охране труда.

6.5 На специалистов возлагается ответственность за некачественное выполнение измерений при проведении поверки и сохранение конфиденциальности информации, полученной в процессе проведения выполняемых работ.

## 7 Требования безопасности и условия поверки

7.1 Процесс проведения поверки комплексов не относится к вредным условиям труда.

7.2 При проведении поверки должны быть соблюдены требования безопасности, приведенные в эксплуатационной документации на средства поверки и поверяемый комплекс. Лица, проводящие поверку должны пройти инструктаж по технике безопасности согласно ГОСТ 12.0.004.

7.3 Конструкция соединительных элементов комплексов должна обеспечивать надежность крепления комплекса и фиксацию его положения в течение всего цикла поверки.

7.4 Средства поверки комплекса должны быть подготовлены к работе в соответствии с их инструкциями по эксплуатации.

7.6 Первичная и периодическая поверка комплекса должна проводиться в следующих условиях с учетом требований ГОСТ 8.395:

- температура окружающего воздуха.....(20 ± 5)° C;
- допустимое изменение температуры окружающего воздуха в течение 30 min, не более 1,0° C;
- относительная влажность воздуха..... от 30 до 80%;
- атмосферное давление .....от 84 до 106 kPa;
- освещенность помещения не менее.....300 Lx;
- напряжение питающей сети..... (220 ± 22) V;
- частота сети..... (50 ± 1) Hz.



7.7 При проведении периодической поверки соблюдают рабочие условия эксплуатации. Допускается возможность проведения поверки в рабочем диапазоне измерений уровня или плотности

## 8 Подготовка к поверке

8.1 Перед проведением поверки выполняют следующие подготовительные работы:

- при первичной или периодической поверке поверяемый комплекс подготавливают к работе согласно инструкции по эксплуатации;
- комплекс выдерживают в нормальных условиях не менее одного часа во включенном состоянии;
- проводят настройку комплекса согласно инструкции по эксплуатации.

8.2 Методы задания значения параметров комплекса путем ввода их в рабочее меню детектора указаны в разделе "Ввод в эксплуатацию" инструкции по эксплуатации.

8.3 При поверке с демонтажом:

- подготавливают стенд для поверки по уровню и плотности согласно Приложению А и Б;
- определяют характеристики вспомогательных пластин по Приложению А при поверке по уровню;
- определяют характеристики пластин-имитаторов согласно Приложению В при поверке по плотности;
- выдерживают средства поверки в нормальных условиях не менее трех часов.

## 9 Проведение поверки

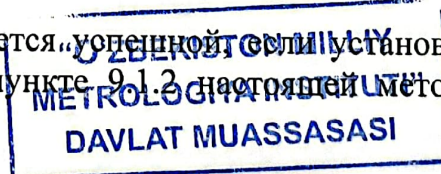
### 9.1 Внешний осмотр

9.1.1 Внешний осмотр осуществляют визуально, без применения средств измерений.

9.1.2 При проведении внешнего осмотра проверяют:

- отсутствие механических повреждений корпуса, целостность соединительных кабелей, зажимов, разъемов, целостность пломб находиться на местах, определенных в технической документации на комплексы;
- наличие технического паспорта и руководства по эксплуатации на комплексы;
- должны отсутствовать повреждения, влияющие на метрологические характеристики;
- соответствие заводских номеров комплексов номерам, указанных в технических паспортах;
- на маркировочной табличке комплексов должны быть нанесены товарный знак предприятия-изготовителя, знак утверждения типа, заводской номер, год изготовления.

9.1.3 Процедура внешнего осмотра считается успешной, если установлено соответствие всем требованиям, указанных в пункте 9.1.3 настоящей методике



поверки.

9.1.4 Если при проведении внешнего осмотра выявлены несоответствия по требованиям, указанных в пункте 9.1.2 настоящей методике поверки, то комплексы к дальнейшим операциям поверки не допускаются.

## 9.2 Проверка идентификационных данных программного обеспечения

При подаче питания на детектор, номер версии ПО можно посмотреть через ПО SmartBlue, DeviceCare, FieldCare, AMS Device Manager, SIMATIC PDM и др., выбрав в меню Система → Информация. Также версия ПО указана на маркировочной табличке детектора FMG50. Защита ПО осуществляется с помощью переключателя на модуле электроники, находящемся под дисплеем детектора FMG50, а также с помощью пароля для предотвращения несанкционированного доступа к настройкам через ПО DeviceCare, FieldCare, AMS Device Manager, SIMATIC PDM, SmartBlue и др. Настройка и модификация параметров детектора через дисплей не возможна.

Доступ к цифровому идентификатору программного обеспечения (контрольной сумме исполняемого кода) невозможен.

Результаты проверки считаются положительными, если отображаются идентификационные данные, приведенные в таблице 3.

Таблица 3. Идентификационные данные ПО

Идентификационные данные (признаки)	Значение
Идентификационное наименование ПО	FMG50
Номер версии (идентификационный номер) ПО	не ниже 01.yy.zz
Цифровой идентификатор ПО	не отображается

## 9.3 Опробование

Опробуют комплекс:

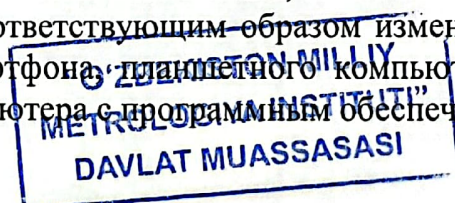
- при первичной поверке, а также при периодической поверке на месте эксплуатации с демонтажем – на стенде для поверки по уровню и плотности согласно

Приложениям А и Б;

- при первичной или периодической поверке без демонтажа, на месте эксплуатации, при имеющейся возможности увеличения/уменьшения уровня/плотности продукта в резервуаре/трубопроводе.

Комплекс подготавливают к поверке и настраивают, согласно руководству по эксплуатации в соответствии с выбранными характеристиками (плотность, уровень).

Результат опробования считают положительным, если при увеличении/уменьшении уровня/плотности соответствующим образом изменялись показания на дисплее детектора, экране смартфона, планшета или компьютера с установленным ПО SmartBlue, мониторе компьютера с программным обеспечением





(например, DeviceCare, FieldCare, AMS Device Manager, SIMATIC PDM и др.), контроллера, индикаторе сигналов RIA15, преобразователе измерительном RMA42 и регистраторе безбумажном Memograph M RSG45.

Допускается совмещать проверку функционирования (опробование) с процедурой определения метрологических характеристик комплекса.

#### 9.4 Контроль метрологических характеристик и обработка результатов измерений

Минимальное время выдержки перед фиксацией показаний детектора при изменении уровня, плотности, имитируемого значения уровня или плотности составляет 5 min.

Для проведения поверки необходим планшетный компьютер или персональный компьютер с установленным ПО FieldCare, DeviceCare, AMS Device Manager, SIMATIC PDM или др., для подключения к детектору и конфигурации настроек согласно руководству по эксплуатации. Детектор подключен к источнику питания.

##### 9.4.1 Проверка токового выхода

9.4.1.1 Для детекторов, имеющих цифровой выход, а также имеющих токовый выход, но работающих в одно или многоадресном режиме HART проверка токового выхода не требуется.

9.4.1.2 Проводят проверку токового выхода. Для этого задают в ячейке "проверка токового выхода" ("simulation") не менее трёх из имеющихся токовых значений в произвольном порядке.

Для проверки токовых выходов, для каждого токового выхода, имеющегося у детектора, последовательно задают в рабочем меню "моделирование" ("simulation") не менее трёх токовых значений (например, 4, 12 и 20 mA) в произвольном порядке.

Приведенную погрешность  $\delta_i$  по токовому сигналу определяют по формуле (1):

$$\delta_i = \frac{I_s - I_y}{D} \cdot 100\%, \quad (1)$$

где  $I_y$  - значение тока, измеренное на выходе детектора, измеренное ампервольтметром в mA;

$I_s$  - проверочное значение тока в mA;

D - диапазон изменений выходного сигнала, mA.

Комплекс считают проверенным по токовому выходу, если значение приведенной погрешности не превышает  $\pm 0,1 \%$ .

##### 9.4.2 Поверка комплекса с демонтажем

Для проведения поверки комплекса с демонтажем допускается использование источника (источников) и/или контейнера (контейнеров), не входящих в состав комплекса, в том числе, источника меньшей активности, например, Натрий-22 (Na-22).

Допускается использовать набор вспомогательных пластин для поверки по уровню (Приложение А), набор пластин-имитаторов для поверки по плотности (Приложение В), прошедших предварительную аттестацию. В этом случае значения геометрических размеров пластин и плотности принимаются равными установленным при проведении аттестации, при проведении поверки определять значения геометрических размеров пластин и плотности дополнительно не требуется.

#### 9.4.3 Поверка комплекса с демонтажем при измерении уровня

Используют: дальномер с диапазоном измерений не менее 3 м, с погрешностью измерений не более  $\pm 1,5$  мм, штангенциркуль с диапазоном измерения не менее 500 мм с погрешностью измерений не более  $\pm 0,05$  мм; набор вспомогательных пластин для поверки по уровню (Приложение А).

Для установки начальных параметров и проведения поверки применяют планшетный или персональный компьютер с установленным ПО FieldCare, DeviceCare, AMS Device Manager, SIMATIC PDM или др. для подключения к детектору и конфигурации настроек согласно руководству по эксплуатации.

Выполняют монтаж комплекса и средств поверки на стенд согласно Приложения А. Источник монтируется на стенд в соответствии с приложением А. Фиксируется уровень фоновой радиации.

Далее, используя пластины (см. Приложение А), проводится настройка прибора и составляется таблица линеаризации. Точность перекрытия сцинтиллятора контролируется дальномером или штангенциркулем, в зависимости от значения имитируемого уровня.

После задания начальных параметров и составления таблицы линеаризации выбирают минимум 3 точки диапазона измерений. Точки соответствуют 30, 50 и 70 % диапазона измерений уровня, с точностью позиционирования  $\pm 5$  %.

Измеренное штангенциркулем/дальномером значение сравнивают с показанием прибора.

Приведенную погрешность определяют по формуле (2):

$$\delta_k = \frac{L_k - L_y}{D} \cdot 100\%, \quad (2)$$

где  $L_k$  – значение уровня, измеренное комплексом, мм;

$L_y$  – значение уровня, измеренное дальномером (штангенциркулем), мм;

$D$  – диапазон измерений уровня, мм

Комплекс считают выдержавшим поверку по данному параметру, если полученное значение приведенной погрешности при каждом измерении не превышает  $\pm 1$  %.

#### 9.4.4 Поверка комплекса с демонтажем при измерении плотности

Для установки начальных параметров и проведения поверки применяют планшетный или персональный компьютер с установленным ПО FieldCare,



DeviceCare, AMS Device Manager, SIMATIC PDM или др. для подключения к детектору и конфигурации настроек согласно руководству по эксплуатации.

При поверке комплекса с демонтажем для измерений плотности используют стенд согласно Приложения Б и пластины-имитаторы согласно приложения В. Процедура определения толщины пластин-имитаторов приведена в Приложении В.

Измерение проводят для 3 значений плотности (3 разные суммарные толщины пластин-имитаторов): 15, 50 и 85 % от рабочего диапазона измерений плотности. Точность задания плотности  $\pm 5\%$ .

Допускается проводить измерение с использованием большего количества точек, равномерно распределенных по рабочему диапазону измерений плотности. В каждой точке проводят 1 измерение.

Приведенную погрешность комплекса при измерении плотности в процентах для каждой точки определяют по формуле (3):

$$\delta_k = \frac{\rho_k - \rho_p}{\rho_{рд}} \cdot 100\%, \quad (3)$$

где  $\rho_k$  – значение плотности, измеренное комплексом,  $\text{kg/m}^3$ ;

$\rho_p$  – расчетная плотность,  $\text{kg/m}^3$  (см. Приложение В);

$\rho_{рд}$  – разница между максимальным и минимальным значением плотности, входящих в рабочий диапазон измерений плотности,  $\text{kg/m}^3$ .

Комплекс считают выдержавшим поверку по данному параметру, если полученное значение приведенной погрешности при каждом измерении не превышает  $\pm 1\%$ .

#### 9.4.5 Поверка комплекса без демонтажа при измерении уровня на месте эксплуатации

При проведении измерений без демонтажа поверхность продукта в резервуаре должна быть ровной/спокойной, перемешивающее устройство в резервуаре (при его наличии) отключено. Заполнение/опорожнение резервуара в процессе измерений не допускается.

Проводят измерение при исходном уровне продукта в резервуаре.

Если имеется возможность заполнения/опорожнения резервуара до определённых уровней, значения которых однозначно определены, например, конструкцией резервуара, подводных трубопроводов или технологическим процессом (например, по известным значениям "В", т.е. верхнего и "Н", т.е. нижнего уровней, известных из протокола измерений параметров резервуара от соответствующих служб резервуарного парка предприятия, полученных при составлении калибровочных таблиц резервуара), то поверка может проводиться по данным значениям уровня.

Проводят измерения с помощью рулетки или заполняют/опорожняют резервуар до однозначно определенных уровней два раза и записывают в протокол показание значения "уровня" в данной позиции и данные измерений комплекса.

При определении погрешности измерений уровня раздела сред проводят



измерение этого уровня рулеткой с использованием водочувствительной пасты (ТУ 264210-005-1643778).

Для проведенных измерений определяют значение приведенной погрешности измерений по формуле (4):

$$\delta = \frac{L_y - L_n}{D} \cdot 100\% , \quad (4)$$

где  $L_n$  - значение расстояния, измеренное рулеткой (контрольным уровнемером) или однозначно определенный уровень в позиции "В" и "Н", в мм;

$L_y$  - значение уровня, измеренное комплексом в позиции "В" и "Н", в мм;

$D$  - диапазон измерений уровня, в мм.

Комплекс считают выдержавшим поверку по данному параметру, если полученное значение приведенной погрешности при каждом измерении не превышает  $\pm 1\%$ .

#### 9.4.6 Периодическая имитационная поверка с использованием технологии Heartbeat при измерении уровня или плотности

Данный вариант проведения поверки доступен при наличии в детекторе опции Heartbeat Verification + Monitoring.

С помощью функции Diagnostics → Heartbeat → Heartbeat verification (Диагностика → Heartbeat → Heartbeat verification), в соответствии с инструкцией по применению технологии Heartbeat, в комплексе иницируется процедура самоповерки, в ходе которой проверяются следующие параметры:

Дрейф характеристик измерительных сигналов электронного преобразователя детектора (раздел «Основной блок электроники»):

- проверка соответствия измеренной на выходе силы тока, имитируемой детектором (параметр «Выходной ток»);

- проверка соответствия измеренного напряжения на клеммах, имитируемому детектором (параметр «Напряжение на клеммах»);

- проверка соблюдения последовательности и полноты исполнения функциональных блоков встроенного ПО (параметр «Целостность программного обеспечения»);

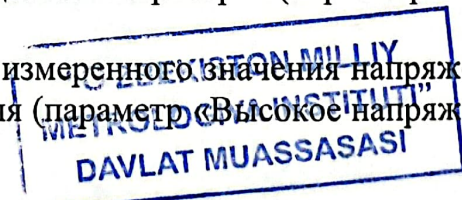
- проверка контрольных сумм ОЗУ (параметры «Проверьте RAM», «Проверьте ROM»);

- проверка отсутствия критических диагностических сообщений (параметр «Статус системы»);

Дрейф электромеханических характеристик детектора, отвечающих за достижение требуемой точности измерений (параметры разделов «Модуль сенсора», «Параметры процесса», «История процесса»):

- проверка измерительных функций, дрейфа собственной частоты и напряжения на встроенном модуле питания кварцевых генераторов (параметр «Часы реального времени»);

- проверка достоверности и стабильности измеренного значения напряжения на модуле высокого напряжения фотоумножителя (параметр «Высокое напряжение





ФТУ»);

- проверка функциональности сенсора и сигнальной цепи в сенсорном модуле (параметр «Техническое состояние сенсора»);
- проверка нахождения температуры детектора в допустимом диапазоне (параметр «Датчик температуры»);
- проверка нахождения частоты генерируемых импульсов в допустимом диапазоне (параметр «Частота импульса»).

Результаты поверки считаются положительными, если в отчете о поверке (Verification report), формируемом при использовании технологии Heartbeat (см. Приложения Г и Д), результаты проверки параметров комплекса отображаются в виде Passed (Выполнено).

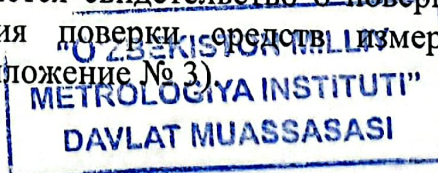
При положительных результатах имитационной поверки комплекс признают годным при измерениях уровня и плотности с погрешностью, указанной в таблице 4.

Таблица 4

Наименование характеристики	Значение
Рабочая среда	Жидкости, пульпы и сыпучие продукты
Диапазон измерений уровня (для одного детектора) <sup>1)</sup> , m	от 0 до 3
Минимальный диапазон измерений уровня, m	0,3
Пределы основной допускаемой приведенной погрешности измерений уровня после имитационной поверки, от диапазона измерений <sup>2)</sup> , %	±1,5
Диапазон измерений плотности рабочей среды, kg/m <sup>3</sup>	от 1 до 5500
Минимальный диапазон измерений плотности, kg/m <sup>3</sup>	100
Пределы основной допускаемой приведенной погрешности измерений плотности после имитационной поверки, от диапазона измерений <sup>2)</sup> , %	±1,5
<sup>1)</sup> - диапазон измерений определяется конструктивным исполнением комплекса и особенностями монтажа; <sup>2)</sup> - погрешность измерения зависит от особенностей места установки, монтажа и полноты проведения пусконаладочных работ в соответствии с руководством по эксплуатации.	

## 10 Оформление результатов поверки

10.1 При положительных результатах поверки оформляется протокол поверки средств измерений и на основании его оформляется свидетельство о поверке по форме установленной в Правилах проведения поверки средств измерений утвержденных ПКМ от 29.08.2020 № 528 [2] (Приложение № 3).



QU 01.191:2022

10.2 При неудовлетворительных результатах поверки оформляется Извещение о непригодности к применению комплекса по форме установленной в Правилах проведения поверки средств измерений утвержденных ПКМ от 29.08.2020 № 528 [2] (Приложение № 4).

“O‘ZBEKISTON MILLIY  
METROLOGIYA INSTITUTI”  
DAVLAT MUASSASASI



Приложение А

Схема стенда для поверки комплекса по уровню

А.1 Схема стенда для поверки комплекса по уровню

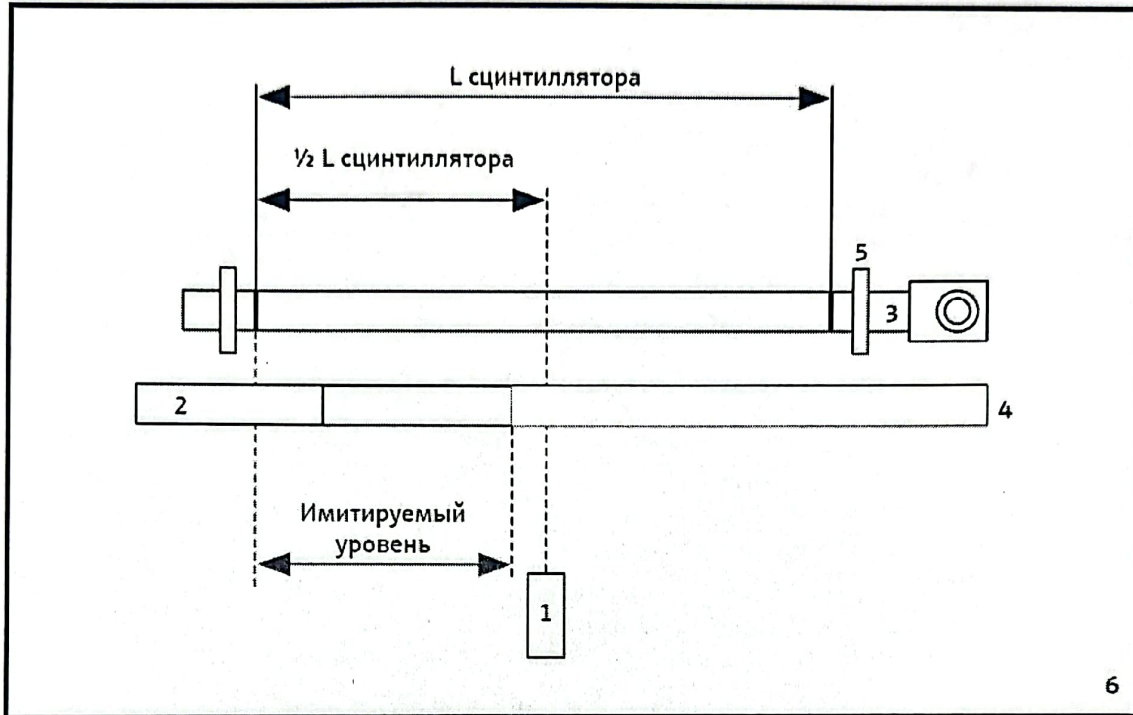


Рисунок А.1 – Схема стенда для поверки комплекса по уровню.

1 – контейнер с источником радиоактивного излучения; 2 – вспомогательные пластины для поверки по уровню; 3 – детектор; 4 - направляющие; 5 – монтажные скобы; 6 – поверхность стола

Контейнер с источником радиоактивного излучения устанавливается на расстоянии 100 см от детектора с точностью задания 10%. Используется 1 источник, который располагается напротив середины длины сцинтиллятора.

Для проведения поверки используется источник с активностью не менее 0,83 МВq, при условии регистрации детектором в составе стенда, в соответствии со схемой А1, не менее 1500 импульсов в секунду при открытом положении контейнера и имитируемом уровне равном 0.

Точки начала и конца сцинтиллятора обозначены на корпусе детектора черной маркировкой. Собственная ширина маркировки является частью диапазона измерения детектора.

Вспомогательные пластины располагают параллельно детектору на расстоянии 10 см от него. Пластины устанавливают вплотную друг к другу, без зазоров.

Контейнер с источником устанавливают на стенд, фиксируют уровень фоновой радиации. Далее контейнер открывают и записывают показания прибора при отсутствии вспомогательных пластин.

Проводят настройку прибора. Для этого пошагово имитируют уровень экранированием сцинтиллятора детектора при помощи вспомогательных пластин. Количество точек для настройки выбирают из расчета 1 точка на 10 см длины сцинтиллятора. Положения выбирают равномерно по длине сцинтиллятора с точностью задания  $\pm 1\%$ . Составляют таблицу линейаризации. Каждой суммарной длине пластин соответствует определенное число импульсов, которое в таблице линейаризации пропорционально определенной суммарной длине пластин, измеренной с помощью:

- штангенциркуля, в случае длины воспроизводимого уровня менее 400 мм;
- дальномера, в случае воспроизводимого уровня равного или более 400 мм.

При этом значение воспроизводимого уровня  $H_y$  измеряют дальномером от точки начала сцинтиллятора до пластины-отражателя (см. рисунок А.2).



Рисунок А.2. - Схема измерения имитируемого пластинами уровня

- 1 – вспомогательные пластины; 2 – пластина-отражатель; 3 – детектор;  
4 - монтажные скобы; 5 - дальномер

Для измерений значения воспроизводимого уровня, на дальней грани крайней пластины, имитирующей уровень, перпендикулярно вспомогательной пластине 1 устанавливают пластину-отражатель 2 толщиной 1 мм (см. рисунок А.2). Эта же пластина перпендикулярна детектору.

Общий вид стенда приведен на рисунке А.3.

"O'ZBEKISTON MILLIY  
METROLOGIYA INSTITUTI"  
DAVLAT MUASSASASI



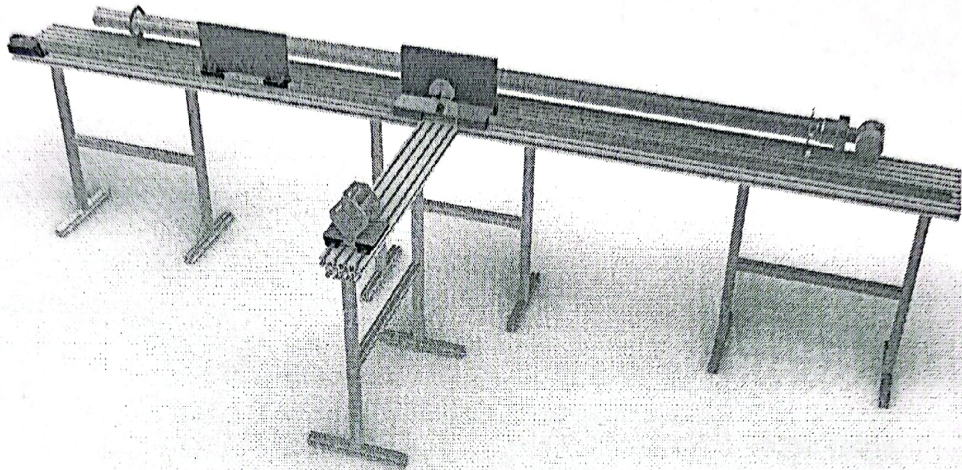


Рисунок А.3. - Общий вид стенда для поверки

А.2 Технические характеристики вспомогательных пластин при поверке по уровню

Возможно применение пластин из 2 материалов: стали или свинца. Пластины должны иметь одинаковую толщину и плотность. Не допускается использование в одном наборе пластин, изготовленных из разных материалов и/или марок (партий) материалов.

Материал: сталь.

Габаритные размеры \*:

- Длина 200 mm;
- Высота 140 mm;
- Толщина 80 mm.

Предельное отклонение от перпендикулярности кромок - не более 0,5 mm.

Предельное отклонение от параллельности поверхностей пластины - не более 0,1 mm.

Шероховатость поверхностей пластины - не более Ra 2,5  $\mu$ m.

Материал: свинец.

Габаритные размеры \*:

- Длина 200 mm;
- Высота 140 mm;

“O‘ZBEKISTON MILLIY  
METROLOGIYA INSTITUTI”  
DAVLAT MUASSASASI

- Толщина 40 mm.

Предельное отклонение от перпендикулярности кромок - не более 0,5 mm.

Предельное отклонение от параллельности поверхностей пластины - не более 0,1 mm.

Шероховатость поверхностей пластины - не более Ra 2,5 мкм.

\* - Указаны рекомендуемые значения, геометрические размеры пластин могут быть выбраны индивидуально, согласно геометрии стенда, собранного согласно рисунку А.1.

Количество пластин набора определяется таким образом, чтобы их суммарная длина при установке их вплотную друг к другу была не менее длины сцинтиллятора поверяемого детектора. Например, при длине пластин 200 mm и длине сцинтиллятора 3000 mm, необходимое число пластин равно  $3000/200 = 15$ . При необходимости округляют в большую сторону до ближайшего целого числа. Таким образом может быть осуществлен подбор числа пластин при любой длине сцинтиллятора и самих пластин.

А.3 Методика измерений параметров вспомогательных пластин при проверке по уровню

Применяют средства измерений:

- штангенциркуль Micron ШЦЦ-2-500 0.01 губ.150 mm МИК 34231, диапазон измерений 500 mm, погрешность измерений не более  $\pm 0,05$  mm;

С помощью штангенциркуля выполняют 5 измерений толщины пластины в 5 равноудаленных точках длинных граней пластин. Воображаемые прямые, соединяющие

2 точки на разных гранях перпендикулярны этим граням. На гранях длиной равной 200 mm

5 точек для измерения толщины должны быть расположены на расстоянии 20, 60, 100, 140 и 180 mm соответственно от выбранной грани длиной 80 mm.

Вычисляют среднее арифметическое значение толщины пластины по формуле:

$$T = \frac{\sum_{i=1}^5 t_i}{5}, \quad (A.3)$$

где T – среднее арифметическое из измеренных значений толщины пластины, мм;

i – номер измерения;

t<sub>i</sub> – измеренное значение толщины пластины, мм.

“O‘ZBEKISTON MILLIY  
METROLOGIYA INSTITUTI”  
DAVLAT MUASSASASI



## Приложение Б

### Схема стенда для поверки по плотности

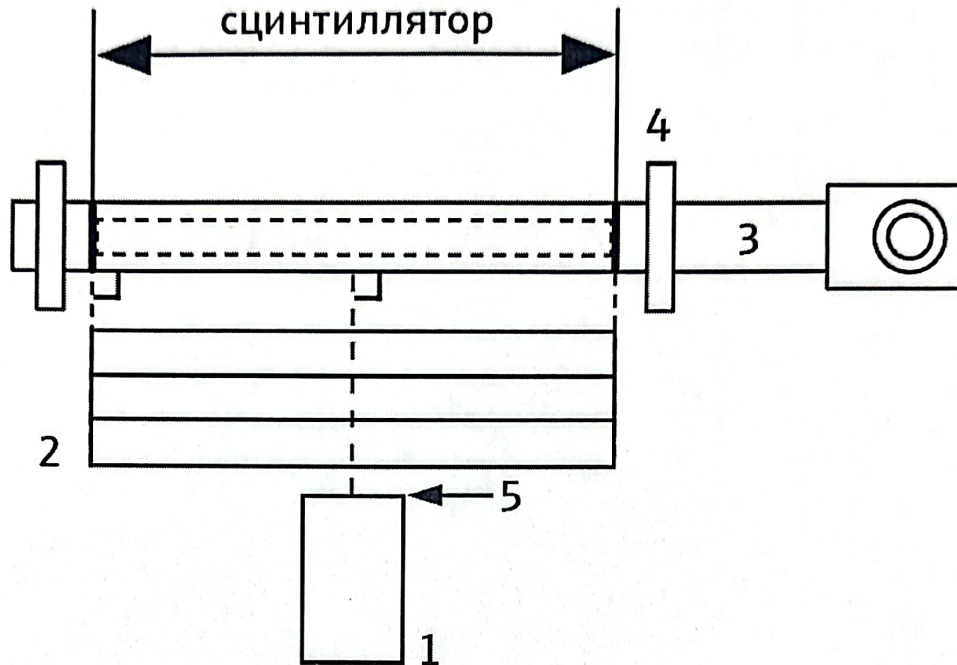


Рисунок Б.1 - Схема стенда для поверки по плотности

1- контейнер с источником излучения; 2 – пластины-имитаторы; 3 – детектор; 4 - монтажные скобы; 5 – внешняя поверхность контейнера

Расстояние между источником излучения и детектором, равное расстоянию от внешней поверхности открытого контейнера с источником излучения или от внешней поверхности задвижки контейнера до поверхности корпуса детектора выбирают равным 100 мм.

Контейнер с источником располагают напротив середины длины сцинтиллятора детектора. Пластины-имитаторы устанавливаются между детектором и источником, центр длины пластины – на воображаемой линии, соединяющей центр сцинтиллятора и центр источника излучения.

Обеспечивают параллельность внешней поверхности открытого контейнера с источником излучения или внешней поверхности задвижки контейнера, оси сцинтиллятора детектора и поверхности пластин-имитаторов.

Общий вид стенда представлен на рис. А.3

“O‘ZBEKISTON MILLIY  
METROLOGIYA INSTITUTI”  
DAVLAT MUASSASASI

## Приложение В

### Методика определения толщины пластин-имитаторов

#### В.1 Технические характеристики пластин-имитаторов

Материал используемых пластин: сталь или свинец.

Не допускается использование в одном наборе пластин, изготовленных из разных материалов и/или марок (партий) материалов.

Габаритные размеры и параметры\*:

- Длина 450 mm;

- Ширина 100 mm;

- Толщина подбирается в зависимости от имитируемого диапазона плотности.

Минимальная толщина пластины 2 mm.

Предельное отклонение от перпендикулярности кромок, не более 0,5 mm/m.

Предельное отклонение от параллельности поверхностей пластины не более 0,1 mm/m.

Шероховатость поверхностей пластины Ra - не более 2,5 мкм.

\* - Указаны рекомендуемые значения, параметры пластин могут быть выбраны индивидуально, согласно геометрии стенда, собранного согласно рисунку А.1.

Каждой пластине-имитатору в наборе присваивают порядковый номер, который заносят в таблицу В.1, а также наносят маркировку с присвоенным номером на поверхность пластины-имитатора.

#### В.2 Расчет плотности пластин-имитаторов

Значение плотности пластин-имитаторов определяют расчетным методом.

Применяют средства измерений:

- штангенциркуль Micron ШЦЦ-2-500 0.01 губ.150 mm МИК 34231, диапазон измерений 500 mm, погрешность измерений не более  $\pm 0,05$  mm;

- весы ВЛТЭ-2100/5100, диапазон измерений 5100 g, погрешность измерений  $\pm 0,5$  g;

- микрометр КАЛИБРОН МК-25 0,01 КЛБ, диапазон измерений 25 mm, погрешность измерений  $\pm 0,004$  mm.

Допускается использование аналогичных средств измерений, обеспечивающих определение метрологических характеристик с требуемой точностью.

С помощью штангенциркуля выполняют 5 измерений длины и высоты пластины в 5 равноудаленных точках коротких и длинных граней пластин соответственно. Воображаемые прямые, соединяющие 2 точки на разных гранях перпендикулярны этим граням. На гранях длиной 100 mm 5 точек для измерения должны быть расположены на расстоянии 10, 30, 50, 70 и 90 mm соответственно от



выбранной грани длиной 450 mm. На гранях длиной 450 mm 5 точек для измерения должны быть расположены на расстоянии 60, 140, 220, 300 и 380 mm соответственно от выбранной грани длиной 100 mm. Вычисляют среднее арифметическое значение длины пластины по формуле

$$L = \frac{\sum_{i=1}^5 l_i}{5}, \quad (B.1)$$

где L – среднее арифметическое измеренных значений длины пластины, mm;  
 i – номер измерения;  
 l<sub>i</sub> – измеренное значение длины пластины, mm.  
 Полученное значение вносят в таблицу В.1.

Вычисляют среднее арифметическое значение высоты пластины по формуле

$$H = \frac{\sum_{i=1}^5 h_i}{5}, \quad (B.2)$$

где H – среднее арифметическое измеренных значений высоты пластины, mm;  
 i – номер измерения;  
 h<sub>i</sub> – измеренное значение высоты пластины, mm.  
 Полученное значение внести в таблицу В.1.

С помощью микрометра выполняют 5 измерений толщины пластины в 5 точках. Воображаемые прямые, соединяющие 2 точки на разных гранях перпендикулярны этим граням. На гранях длиной 450 mm 5 точек для измерения должны быть расположены на расстоянии 60, 140, 220, 300 и 380 mm соответственно от выбранной грани длиной 100 mm. Вычисляют среднее арифметическое значение толщины пластины по формуле:

$$T = \frac{\sum_{i=1}^5 t_i}{5}, \quad (B.3)$$

где T – среднее арифметическое из измеренных значений толщины пластины, mm;  
 i – номер измерения;  
 t<sub>i</sub> – измеренное значение толщины пластины, mm.  
 Полученное значение внести в таблицу В.1.

При взвешивании пластины на весах выполняют 5 измерений массы пластины. Вычисляют среднее арифметическое значение массы пластины по формуле:

$$M = \frac{\sum_{i=1}^5 m_i}{5}, \quad (B.4)$$

где M – среднее арифметическое из измеренных значений массы пластины, kg;  
 i – номер измерения;  
 m<sub>i</sub> – измеренное значение массы пластины, kg.  
 Полученное значение внести в таблицу В.1.

Рассчитывают плотность пластины-имитатора по формуле:

$$\rho = \frac{M}{L \cdot H \cdot T}, \quad (B.5)$$

где

$\rho$  – плотность пластины-имитатора,  $kg/m^3$ ;

$M$  – средняя арифметическая масса пластины,  $kg$ ;

$L$  – средняя арифметическая длина пластины,  $m$ ;

$H$  – средняя арифметическая высота пластины,  $m$ ;

$T$  – средняя арифметическая толщина пластины,  $m$ .

Полученное значение вносят в таблицу В.1.

Таблица В.1 – Параметры пластин-имитаторов.

Номер пластины-имитатора	Материал	Средняя арифметическая длина $L, m$	Средняя арифметическая высота $H, m$	Средняя арифметическая толщина $T, m$	Средняя арифметическая масса, $kg$	Расчетная плотность, $kg/m^3$

### В.3 Вычисление расчетной плотности набора пластин-имитаторов

Рассчитывают среднюю плотность материала пластин-имитаторов, входящих в набор, по формуле:

$$\rho_{\text{мат}} = \sum_{j=1}^z \frac{T_j \cdot \rho_j}{\bar{T}}, \quad (B.7)$$

где  $\rho_{\text{мат}}$  – средняя плотность материала пластин в наборе,  $kg/m^3$ ;

$j$  – номер пластины в наборе.

$T_j$  – толщина  $j$ -ой пластины-имитатора,  $m$  (значение из таблицы В.1);

$\bar{T}$  – суммарная толщина набора пластин,  $m$ , вычисленная по формуле (В.6);

$z$  – количество используемых при имитации пластин-имитаторов;

$\rho_j$  – плотность каждой пластины,  $kg/m^3$  (значение из таблицы В.1);

Расчетную плотность при использовании пластин определяют по формуле

$$\rho_p = 10 \cdot \rho_{\text{мат}} \sum_{j=1}^z T_j \quad (B.8)$$

где  $\rho_p$  – расчетная плотность,  $kg/m^3$ ;

10 – коэффициент, обратно пропорциональный расстоянию от внешней поверхности открытого контейнера с источником излучения, например, FQG61, FQG62, FQG63, FQG66, КС-XXXX или от внешней поверхности задвижки контейнера, например, FQG60 до поверхности корпуса сцинтиллятора детектора,  $m^{-1}$ ;

$j$  – порядковый номер используемой для имитации пластины-имитатора;

$z$  – количество пластин-имитаторов, шт.;

$T_j$  – толщина  $j$ -ой используемой пластины-имитатора,  $m$  (значение из таблицы В.1);



$\rho_{\text{мат}}$  – средняя плотность материала пластин в наборе,  $\text{kg/m}^3$ .

Определяют относительную погрешность вычисления толщины пластин  $T$  по формуле.

$$\frac{\Delta\rho}{\rho_p} = \sqrt{\left(\frac{\Delta_M}{M}\right)^2 + \left(\frac{\Delta_V}{V}\right)^2} = \sqrt{\left(\frac{\Delta_M}{M}\right)^2 + \left(\frac{\Delta_{\text{шц}}}{L}\right)^2 + \left(\frac{\Delta_{\text{шц}}}{H}\right)^2 + \left(\frac{\Delta_{\text{мкм}}}{T}\right)^2} \quad (\text{В.9})$$

где  $M$  – среднее арифметическое из измеренных значений массы пластины,  $\text{kg}$ ;

$\Delta_M$  – абсолютная погрешность весов,  $\text{kg}$ ;

$L$  – среднее арифметическое из измеренных значений длины пластины,  $\text{mm}$ ;

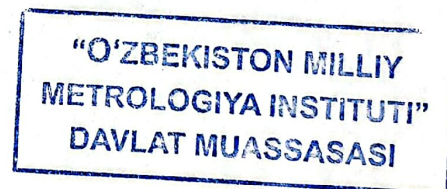
$H$  – среднее арифметическое из измеренных значений высоты пластины,  $\text{mm}$ ;

$T$  – среднее арифметическое из измеренных значений толщины пластины,  $\text{mm}$ ;

$\Delta_{\text{шц}}$  – абсолютная погрешность штангенциркуля,  $\text{mm}$ ;

$\Delta_{\text{мкм}}$  – абсолютная погрешность микрометра,  $\text{mm}$ ;

Полученное значение относительной погрешности вычисления расчетной плотности  $\rho_p$  не должно превышать  $\pm 0,3 \%$  для каждой пластины, используемой при имитации.



QC 01.191!1022

## Приложение Г

Пример отчета о поверке при работе комплекса в режиме измерений уровня

Отчет о поверке по технологии Heartbeat

Endress+Hauser 

People for Process Automation

Пользователь:



### Информация о приборе и поверке

Серийный номер (22)	P900050119F
Обозначение прибора	FMG50_1
Время работы	5d13h06m48s

### Информация о проверке

Время работы	5d13h06m48s
Дата/время	11.09.2020 10:09:40

### Результаты проверки

Итоговый результат	<input checked="" type="checkbox"/> Выполнено
--------------------	---

### Подтверждение

Heartbeat проверка позволяет проверить работоспособность прибора Gammarho в пределах заданного допуска на измерение в течение всего срока службы с общим охватом теста 98%.

### Комментарии

Дата

Подпись пользователя

Подпись инспектора -

“O‘ZBEKISTON MILLIY  
METROLOGIYA INSTITUTI”  
DAVLAT MUASSASASI



# Отчет о поверке по технологии Heartbeat



**Пользователь:**



## Информация о приборе и поверке

Серийный номер (22)	P900050119F
Обозначение прибора	FMG50_1
Время работы	5d13h06m43s

## Информация о приборе

Место	
Название прибора	FMG50
Заказной код прибора (14)	FMG50-11A5/0
Версия программного обеспечения	01.00.00
Версия аппаратного обеспечения	01.00.00

## Калибровка

Режим измерения	Уровень
Изотоп	Цезий-137
Тип луча	не модулированный
Фоновая радиация	80 cpm/s
Выход демпфирования	6,0 s
Дата калибровки пустой емкости	2020-09-11
Дата калибровки полной емкости	2020-09-11
Нижнее выходное значение диапазона (44)	0 mm
Верхнее выходное значение диапазона (39)	2000 mm

"O'ZBEKISTON MILLIY  
 METROLOGIYA INSTITUTI"  
 DAVLAT MUASSASASI

Отчет о поверке по технологии Heartbeat



Пользователь:



Информация о приборе и поверке

Серийный номер (S2)	P900050119F
Обозначение прибора	FMG50_1
Время работы	5d13h06m48s

Результаты проверки

Предварительное условие проверки  Выполнено

Статус системы  Выполнено

Основной блок электроники  Выполнено

Напряжение на клеммах  Выполнено

Выходной ток  Выполнено

Целостность программного обеспечения  Выполнено

Проверьте RAM  Выполнено

Проверьте ROM  Выполнено

Модуль сенсора  Выполнено

Часы реального времени  Выполнено

Высокое напряжение ФТУ  Выполнено

Температурное состояние сенсора  Выполнено

"O'ZBEKISTON MILLIY  
METROLOGIYA INSTITUTI"  
DAVLAT MUASSASASI



QU 01.191:2022

# Отчет о поверке по технологии Heartbeat

Endress+Hauser   
People for Process Automation

Пользователь:



## Информация о приборе и поверке

Серийный номер (22)	P900050119F
Обозначение прибора	FMG50_1
Время работы	5d13h06m48s

Результаты поверки - значения	Unit	Actual	Min	Max	Visualization
-------------------------------	------	--------	-----	-----	---------------

## Основной блок электроники

Отклонение выходного тока	mA	0,0062	-0,5000	0,5000	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
---------------------------	----	--------	---------	--------	---

## Модуль сенсора

Выходное значение высокого напряжения	V	603	0	1300	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
---------------------------------------	---	-----	---	------	--

“O‘ZBEKISTON MILLIY  
METROLOGIYA INSTITUTI”  
DAVLAT MUASSASASI

Отчет о поверке по технологии Heartbeat



Пользователь:



Информация о приборе и поверке

Серийный номер (22)	P900050119F
Обозначение прибора	FMG50_1
Время работы	5d13h06m48s

Параметры процесса	Unit	Actual	Min	Max
Датчик температуры	°C	18	-40,00	80,00

История прибора	Unit	Actual	Min	Max
Температура электроники	°C	23,7	21,6	28,1
Датчик температуры	°C	18,0	14,0	25,0
Частота импульса	cnt/s	84	0	320
Напряжение на клеммах	V	17,6	16,7	23,4

История датчика	Unit	Value
Счетчик гаммаграфи		0
Продолжительность гаммаграфи	s	0
Ожидаемое время работы источника	y	47615,9
Срок службы фотоэлектронного умножителя	y	20

“O‘ZBEKISTON MILLIY  
METROLOGIYA INSTITUTI”  
DAVLAT MUASSASASI



Приложение Е  
(рекомендуемое)

**ПРОТОКОЛ**  
поверки Gammapilot FMG50 при измерении уровня

Код заказа \_\_\_\_\_  
Серийный номер \_\_\_\_\_

Применяемый диапазон измерений уровня, mm \_\_\_\_\_  
Настройка диапазона уровня: \_\_\_\_\_

$L_{min}$ , mm \_\_\_\_\_  
 $L_{max}$ , mm \_\_\_\_\_

Средства поверки: \_\_\_\_\_

Подготовка к поверке \_\_\_\_\_  
Внешний осмотр \_\_\_\_\_  
Проверка идентификационных данных ПО \_\_\_\_\_  
Заключение по опробованию \_\_\_\_\_

Определение метрологических характеристик:

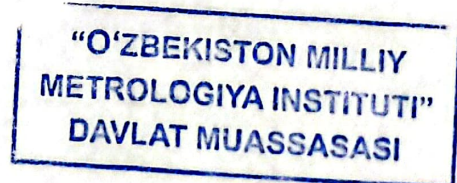
№ изм.	Значение уровня, определенное рулеткой/штангенциркулем/дальномером, $L_y$ , mm	Измеренное комплексом значение уровня $L_k$ , mm	Приведенная погрешность комплекса, % $\delta_k = \frac{L_k - L_y}{L_{max} - L_{min}} \cdot 100\%$

Заключение о пригодности комплекса в режиме измерений уровня:

\_\_\_\_\_

Поверитель: \_\_\_\_\_

" \_\_\_\_ " \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.



04.01.191.2022

Приложение Ж  
(рекомендуемое)

ПРОТОКОЛ

поверки Gammapilot FMG50 при измерении плотности

Код заказа \_\_\_\_\_  
Серийный номер \_\_\_\_\_

Применяемый диапазон измерений плотности,  $\text{kg/m}^3$  \_\_\_\_\_

Настройка диапазона плотности:

$\rho_{\min}$ ,  $\text{kg/m}^3$  \_\_\_\_\_

$\rho_{\max}$ ,  $\text{kg/m}^3$  \_\_\_\_\_

Средства поверки: \_\_\_\_\_

Подготовка к поверке \_\_\_\_\_

Внешний осмотр \_\_\_\_\_

Проверка идентификационных данных ПО \_\_\_\_\_

Заключение по опробованию \_\_\_\_\_

Определение метрологических характеристик:

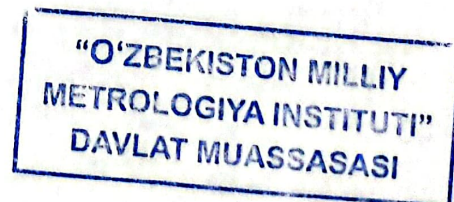
№ изм.	Значение плотности, определенное с помощью пластин- имитаторов $\rho_p$ , $\text{kg/m}^3$	Измеренное значение плотности комплексом $\rho_k$ , $\text{kg/m}^3$	Приведенная погрешность комплекса, %
			$\delta_k = \frac{\rho_k - \rho_p}{\rho_{\max} - \rho_{\min}} \cdot 100\%$

Заключение о пригодности комплекса в режиме измерений плотности:

\_\_\_\_\_

Поверитель: \_\_\_\_\_

" \_\_\_\_\_ " \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.





Информационные данные

**УТВЕРЖДЕНО**

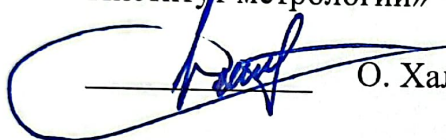
Главный метролог  
ГУ «Узбекский национальный  
Институт метрологии»



\_\_\_\_\_ Раймжонов  
« \_\_\_\_\_ » 20 \_\_\_\_ г.

**СОГЛАСОВАНО**


Начальник отдела измерений  
геометрических и механических величин  
ГУ «Узбекский национальный  
Институт метрологии»

 \_\_\_\_\_ О. Халилов

« \_\_\_\_\_ » 20 \_\_\_\_ г.

**СОГЛАСОВАНО**

Главный специалист отдела  
проведения государственных испытаний  
и инновационной метрологии  
ГУ «Узбекский национальный  
Институт метрологии»

 \_\_\_\_\_ Ф. Туляганов

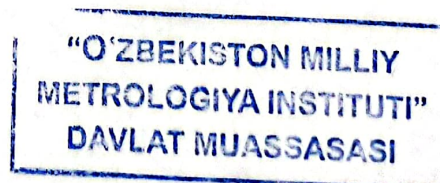
« \_\_\_\_\_ » 20 \_\_\_\_ г.

**РАЗРАБОТАНО**

Специалист I категории отдела  
проведения государственных испытаний  
и инновационной метрологии  
ГУ «Узбекский национальный  
Институт метрологии»

 \_\_\_\_\_ Х. Азизов

« \_\_\_\_\_ » 20 \_\_\_\_ г.



## Библиография

- [1] РМГ 51 Государственная система обеспечения единства измерений. Документы на методики поверки средств измерений. Основные положения.
- [2] Постановление Кабинета Министров Республики Узбекистан «О дополнительных мерах по совершенствованию порядка оказания метрологических услуг в Республике Узбекистан» от 29 августа 2020 года № 528 Правила проведения поверки средств измерений

"O'ZBEKISTON MILLIY  
METROLOGIYA INSTITUTI"  
DAVLAT MUASSASASI