



СОГЛАСОВАНО


Заместитель директора
ФГУП «ВНИИОФИ»

И.С. Филимонов

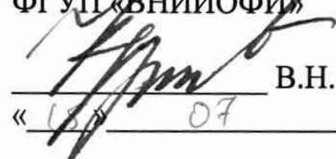
«15» 07 2022 г.

**«ГСИ. Денситометры в комплекте с набором мер оптической плотности
LCNDT DT-300.
Методика поверки»
МП 027.Д4-22**

Главный метролог
ФГУП «ВНИИОФИ»


«15» 07 2022 г. С.Н. Негода

Главный научный сотрудник
ФГУП «ВНИИОФИ»


«15» 07 2022 г. В.Н. Крутиков

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.....	5
6	Требования (условия) по обеспечению безопасности проведения поверки.....	5
7	Внешний осмотр.....	5
8	Подготовка к поверке и опробование средства измерений.....	6
9	Проверка программного обеспечения средства измерений.....	7
10	Определение метрологических характеристик средства измерений.....	7
11	Подтверждение соответствия средств измерений метрологическим требованиям.....	8
12	Оформление результатов поверки.....	9
	ПРИЛОЖЕНИЕ А.....	10

1 Общие положения

1.1 Настоящая методика поверки применяется для поверки Денситометров в комплекте с набором мер оптической плотности LCNDT DT-300 (далее по тексту – денситометры в комплекте с набором мер) используемых в качестве средств измерений в соответствии с Государственной поверочной схемой для средств измерений оптической плотности, утвержденной приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии № 2085 от 28.09.2018 и устанавливает методы и средства первичной и периодической поверки. Поверка денситометров в комплекте с набором мер выполняется методом прямых измерений.

Денситометры в комплекте с набором мер предназначены для измерений в проходящем свете диффузной оптической плотности черно-белых материалов, измерений при помощи денситометров и других средств измерений.

В результате поверки должны быть подтверждены следующие метрологические требования, приведённые в таблице 1.

Таблица 1 – Метрологические характеристики денситометров в комплекте с набором мер

Характеристики	Значения
Диапазон значений диффузной оптической плотности набора мер оптической плотности на рентгеновской плёнке в проходящем свете в спектральном диапазоне от 340 до 770 нм ¹⁾ , Б	от 0,10 до 5,00
Диапазон измерений диффузной оптической плотности в проходящем свете в спектральном диапазоне от 340 до 770 нм при помощи денситометра, Б	от 0,10 до 5,00
Границы абсолютной погрешности значений диффузной оптической плотности набора мер оптической плотности на рентгеновской плёнке в проходящем свете в спектральном диапазоне от 340 до 770 нм, Б: - в диапазоне от 0,10 до 2,00, Б включ. - в диапазоне св. 2,00 до 4,00, Б включ. - в диапазоне св. 4,00 до 5,00, Б	±0,02 ±0,05 ±0,12
Границы абсолютной погрешности измерений диффузной оптической плотности в проходящем свете в спектральном диапазоне от 340 до 770 нм при помощи денситометра, Б: - в диапазоне от 0,10 до 2,00, Б включ. - в диапазоне св. 2,00 до 4,00, Б включ. - в диапазоне св. 4,00 до 5,00, Б	±0,02 ±0,05 ±0,12

¹⁾ Действительные значения диффузной оптической плотности набора мер оптической плотности на рентгеновской плёнке определяются в процессе поверки.

1.2 При определении метрологических характеристик в рамках проводимой поверки обеспечивается передача единицы диффузной оптической плотности в соответствии с Государственной поверочной схемой для средств измерений оптической плотности, утвержденной приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 28.09.2018 № 2085, подтверждающая прослеживаемость к Государственному первичному эталону единицы оптической плотности ГЭТ 206-2016 (далее по тексту – первичный эталон).

2 Перечень операций поверки средства измерений

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

Таблица 2 – Операции поверки

Наименование операции поверки	Обязательность выполнения операции поверки при		Номер раздела (пункта) методики поверки, в соответствии с которым выполняется операция поверки
	первичной поверке	периодической поверке	
Внешний осмотр	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 значений диффузной оптической плотности набора мер оптической плотности на рентгеновской плёнке в проходящем свете в спектральном диапазоне от 340 до 770 нм. Определение диапазона измерений диффузной оптической плотности в проходящем свете в спектральном диапазоне от 340 до 770 нм при помощи денситометра	Да	Да	10.1
Расчёт границы абсолютной погрешности значений диффузной оптической плотности набора мер оптической плотности на рентгеновской плёнке в проходящем свете в спектральном диапазоне от 340 до 770 нм. Расчёт границы абсолютной погрешности измерений диффузной оптической плотности в проходящем свете в спектральном диапазоне от 340 до 770 нм при помощи денситометра	Да	Да	10.2
Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	Да	Да	11

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

2.3 Поверка денситометров в комплекте с набором мер прекращается в случае получения отрицательного результата при проведении хотя бы одной из операций, а денситометры в комплекте с набором мер 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 ± 4 .

3.2 Денситометры в комплекте с набором мер не должны подвергаться прямому воздействию солнечных лучей.

3.3 Рядом с денситометрами в комплекте с набором мер 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 руководство по эксплуатации денситометров в комплекте с набором мер 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 в комплекте с набором мер с требуемой точностью.

Таблица 3 – Средства поверки

Операции поверки, требующие применение средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
п. 8 Подготовка к поверке и опробование средства измерений	Средства измерений температуры окружающей среды в диапазоне от 15 до 25 °С с абсолютной погрешностью не более 0,2 °С; Средства измерений относительной влажности воздуха в диапазоне до 80 % с абсолютной погрешностью не более 2 %; Средства измерений атмосферного давления в диапазоне от 84 до 106 кПа с абсолютной погрешностью не более 0,13 кПа	Измеритель параметров микроклимата «Метеоскоп-М», рег. № 32014-11 (далее по тексту - метеоскоп)
п. 10 Определение метрологических характеристик средства измерений	Эталоны оптической плотности, не ниже уровня рабочего эталона 1-го разряда по государственной поверочной схеме, утвержденной Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 28.09.2018 № 2085, в диапазоне значений оптической плотности от 0,01 до 6,00 Б с пределами допускаемой абсолютной погрешности от 0,006 до 0,080 Б	Государственный рабочий эталон единицы диффузной оптической плотности в проходящем свете в диапазоне от 0,01 до 6,00 Б 3.1.ZZA.0026.2015 (далее по тексту – рабочий эталон)
		Государственный вторичный эталон единицы диффузной оптической плотности в проходящем свете в диапазоне от 0,1000 до 6,0000 Б 2.1.ZZA.0130.2021 (далее по тексту – вторичный эталон)

6 Требования (условия) по обеспечению безопасности проведения поверки

6.1 Работа с денситометрами в комплекте с набором мер 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 № 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. Внешний осмотр средства измерений

7.1. При внешнем осмотре денситометров в комплекте с набором мер должно быть установлено:

- отсутствие видимых механических повреждений влияющих на их метрологические характеристики;

- наличие маркировки с указанием заводского номера.

У денситометра:

- наличие и прочность органов управления и коммутации, четкость фиксации их положения;

- чистота гнезд, разъемов и клемм;

- состояние соединительных кабелей и подключение прибора к электрической сети с помощью соответствующих кабелей.

У набора мер оптической плотности на рентгеновской плёнке:

- каждое поле должно быть пронумеровано;

- отсутствие свилей, вкраплений, царапин, загрязнений на поверхностях полей.

7.2 Денситометры в комплекте с набором мер считаются прошедшими операцию поверки с положительным результатом, если они соответствуют требованиям, приведенным в пункте 7.1.

Примечание - Все операции поверки проводится исключительно в чистых медицинских перчатках (тип 1 отделка б), согласно ГОСТ Р 52239-2004.

8 Подготовка к поверке и опробование средства измерений

8.1 При подготовке денситометров в комплекте с набором мер к поверке должны соблюдаться следующие требования:

- извлекают денситометр в комплекте с набором мер из упаковочных коробок. Если денситометр в комплекте с набором мер транспортировались и/или хранились в условиях не соответствующих ГОСТ 15150-69, следует перед измерениями выдержать их в условиях, указанных в п.3.1, не менее 2 часов;

- проверить условия проведения поверки при помощи метеоскопа на соответствие п.3.1;

- подготовка поверяемого денситометра в комплекте с набором мер к поверке проводится в соответствии с руководством по эксплуатации;

- при наличии загрязнений воспользоваться спринцовкой резиновой типа А №1, согласно ТУ 38.106141-80;

- рабочий и вторичный эталоны готовят к работе в соответствии с их правилами содержания и применения.

8.2 Опробование средства измерений

8.2.1 Измерение набора мер оптической плотности на рентгеновской плёнке при помощи рабочего эталона.

8.2.1.1 Обнулить значение диффузной оптической плотности при помощи программного обеспечения «RFoton» в соответствии с эксплуатационной документацией на рабочий эталон.

8.2.1.2 Установить поле № 1 после измерительной диафрагмы рабочего эталона перпендикулярно оптической оси рабочего эталона, таким образом, что бы излучение (световое пятно) совпадало с геометрическим центром поля.

8.2.1.3 Записать значение диффузной оптической плотности при помощи программного обеспечения «RFoton» в соответствии с эксплуатационной документацией на рабочий эталон.

8.2.1.4 Повторить процедуру измерений, согласно пп. 8.2.1.1 – 8.2.1.3, для каждого поля набора мер.

8.2.2 Измерение на денситометре.

8.2.2.1 Подключают денситометр к сети электропитания 220 В с помощью входящего в комплект кабеля питания.

8.2.2.2 Устанавливают интенсивность светодиодной подсветки рабочего стола денситометра нажатием кнопки [Dimmer], пока он не перестанет подсвечиваться.

8.2.2.3 Прижимают измерительную головку к рабочему столу денситометра.

8.2.2.4 Нажимают одновременно кнопку на измерительной головке и кнопку [NULL] до отображения на дисплее «0.00» (время ожидания составляет примерно 2 секунды).

8.2.2.5 Прогреть денситометр в течении 15 минут.

8.2.2.6 После прогрева повторить пп. 8.2.2.3 – 8.2.2.4.

8.2.2.7 Располагают центр меры из состава вторичного эталона в область измерительной диафрагмы денситометра, таким образом, чтобы излучение (световое пятно) совпадало с геометрическим центром меры.

8.2.2.8 Нажимают кнопку на измерительной головке до отображения значения диффузной оптической плотности, затем отпускают её.

8.2.2.9 Записывают значение диффузной оптической плотности в протокол поверки.

8.2.2.10 Повторить процедуру измерений, согласно пп. 8.2.2.6 – 8.2.2.9, для каждой меры из состава вторичного эталона.

9 Проверка программного обеспечения средства измерений

9.1 Денситометры в комплекте с набором мер оптической плотности LCNDT DT-300 функционируют под управлением встроенного программного обеспечения (ПО).

Выделение метрологически значимой части не предусмотрено, всё ПО является метрологически значимым и находится в постоянном запоминающем устройстве (ПЗУ) микропроцессора, размещённом внутри корпуса денситометров, и не доступно для внешней модификации.

Конструкция денситометров исключает возможность несанкционированного влияния на ПО и измерительную информацию.

10 Определение метрологических характеристик средства измерений

10.1 Определение диапазона значений диффузной оптической плотности набора мер оптической плотности на рентгеновской плёнке в проходящем свете в спектральном диапазоне от 340 до 770 нм. Определение диапазона измерений диффузной оптической плотности в проходящем свете в спектральном диапазоне от 340 до 770 нм при помощи денситометра.

10.1.1 Проводят пятикратные измерения значений диффузной оптической плотности набора мер оптической плотности на рентгеновской плёнке в проходящем свете в спектральном диапазоне от 340 до 770 нм и пятикратные измерения диффузной оптической плотности в проходящем свете в спектральном диапазоне от 340 до 770 нм при помощи денситометра из состава денситометров в комплекте с набором мер в соответствии с п. 8.2.1 для наборов мер оптической плотности на рентгеновской плёнке и п. 8.2.2 для денситометров.

10.1.2 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, Б.

10.2 Расчёт границы абсолютной погрешности значений диффузной оптической плотности набора мер оптической плотности на рентгеновской плёнке в проходящем свете в спектральном диапазоне от 340 до 770 нм. Расчёт границы абсолютной погрешности измерений диффузной оптической плотности в проходящем свете в спектральном диапазоне от 340 до 770 нм при помощи денситометра.

10.2.1 Оценивают среднее квадратическое отклонение значений диффузной оптической плотности в соответствии с ГОСТ Р 8.736-2011 по формуле (2):

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

10.2.2 Определяют доверительные границы случайной абсолютной погрешности значений диффузной оптической плотности в соответствии с ГОСТ Р 8.736-2011 по формуле (3):

$$\varepsilon = t \cdot S_j \quad (3)$$

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

10.2.3 Для денситометра определяют суммарное среднее квадратическое отклонение значений диффузной оптической плотности в соответствии с ГОСТ Р 8.736-2011 по формуле (4):

$$S_{\Sigma Д} = \sqrt{\left(\frac{\Theta_{\text{эталона}}}{k \cdot \sqrt{3}}\right)^2 + S_j^2} \quad (4)$$

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

$\Theta_{\text{эталона}}$ – пределы допускаемой абсолютной погрешности рабочего эталона, указанные в паспорте рабочего эталона, Б.

10.2.4 Для набора мер оптической плотности на рентгеновской плёнке определяют суммарное среднее квадратическое отклонение значений диффузной оптической плотности в соответствии с ГОСТ Р 8.736-2011 по формуле (5):

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

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

$\delta_{\text{эталона}}$ – доверительные границы суммарной погрешности вторичного эталона, указанные в паспорте вторичного эталона, Б.

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

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

10.2.6 Для наборов мер оптической плотности на рентгеновской плёнке определяют коэффициент, зависящий от соотношения случайной и неисключенной систематической составляющей погрешности в соответствии с ГОСТ Р 8.736-2011 по формуле (7):

$$K_H = \frac{\varepsilon + \delta_{\text{эталона}}}{S_j + \frac{\delta_{\text{эталона}}}{k \cdot \sqrt{3}}} \quad (7)$$

10.2.7 Определяют границу абсолютной погрешности значений диффузной оптической плотности в соответствии с ГОСТ Р 8.736-2011 по формуле (8):

$$\Delta D = K \cdot S_{\Sigma} \quad (8)$$

11 Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям

11.1 Полученные метрологические характеристики должны быть не хуже данных указанных в таблице 1.

11.2 При соответствии денситометров в комплекте с набором мер метрологическим характеристикам, установленным при утверждении типа средства измерений, признать его пригодным для применения в качестве средства измерений согласно Государственной поверочной схеме для средств измерений оптической плотности, утвержденной приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии № 2085 от 28.09.2018.

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 запросу заказчика может быть оформлено свидетельство о поверке в установленной форме.

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

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

Начальник отдела испытаний и сертификации
ФГУП «ВНИИОФИ»

А.В. Иванов

Инженер 1 категории ФГУП «ВНИИОФИ»

А.В. Колдашов

**ПРИЛОЖЕНИЕ А (рекомендуемое)
к Методике поверки МП 027.Д4-22
«ГСИ. Денситометры в комплекте с набором мер
оптической плотности LCNDT DT-300.
Методика поверки»**

**ПРОТОКОЛ _____ ПЕРВИЧНОЙ _____ ПОВЕРКИ № _____
ПЕРИОДИЧЕСКОЙ _____**

Денситометры в комплекте с набором мер оптической плотности LCNDT DT-300
(наименование, тип СИ и модификации в соответствии с описанием типа, в единственном числе)

Заводской номер: _____ Год выпуска _____

Владелец СИ: _____

ИНН владельца СИ: _____

Применяемые эталоны: _____
Государственный рабочий эталон единицы диффузной оптической плотности в проходящем свете в диапазоне от 0,01 до 6,00 Б
Государственный вторичный эталон единицы диффузной оптической плотности в проходящем свете в диапазоне от 0,1000 до 6,0000 Б

Применяемая методика поверки _____
ГСИ. Денситометры в комплекте с набором мер оптической плотности LCNDT DT-300. Методика поверки МП 027.Д4-22

Условия поверки:

- температура окружающей среды _____ °С;

- относительная влажность воздуха _____ %;

- атмосферное давление _____ кПа

Место проведения поверки _____

(При проведении поверки во ФГУП «ВНИИОФИ» указывается: ФГУП «ВНИИОФИ», комн. № _____;

При выездной поверке указывается: адрес и наименование организации, в которой проводилась поверка.)

- Проведение поверки:
- | | |
|---|--|
| 1. Внешний осмотр: | Соответствует/не соответствует п. 7 методики поверки (при не соответствии – перечисляются все не соответствия) |
| 2. Опробование: | Соответствует/не соответствует п. 8.2 методики поверки (при не соответствии – перечисляются все не соответствия) |
| 3. Идентификация программного обеспечения: <i>(при наличии)</i> | Соответствует/не соответствует п. 9 методики поверки (при не соответствии – перечисляются все не соответствия) |
| 4. Определение метрологических характеристик: | Определение метрологических характеристик средства измерений соответствует п. 10 методики поверки. |

№ поля	D, Б	ΔD, Б
1		
2		
...		
n		

