

СОГЛАСОВАНО

Заместитель директора
ФГУП «ВНИИОФИ»



И.С. Филимонов

«04» 2022 г.

**«ГСИ. Комплексы аппаратно-программные цифровой рентгенографии
«ПРОДИС.Марк». Методика поверки»**

МП 018.Д4-22

Главный метролог
ФГУП «ВНИИОФИ»

С.Н. Негода
«19» 04 2022 г.

Главный научный сотрудник
ФГУП «ВНИИОФИ»

В.Н. Крутиков
«19» 04 2022 г.

Москва
2022 г.

СОДЕРЖАНИЕ

1 Общие положения	3
2 Перечень операций поверки средства измерений.....	3
3 Требования к условиям проведения поверки	4
4 Требования к специалистам, осуществляющим поверку	4
5 Метрологические и технические требования к средствам поверки.....	4
6 Требования (условия) по обеспечению безопасности проведения поверки	5
7 Внешний осмотр средства измерений.....	5
8 Подготовка к поверке и опробование средства измерений	5
9 Проверка программного обеспечения средства измерений.....	6
10 Определение метрологических характеристик средства измерений	6
11 Подтверждение соответствия средств измерений метрологическим требованиям	8
12 Оформление результатов поверки.....	9
ПРИЛОЖЕНИЕ А	10

1 Общие положения

1.1 Настоящая методика поверки распространяется на комплексы аппаратно-программные цифровой рентгенографии «ПРОДИС.Марк» (далее по тексту - комплексы), предназначенные для измерений линейных размеров дефектов при неразрушающем контроле объектов, и устанавливает методы и средства первичной и периодической поверок. По итогам проведения поверки должна обеспечиваться прослеживаемость к ГЭТ 2-2021. Поверка комплекса выполняется методом прямых измерений.

1.2 Метрологические характеристики комплексов указаны в таблице 1.

Таблица 1 – Метрологические характеристики

Наименование характеристики	Значение
Диапазон измерений линейных размеров, мм	
- для детектора 1215CC	от 0,5 до 140,0
- для детектора 1215CG	от 0,5 до 140,0
- для детектора 1524CC	от 0,5 до 220,0
- для детектора 1524CG	от 0,5 до 220,0
- для детектора 2430CC	от 0,5 до 280,0
- для детектора 2430CG	от 0,5 до 280,0
- для детектора 1230CC	от 0,5 до 280,0
- для детектора 1230CG	от 0,5 до 280,0
- для детектора 1316TC	от 0,5 до 150,0
- для детектора 1316TG	от 0,5 до 150,0
- для детектора 2430TC	от 0,5 до 280,0
- для детектора 2430TG	от 0,5 до 280,0
- для детектора 3543TC	от 0,5 до 420,0
- для детектора 3543TG	от 0,5 до 420,0
- для детектора 4343TC	от 0,5 до 420,0
- для детектора 4343TG	от 0,5 до 420,0
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений линейных размеров, мм	
- в 70 % рабочего поля в центральной области детектора	$\pm(0,5+0,005 \cdot L^*)$
- в остальной области рабочего поля детектора	$\pm(1,2+0,005 \cdot L^*)$
*L - измеренный размер дефекта, мм	

2 Перечень операций поверки средства измерений

2.1 При проведении первичной и периодической поверок должны выполняться операции, указанные в таблице 2.

Таблица 2 – Операции первичной и периодической поверок

Наименование операции поверки	Обязательность выполнения операций поверки при		Номер раздела (пункта) методики поверки, в соответствии с которым выполняется операция поверки
	первичной поверке	периодической поверке	
Внешний осмотр средства измерений	да	да	7
Подготовка к поверке и опробование средства измерений	да	да	8
Проверка программного обеспечения средства измерений	да	да	9

Определение метрологических характеристик средства измерений	-		10
Определение диапазона и абсолютной погрешности измерений линейных размеров	да	да	10.1
Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	да	да	11

2.2 Поверку средств измерений осуществляют аккредитованные в установленном порядке в области обеспечения единства измерений юридические лица и индивидуальные предприниматели.

2.3 Поверка комплекса прекращается в случае получения отрицательного результата при проведении хотя бы одной из операций, а комплекс признают не прошедшим поверку.

3 Требования к условиям проведения поверки

3.1 При проведении поверки должны соблюдаться следующие условия:

- температура окружающего воздуха, °С (20 ± 5) ;
- относительная влажность воздуха, %, не более 70;
- атмосферное давление, кПа (100 ± 4) ;
- напряжение сети переменного тока, В (220 ± 22) ;
- частота сети переменного тока, Гц $(50,0 \pm 0,5)$.

4 Требования к специалистам, осуществляющим поверку

4.1 К проведению поверки допускаются лица:

- изучившие настоящую методику поверки и руководство по эксплуатации комплекса;
- прошедшие обучение на право проведения поверки по требуемому виду измерений.

5 Метрологические и технические требования к средствам поверки

5.1 При проведении поверки применяются средства, указанные в таблице 3.

5.2 Средства поверки должны быть аттестованы (поверены) в установленном порядке.

5.3 Допускается применение аналогичных средств поверки, обеспечивающих определение метрологических характеристик поверяемого комплекса с требуемой точностью.

Таблица 3 – Метрологические и технические требования к средствам поверки

Операции поверки, требующие применение средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
п. 8.2 Контроль условий поверки (при подготовке к поверке и опробовании средства измерений)	Средства измерений температуры окружающей среды в диапазоне измерений от 15 до 25 °С с абсолютной погрешностью не более ± 1 °С; Средства измерений относительной влажности воздуха в диапазоне до 80 % с погрешностью не более ± 3 %; Средства измерений атмосферного давления в диапазоне от 96 до 104 кПа с абсолютной погрешностью не более $\pm 0,5$ кПа;	Измеритель параметров микроклимата «Метеоскоп», рег. № 32014-06;

	Средства измерений напряжения питающей сети в диапазоне от 195 до 245 В с относительной погрешностью не более $\pm 1\%$; Средства измерений частоты питающей сети в диапазоне от 45 до 55 Гц с абсолютной погрешностью не более $\pm 0,1$ Гц	Мультиметр цифровой U1241B, рег. № 41432-10
п. 10.1 Определение диапазона и абсолютной погрешности измерений линейных размеров	Эталоны единицы длины и средства измерений, соответствующие требованиям к эталонам не ниже 4 разряда по государственной поверочной схеме, утвержденной приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии № 2840 от 29.12.2018 г. в диапазоне измерения длины от 0,5 до 420,0 мм.	Меры длины концевые плоскопараллельные до 100 мм. Набор №1, рег. № 38376-13
Вспомогательное оборудование:		
п. 10.1	1 Линейка измерительная металлическая (рег. № 20048-05); 2 Карандаш твердостью 2Т или 2Н	

6 Требования (условия) по обеспечению безопасности проведения поверки

6.1 Работа с комплексом и средствами поверки должна проводиться согласно требованиям безопасности, указанным в их нормативно-технической и эксплуатационной документации.

6.2 При проведении поверки должны быть соблюдены требования безопасности согласно ГОСТ 12.3.019-80.

6.3 При работе с источником ионизирующего излучения необходимо соблюдать требования СанПин 2.6.1.2523-2009 "Нормы радиационной безопасности" (НРБ-99/2009) и СП 2.6.1.2612-10 "Основные санитарные правила обеспечения радиационной безопасности. Санитарные правила и нормативы" (ОСПОРБ-99/2010).

7 Внешний осмотр средства измерений

7.1 При внешнем осмотре должно быть установлено соответствие комплексов следующим требованиям:

- комплектность комплекса должна соответствовать его руководству по эксплуатации (далее – РЭ) и описанию типа;
- должны отсутствовать явные механические повреждения, влияющие на работоспособность комплекса;
- должна присутствовать маркировка комплексов в соответствии с РЭ и описанием типа.

7.2 Комплекс считается прошедшим операцию поверки с положительным результатом, если соответствует требованиям, приведенным в пункте 7.1.

8 Подготовка к поверке и опробование средства измерений

8.1 Если комплекс и средства поверки до начала измерений находились в климатических условиях, отличающихся от указанных в п. 3.1, то их выдерживают при этих условиях не менее часа, или времени, указанного в эксплуатационной документации.

8.2 Провести контроль условий поверки, используя средства измерений, удовлетворяющие требованиям, указанным в таблице 3.

8.3 Подготовить комплекс и средства поверки к работе в соответствии с их РЭ.

8.4 Подключить блок питания детектора к разъему PWR детектора.

8.5 Подключить детектор к АРМ кабелем Ethernet Cat 5e.

8.6 Подключить блок питания детектора к сети.

8.7 Включить комплекс согласно РЭ. Запустить ПО «proDIS».

8.8 Установить любую меру из комплекта концевых мер длины на рабочее поле детектора.

8.9 Включить источник рентгеновского излучения комплекса.

8.10 Получить изображение меры после сканирования согласно РЭ.

8.11 Комплекс считается прошедшим операцию поверки с положительным результатом, если включение прошло успешно, сканирование выполнено без ошибок и получено изображение меры.

9 Проверка программного обеспечения средства измерений

9.1 В правом верхнем углу нажать кнопку меню  и выбрать «О программе». В появившемся окне программы прочитать идентификационные данные ПО.

9.2 Комплекс считается прошедшим операцию поверки с положительным результатом, если идентификационные данные ПО комплекса соответствуют значениям, приведенным в таблице 4.

Таблица 4

Идентификационные данные (признаки)	Значение
Идентификационное наименование ПО	proDIS
Номер версии (идентификационный номер) ПО, не ниже	1.2.220329
Цифровой идентификатор ПО	-

10 Определение метрологических характеристик средства измерений

10.1 Определение диапазона и абсолютной погрешности измерений линейных размеров

10.1.1 Разметить прямоугольную область на детекторе, определяющую границы 70 % рабочего поля. Для этого при помощи карандаша и линейки сделать отметки, а затем провести линии по периметру рабочего поля согласно рассчитанным отступам от края рабочего поля по длине и ширине согласно таблице 5. Расположить детектор в горизонтальное положение. Установить источник рентгеновского излучения комплекса перпендикулярно рабочему полю детектора.

Таблица 5

Обозначение детектора	Размер рабочего поля, мм, не менее	70 % размера рабочего поля, мм	Рассчитанный отступ от края рабочего поля по длине, мм	Рассчитанный отступ от края рабочего поля по ширине, мм
1215CC	110×140	92,0×117,1	9,0	11,4
1215CG	110×140	92,0×117,1	9,0	11,4
1524CC	140×220	117,1×184,1	11,4	18,0
1524CG	140×220	117,1×184,1	11,4	18,0
2430CC	220×280	184,1×234,3	18,0	22,9
2430CG	220×280	184,1×234,3	18,0	22,9
1230CC	110×280	92,0×234,3	9,0	22,9
1230CG	110×280	92,0×234,3	9,0	22,9
1316TC	125×150	104,6×125,5	10,2	12,3
1316TG	125×150	104,6×125,5	10,2	12,3
2430TC	220×280	184,1×234,3	18,0	22,9
2430TG	220×280	184,1×234,3	18,0	22,9
3543TC	340×420	284,5×351,4	27,8	34,3
3543TG	340×420	284,5×351,4	27,8	34,3
4343TC	420×420	351,4×351,4	34,3	34,3
4343TG	420×420	351,4×351,4	34,3	34,3

10.1.2 Установить в центральную область рабочего поля детектора поверяемого комплекса «калибровочную меру» из комплекта концевых мер длины с номинальным значением длины от 40 до 60 мм.

10.1.3 Установить вблизи «калибровочной меры» не менее шести концевых плоскопараллельных мер длины на рабочее поле детектора. Мере с номинальным значением 0,5 мм притереть к мере с номинальным значением не менее 30 мм (исключая «калибровочную меру»), при этом установить ее таким образом, чтобы часть меры не соприкасалась с другой мерой (для возможности измерения меры с номинальным значением 0,5 мм), как показано на рисунке 1.



Рисунок 1 – Положение мер из комплекта концевых мер длины на рабочем поле детектора

10.1.4 Установить источник рентгеновского излучения комплекса на расстоянии от 0,7 до 1,0 м от детектора таким образом, чтобы центральная ось пучка рентгеновского излучения совпадала с центром детектора и была перпендикулярна плоскости детектора.

10.1.5 Провести экспонирование в следующем режиме:

- напряжение рентгеновской трубки - 80 кВ;
- ток анода – 100 мкА;
- время экспозиции – от 500 до 1500 мс;
- количество усреднений кадра – от 5 до 15.

10.1.6 Включить источник рентгеновского излучения комплекса.

10.1.7 Нажать кнопку захвата кадра, после чего изображение объектов измерений попадет в окно исследования, анализа и обработки. При необходимости применить операции фильтрации и нанесения псевдоцветов.

10.1.8 Проанализировать полученное изображение. При недостаточном уровне яркости изменить параметры ионизирующего излучения или полученного изображения.

10.1.9 Во вкладке «Аннотации» выбрать «Профиль».

10.1.10 Через изображение измеряемой меры провести линию (профиль), параллельную измеряемой длине меры, при этом границы линии должны находиться за границами меры. Установить параметр «Ширина профиля» - «50».

10.1.11 Выполнить пункт 10.1.10 для каждой меры, которую необходимо измерить.

10.1.12 Активировать (отобразить) график яркости рентгеновского излучения, выбрав на рабочем поле линию профиля, проходящую через изображение «калибровочной меры».

10.1.13 Установить на графике яркости рентгеновского излучения уровень горизонтальной линии профиля - 50 % от перепада яркости на краях меры. Затем установить измерительные курсоры длины на пересечении горизонтальной линии профиля и графика яркости рентгеновского излучения.

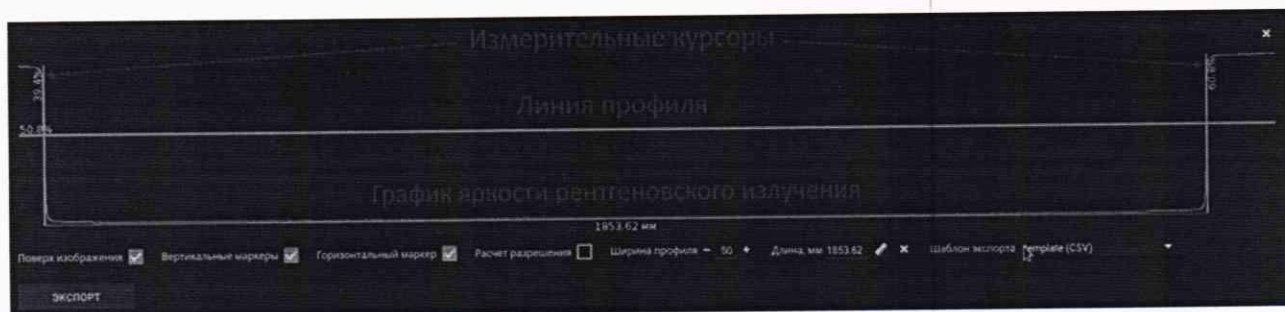


Рисунок 2 – График яркости рентгеновского излучения

10.1.14 Для параметра «Длина, мм» установить значение длины «калибровочной меры», взятое из протокола поверки на комплект мер.

10.1.15 Активировать (отобразить) график яркости рентгеновского излучения, выбрав на рабочем поле линию профиля, проходящую через изображение измеряемой меры.

10.1.16 Установить на графике яркости рентгеновского излучения уровень горизонтальной линии профиля - 50 % от перепада яркости на краях меры. Затем установить измерительные курсоры длины на пересечении горизонтальной линии профиля и графика яркости рентгеновского излучения. Измеренное значение длины будет указано в центре под графиком яркости рентгеновского излучения.

10.1.17 Выполнить пять измерений меры, чтобы пересечение меры с линией располагалось на разной высоте меры.

10.1.18 Выполнить пункты 10.1.15 – 10.1.17 для всех установленных по пункту 10.1.3 концевых мер длины.

10.1.19 Установить в центральную область рабочего поля детектора поверяемого комплекса «калибровочную меру» из комплекта концевых мер длины с номинальным значением длины от 60 до 100 мм.

10.1.20 Для модификаций комплексов 2430СС, 2430СГ, 2430ТГ и 2430ТС набрать с помощью мер длину 200 мм. Меры длины концевые плоскопараллельные притереть друг к другу и установить их вблизи «калибровочной меры», как показано на рисунке 3. Выполнить пункты 10.1.5 – 10.1.17.

10.1.21 Для модификаций комплексов 3543ТС, 3543ТГ, 4343ТС и 4343ТГ набрать с помощью мер длину 200 мм. Меры длины концевые плоскопараллельные притереть друг к другу и установить их вблизи калибровочной меры, как показано на рисунке 3. Выполнить пункты 10.1.5 – 10.1.17. Затем выполнить пункт 10.1.19 и набрать с помощью мер длину 300 мм. Меры длины концевые плоскопараллельные притереть друг к другу и установить их вблизи калибровочной меры. Выполнить пункты 10.1.5 – 10.1.17.

10.1.22 Выполнить пункт 10.1.19. Набрать с помощью мер длину, соответствующую верхнему диапазону измерений линейных размеров. Меры длины концевые плоскопараллельные притереть друг к другу и установить их вблизи калибровочной меры, как показано на рисунке 3. Выполнить пункты 10.1.5 – 10.1.17

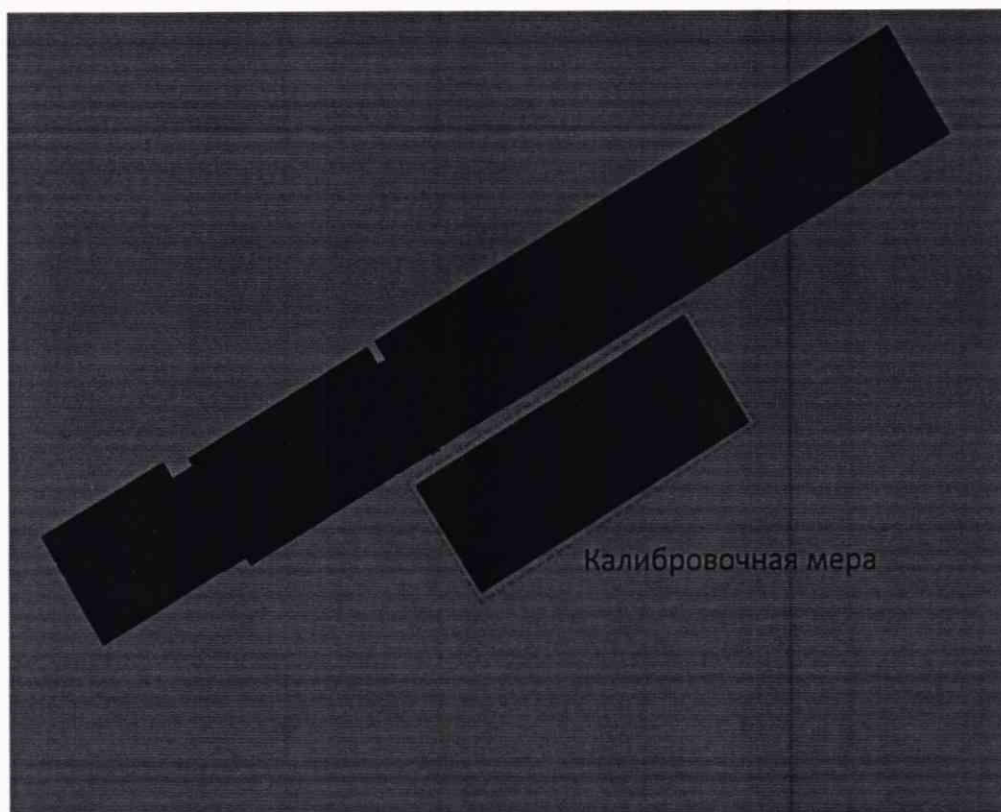


Рисунок 3 - Положение мер из комплекта концевых мер длины на рабочем поле детектора

10.1.23 Выключить комплекс согласно РЭ.

10.1.24 Произвести обработку результатов измерений в соответствии с пунктом 11.1.

11 Подтверждение соответствия средств измерений метрологическим требованиям

11.1 Расчет абсолютной погрешности измерений линейных размеров

11.1.1 Результатом измерений концевых плоскопараллельных мер длины является среднее арифметическое значение измерений линейных размеров по формуле:

$$X_{срi} = \frac{\sum_{j=1}^n X_j}{n}, \quad (1)$$

где X_j – значение j -го измерения, мм;

n – количество измерений.

11.1.2 Рассчитать и занести в протокол поверки абсолютную погрешность измерений линейных размеров ΔX , мм, по формуле:

$$\Delta X = X_{срi} - X_{номi}, \quad (2)$$

где $X_{срi}$ – среднее арифметическое значение i -той измеренной меры, мм;

$X_{номi}$ – действительное значение длины концевой меры, взятое из протокола поверки, мм.

11.1.3 Комплекс считается прошедшим операцию поверки по пункту 10.1 с положительным результатом, если результаты измерений соответствуют таблице 1.

11.2 Комплекс считается прошедшим поверку с положительным результатом и допускается к применению, если все операции поверки пройдены с положительным

результатом. В ином случае комплекс считается прошедшим поверку с отрицательным результатом и не допускается к применению.

12 Оформление результатов поверки

12.1 Результаты поверки оформляются протоколом поверки. Рекомендуемая форма протокола поверки приведена в приложении А. Протокол может храниться на электронных носителях.

12.2 При положительных результатах поверки по заявлению владельца средства измерений может быть оформлено свидетельство о поверке в установленной форме. В случае, если по результатам поверки средство измерений соответствует обязательным требованиям к эталону в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений передаются сведения как о средстве измерений, применяемом в качестве эталона, с приложением протокола поверки.

12.3 При отрицательных результатах поверки по заявлению владельца средства измерений может быть оформлено извещение о непригодности в установленной форме с указанием причин непригодности.

12.4 Сведения о результатах поверки (как положительные, так и отрицательные) передаются в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений.

Разработчики:

Начальник отдела
ФГУП «ВНИИОФИ»



А.В. Иванов

Инженер 1 категории
ФГУП «ВНИИОФИ»



А.С. Крайнов

Инженер 1 категории
ФГУП «ВНИИОФИ»



И.А. Смирнова

ПРИЛОЖЕНИЕ А
(рекомендуемое)
ФОРМА ПРОТОКОЛА ПОВЕРКИ

ПРОТОКОЛ первичной/периодической поверки №
от « _____ » _____ 20__ года

Средство измерений: Комплекс аппаратно-программный цифровой рентгенографии «ПРОДИС.Марк»

Заводской номер: _____

Год выпуска: _____

Состав: _____

Принадлежащее: _____

Поверено в соответствии с методикой поверки:

При следующих значениях влияющих факторов:

Температура окружающей среды _____;

Атмосферное давление _____;

Относительная влажность _____;

Напряжение переменного тока _____;

Частота переменного тока _____;

С применением эталонов: _____

Результаты поверки:

A.1 Внешний осмотр _____

A.2 Проверка идентификации ПО _____

A.3 Опробование _____

A.4 Результаты определения метрологических характеристик:

Действительное значение длины, мм	Измеренные значения, мм						Абсолютная погрешность, мм	Пределы допускаемой погрешности измерений, мм
	1	2	3	4	5	Среднее арифметическое значение		

Закключение: _____

Средство измерений признать пригодным (или непригодным) для применения

Поверитель: _____
Подпись

/ _____ /
ФИО