

СОГЛАСОВАНО

Заместитель директора по инновациям
ФГУП «ВНИИОФИ»

И.С. Филимонов

« 28 » июля 2021 г.



Государственная система обеспечения единства измерений

Денситометры X-Rite 361T

МЕТОДИКА ПОВЕРКИ

МП 015.Д4-21

Главный метролог
ФГУП «ВНИИОФИ»

С.Н. Негода

« 28 » июля 2021 г.

Главный научный сотрудник
ФГУП «ВНИИОФИ»

В.Н. Крутиков

« 28 » июля 2021 г.

Москва
2021 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	Проведение поверки.....	5
8	Подтверждение соответствия средств измерений метрологическим требованиям.....	6
9	Оформление результатов поверки.....	8
	ПРИЛОЖЕНИЕ А.....	9

1 Общие положения

1.1 Настоящая методика поверки распространяется на Денситометры X-Rite 361T (далее по тексту – денситометры), предназначенные для измерений в проходящем свете диффузной оптической плотности черно-белых материалов в диапазоне от 0,15 до 6,00 Б и устанавливает порядок, методы и средства проведения первичной и периодической поверок. По итогам проведения поверки должна обеспечиваться прослеживаемость к ГЭТ 206-2016. Поверка выполняется методом прямых измерений.

1.2 Интервал между поверками – 1 год.

1.3 Метрологические характеристики указаны в таблице 1.

Таблица 1 – Метрологические характеристики

Наименование характеристики	Значение
Диапазон измерения диффузной оптической плотности в проходящем свете в спектральном диапазоне от 340 до 770 нм, Б	от 0,15 до 6,00
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений диффузной оптической плотности в проходящем свете в спектральном диапазоне от 340 до 770 нм, Б:	
от 0,15 до 2,00	± 0,02
от 2,01 до 4,00	± 0,05
от 4,01 до 6,00	± 0,12

2 Перечень операций поверки средства измерений

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

Таблица 2 – Операции первичной и периодической поверок

Наименование операции	Номер пункта методики поверки	Обязательность выполнения операции	
		При первичной поверке	При периодической поверке
Внешний осмотр	7.1	Да	Да
Проверка соответствия программного обеспечения	7.2	Да	Да
Опробование	7.3.2	Да	Да
Определение диапазона измерения диффузной оптической плотности в спектральном диапазоне от 340 до 770 нм в проходящем свете	8.1	Да	Да
Расчет границы абсолютной погрешности измерения диффузной оптической плотности в спектральном диапазоне от 340 до 770 нм в проходящем свете	8.2	Да	Да

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

2.3 Поверка денситометров прекращается в случае получения отрицательного результата при проведении хотя бы одной из операций, а денситометры признают не прошедшие поверку.

3 Требования к условиям проведения поверки

3.1 При проведении поверки должны соблюдаться следующие требования:

- температура окружающего воздуха, °С: (23 ± 2);
- относительная влажность воздуха, %, не более 60;
- атмосферное давление, кПа (100 ± 10).

3.2 Денситометры не должны подвергаться прямому воздействию солнечных лучей.

3.3 Рядом с денситометрами не должно быть источников тепла, таких как газовая горелка, электронагреватель, печь и т.п.

3.4 Допускаемый перепад температуры воздуха, во время проведения поверки, в течение часа – не более 2 °С.

4 Требования к специалистам, осуществляющим поверку

4.1 К проведению поверки допускаются лица:

- изучившие настоящую методику и руководства по эксплуатации денситометров и средств поверки;
- прошедшие обучение на право проведения поверки по требуемому виду измерений;
- допущенные к проведению работ на эталоне.

5 Метрологические и технические требования к средствам поверки

5.1 При проведении первичной и периодической поверок применяются средства поверки, указанные в таблице 3.

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

5.3 Допускается также применение других средств, не приведенных в таблице 3, но обеспечивающих определение (контроль) метрологических характеристик поверяемых денситометров с требуемой точностью.

Таблица 3 – Метрологические и технические требования к средствам поверки

Операция поверки	Средство поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки	Рекомендуемые типы средств поверки
Пункты 7, 8 методики поверки	Государственный вторичный эталон единицы диффузной оптической плотности в проходящем свете в диапазоне от 0,1000 до 6,0000 Б (далее - эталон) согласно ГПС для средств измерений оптической плотности, утвержденной приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии № 2085 от 28.09.2018.	Диапазон значений диффузной оптической плотности в проходящем свете (D) от 0,1000 до 6,0000 Б Расширенная неопределённость диффузной оптической плотности (U_p) от 0,0040 до 0,0060 Б (уровень доверия 0,95; коэффициент охвата 2). Доверительные границы суммарной погрешности диффузной оптической плотности ($\delta_{0,95}$) от 0,0040 до 0,0060 Б (уровень доверия 0,95).	Государственный вторичный эталон единицы диффузной оптической плотности в проходящем свете в диапазоне от 0,1000 до 6,0000 Б (рег. № 2.1.ZZA.0130.2021) согласно ГПС для средств измерений оптической плотности, утвержденной приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии № 2085 от 28.09.2018.
Вспомогательное оборудование			
Определение условий проведения поверки	Средство измерений температуры	Измерение температуры окружающего воздуха в диапазоне от +10 до + 30 °С $\Delta = \pm 0,2$ °С	Измеритель параметров микроклимата «Метеоскоп». (рег. № 32014-06)

Средство измерений влажности	Измерение влажности окружающего воздуха в диапазоне от 30 до 90 % $\Delta = \pm 3 \%$
Средство измерений атмосферного давления	Измерение абсолютного атмосферного давления в диапазоне от 80 до 110 кПа, $\Delta = \pm 0,13 \text{ кПа}$

6 Требования (условия) по обеспечению безопасности проведения поверки

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

6.2 При проведении поверки следует соблюдать требования, установленные ГОСТ Р 12.1.031-2010, ГОСТ 12.1.040-83.

6.3 При выполнении измерений должны соблюдаться требования, указанные в Приказе Министерства труда и социальной защиты РФ от 15.12.2020 N 903Н «Об утверждении правил по охране труда при эксплуатации электроустановок».

6.4 Помещение, в котором проводится поверка, должно соответствовать требованиям пожарной безопасности по ГОСТ 12.1.004-91 и иметь средства пожаротушения по ГОСТ 12.4.009-83.

7 Проведение поверки

7.1 Внешний осмотр средства измерений

7.1.1 При внешнем осмотре денситометров должно быть установлено:

- отсутствие видимых механических повреждений влияющих на его метрологические характеристик;
- наличие заземления в соответствии с ГОСТ 12.1.030-81;
- наличие и прочность органов управления и коммутации, четкость фиксации их положения;
- чистоту гнезд, разъемов и клемм;
- состояние соединительных кабелей и подключение денситометров к электрической сети с помощью соответствующих кабелей.

7.1.2 Денситометры считаются прошедшей операцией поверки с положительным результатом, если они соответствуют требованиям, приведенным в пункте 7.1.1.

7.2 Проверка соответствия программного обеспечения

7.2.1 При включении питания денситометры отображают код даты программного обеспечения.

7.2.2 Проверить код даты программного обеспечения на соответствие значениям, приведенным в таблице 4.

Таблица 4 – Идентификационные данные ПО

Идентификационные данные (признаки)	Значение
Код даты программного обеспечения	9809

7.2.3 Денситометры считаются прошедшими операцией поверки с положительным результатом, если код даты программного обеспечения соответствуют значениям, приведенным в таблице 4.

7.3 Подготовка к поверке и опробование средства измерений

7.3.1 При подготовке денситометров к поверке соблюдать следующие требования:

- извлекают денситометры из упаковочных коробок. Если денситометры транспортировались и/или хранились в условиях не соответствующих ГОСТ 15150-69, следует перед включением выдержать их в условиях, указанных в п.3.1, не менее 2 часов;

- подготовка поверяемых денситометров к поверке проводится в соответствии с руководством по эксплуатации;

- эталон готовят к работе в соответствии с его правилами содержания и применения.

7.3.2 Опробование средства измерений

7.3.2.1 Подключают денситометры к сети электропитания 220 В с помощью входящего в комплект кабеля питания.

7.3.2.2 Устанавливают регулируемый угол расположения дисплея в среднем положении.

7.3.2.3 Переводят выключатель питания в положение "1" (ВКЛ). Регулируют угол установки дисплея до тех пор, пока не добиваются оптимального представления данных на дисплее, соответствующего Вашему углу зрения.

7.3.2.4 При включении питания денситометры отображают код даты программного обеспечения. Затем производится автоматический тест, в случае успешного прохождения которого на дисплее высвечивается "TST Pass".

7.3.2.5 После успешного прохождения самостоятельной проверки денситометры автоматически возвращаются к функции, выполнявшейся последней (например «DEN», «+DOT», «-DOT»).

7.3.2.6 Кнопкой [FUNCTION] выбирают функцию «DEN». При отображении нужной функции дождаться автоматического входа денситометров в выбранную функцию (время ожидания составляет примерно 2 секунды). В этот момент отображается предыдущее измерение.

7.3.2.7 Кнопкой [COLOR] выбирают цвет – «Ortho». Для «Ortho» высвечивается "o".

7.3.2.8 Устанавливают эталон диффузной оптической плотности одним из двух способов:

С клавиатуры:

- многократно нажимают кнопку [FUNCTION] до тех пор, пока на дисплее не отобразится «DEN»;
- выбирают цвет «Ortho» нажатием кнопки [COLOR];
- удерживают нажатой кнопку [ZERO] до отображения эталонного значения на дисплее денситометров;
- вводят эталонное значение, используя кнопку [FUNCTION] для уменьшения значения или кнопку [COLOR] для увеличения значения. (Для обнуления значения нажимают обе кнопки). Отпускают кнопки;
- нажимают кнопку [FUNCTION] для возврата в нормальный режим работы.

Посредством измерения:

- кратковременно нажимают [ZERO] при измерении обнуляемой площади;
- многократно нажимают кнопку [FUNCTION] до тех пор, пока на дисплее не отобразится "DEN";
- выбирают цвет «Ortho» нажатием кнопки [COLOR];
- измеряют эталонное значение диффузной оптической плотности для этого удерживают нажатой кнопку [READ] до отображения измеряемого значения диффузной оптической плотности;
- нажимают кнопку [ZERO]. Отобразится "Нулевая плотность";
- отпускают кнопку [READ] и кнопку [ZERO].

7.3.2.9 Располагают центр меры оптической плотности из состава эталона в измеряемую область по центру апертуры денситометров.

7.3.2.10 Отпускают считывающую головку, нажав кнопку считывания [READ]. Во время измерительного цикла на дисплее будет отображаться «READING».

7.3.2.11 После отображения данных отпускают кнопку считывания.

7.3.2.12 Денситометры считаются прошедшим операцию поверки, если устанавливается выбранный цвет «Ortho» и устанавливается эталонное значение диффузной оптической.

8 Подтверждение соответствия средств измерений метрологическим требованиям

8.1 Определение диапазона измерения диффузной оптической плотности в спектральном диапазоне от 340 до 770 нм в проходящем свете.

8.1.1 Проводят пятикратные измерения набора мер диффузной оптической плотности в спектральном диапазоне от 340 до 770 нм в проходящем свете из состава эталона в соответствии с п. 7.3.2.9 – 7.3.2.11.

8.1.2 Значение диффузной оптической плотности рассчитывают как среднее арифметическое в соответствии с ГОСТ Р 8.736-2011 по формуле (1):

$$\bar{D}_j = \frac{1}{5} \sum_{i=1}^5 D_{ij} \quad (1)$$

где D_{ij} – измеренное значение диффузной оптической плотности j -ой меры из состава эталона, Б.

8.1.3 Ввиду отличия оптической схемы денситометров от оптической схемы эталона, для исключения постоянной составляющей систематической погрешности вводится поправка, которая рассчитывается по формуле (2):

$$P_j = D_{j \text{ эталона}} - \bar{D}_j \quad (2)$$

где $D_{j \text{ эталона}}$ – значение диффузной оптической плотности j -ой меры из состава эталона указанные в действующем протоколе аттестации эталона, Б.

8.1.4 Денситометры считаются прошедшими операцию поверки с положительным результатом, если диапазон измерения диффузной оптической плотности в спектральном диапазоне от 340 до 770 нм в проходящем свете соответствуют данным, указанным в таблице 4.

Таблица 4 – Диапазон измерения диффузной оптической плотности

Наименование характеристики	Значение
Диапазон измерения диффузной оптической плотности в проходящем свете в спектральном диапазоне от 340 до 770 нм, Б	от 0,15 до 6,00

8.2 Расчет границы абсолютной погрешности измерения диффузной оптической плотности в спектральном диапазоне от 340 до 770 нм в проходящем свете.

8.2.1 Оценивают среднее квадратическое отклонение измерений диффузной оптической плотности в соответствии с ГОСТ Р 8.736-2011 по формуле (3):

$$S_j = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (D_{ij} - \bar{D}_j)^2}{n(n-1)}} \quad (3)$$

8.2.2 Определяют доверительные границы случайной абсолютной погрешности измерений диффузной оптической плотности денситометров в соответствии с ГОСТ Р 8.736-2011 по формуле (4):

$$\varepsilon = t \cdot S_j \quad (4)$$

где $t=2,776$ – коэффициент Стьюдента для доверительной вероятности $P=0,95$ и числа наблюдений $n=5$.

8.2.3 Определяют суммарное среднее квадратическое отклонение результата измерений диффузной оптической плотности денситометра в соответствии с ГОСТ Р 8.736-2011 по формуле (5):

$$S_{\Sigma} = \sqrt{\frac{\Theta_{\text{эталона}}^2}{k \cdot \sqrt{3}} + S_j^2} \quad (5)$$

где $k=1,1$ – коэффициент, определяемый принятой доверительной вероятностью $P=0,95$;

$\Theta_{\text{эталона}}$ – границы неисключенной систематической погрешности эталона принимают равными доверительным границам суммарной погрешности, указанные в действующем протоколе аттестации эталона, Б.

8.2.4 Определяют коэффициент, зависящий от соотношения случайной и неисключенной систематической составляющей погрешности в соответствии с ГОСТ Р 8.736-2011 по формуле (6):

$$K = \frac{\varepsilon + \Theta_{\text{эталона}}}{S_j + \frac{\Theta_{\text{эталона}}}{k \cdot \sqrt{3}}} \quad (6)$$

8.2.5 Определяют границу абсолютной погрешности результата измерений диффузной оптической плотности денситометра в соответствии с ГОСТ Р 8.736-2011 по формуле (7):

$$\Delta D = K \cdot S_{\Sigma} \quad (7)$$

8.2.2 Денситометры считаются прошедшими операцию поверки с положительным результатом, если границы абсолютной погрешности измерения диффузной оптической плотности в спектральном диапазоне от 340 до 770 нм в проходящем свете соответствуют данным, указанным в таблице 5.

Таблица 5 – Границы абсолютной погрешности

Наименование характеристики	Значение
Границы абсолютной погрешности измерений диффузной оптической плотности в проходящем свете в спектральном диапазоне от 340 до 770 нм, Б:	
от 0,15 до 2,00	$\pm 0,02$
от 2,01 до 4,00	$\pm 0,05$
от 4,01 до 6,00	$\pm 0,12$

9 Оформление результатов поверки

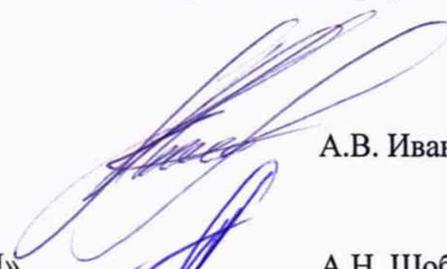
9.1 Результаты поверки оформляются протоколом поверки. Рекомендуемая форма протокола поверки приведена в приложении А. Протокол может храниться на электронных носителях.

9.2 При положительных результатах поверки по запросу заказчика может быть оформлено свидетельство о поверке в установленной форме.

9.3 При отрицательных результатах поверки по запросу заказчика может быть оформлено извещение о непригодности в установленной форме с указанием причин непригодности.

9.4 Сведения о результатах поверки передаются в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений

Начальник отдела испытаний и сертификации
ФГУП «ВНИИОФИ»



А.В. Иванов

Начальник отдела испытаний ФГУП «ВНИИОФИ»



А.Н. Шобина

Инженер 2 категории ФГУП «ВНИИОФИ»



А.В. Колдашов

ПРИЛОЖЕНИЕ А
к Методике поверки МП 015.Д4-21
«Денситометры X-Rite 361Т»

ПРОТОКОЛ _____ ПЕРВИЧНОЙ _____ ПОВЕРКИ № _____
ПЕРИОДИЧЕСКОЙ

Денситометры X-Rite 361Т

(наименование, тип СИ и модификации в соответствии с описанием типа, в единственном числе)

Заводской номер: _____ Год выпуска _____

Владелец СИ: _____

ИНН владельца СИ: _____

Применяемые эталоны: _____

«ГСИ. Денситометры X-Rite 361Т. Методика поверки МП 015.Д4-21», согласованная ФГУП «ВНИИОФИ» « _ » _____ 2021 г.

Применяемая методика поверки _____

Условия поверки:

- температура окружающей среды _____ °С;

- относительная влажность воздуха _____ %;

- атмосферное давление _____ кПа

Место проведения поверки _____

Проведение поверки:

А.1. Внешний осмотр: Соответствует/не соответствует п. 7.1 методики поверки (при не соответствии – перечисляются все не соответствия)

А.2. Определение метрологических характеристик: Соответствует/не соответствует п. 8 методики поверки (при не соответствии – перечисляются все не соответствия).

Таблица А-1 – Результаты измерений диффузной оптической плотности в спектральном диапазоне от 340 до 770 нм в проходящем свете

№ поля	Средство поверки	$D_{1j}, Б$	$D_{2j}, Б$	$D_{3j}, Б$	$D_{4j}, Б$	$D_{5j}, Б$	$\bar{D}_j, Б$
1							
2							
3							
4							
5							
...							
n							

Таблица А-2 – Метрологические характеристики Денситометры X-Rite 361Т

Характеристика	Требования методики поверки
Диапазон измерения диффузной оптической плотности в спектральном диапазоне от 340 до 770 нм в проходящем свете, Б	от 0,15 до 6,00
Границы абсолютной погрешности измерения диффузной оптической плотности в спектральном диапазоне от 340 до 770 нм в проходящем свете в диапазоне, Б от 0,15 до 2,00 от 2,01 до 4,00 от 4,01 до 6,00	± 0,02 ± 0,05 ± 0,12

Таблица А-3 – Результаты поверки Денситометров X-Rite 361Т

№ поля	Средство поверки	D_j эталона, Б	\bar{D}_j , Б	P_j , Б	S_j , Б	ϵ , Б	S_Σ , Б	K	ΔD , Б
1									
2									
3									
4									
5									
...									
n									

А.3. Заключение по результатам поверки: На основании результатов первичной/периодической поверки Денситометры X-Rite 361Т зав. № _____ признаны пригодным/непригодным к применению (при непригодности – указывается причина непригодности).

Начальник
отдела:

Подпись

Фамилия И.О.

Дата поверки: « _____ » _____ 20 _____

число

месяц

год

Поверитель:

Подпись

Фамилия И.О.