

СОГЛАСОВАНО

Заместитель директора по инновациям
ФГУП «ВНИИОФИ»



И.С. Филимонов

«23» 05 2021 г.

Государственная система обеспечения единства измерений

НАБОРЫ ОПТИЧЕСКИХ МЕР НОМ-4

МЕТОДИКА ПОВЕРКИ МП 007.М44-21

Главный метролог
ФГУП «ВНИИОФИ»

С.Н. Негода

«23» марта 2021 г.

Главный научный сотрудник
ФГУП «ВНИИОФИ»

В.Н. Крутиков

« » _____ 2021 г.

Москва
2021 г.

СОДЕРЖАНИЕ

	Стр.
Общие положения	3
1 Перечень операции поверки	3
2 Метрологические и технические требования к средствам поверки	4
3 Требования к специалистам, осуществляющих поверку	4
4 Требования (условия) по обеспечению безопасности проведения поверки	5
5 Требования к условиям проведения поверки	5
6 Проведение поверки	5
7 Оформление результатов поверки	11
Приложение А	12

Общие положения

Настоящая методика поверки распространяется на наборы оптических мер НОМ- 4 (далее – наборы), изготовленные ООО «Орфей», Россия, предназначенные для задания дискретных значений вершинной рефракции и радиуса кривизны при поверке и испытаниях офтальмологических авторефрактометров и авторефкератометров, и устанавливает порядок, методы и средства проведения первичной и периодических поверок. По итогам проведения поверки должна обеспечиваться прослеживаемость к ГЭТ 205-2013. Поверка наборов выполняется методом сличения при помощи компараторов.

Интервал между поверками – 3 года.

1 Перечень операций поверки средства измерений

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

1.2 При проведении поверки должны быть выполнены операции, перечисленные в таблице 1.

Таблица 1 - Операции поверки

Наименование Операции	Номер пункта методики поверки	Проведение операции при	
		первичной поверке	периодической поверке
1	2	3	4
Внешний осмотр средства измерений	6.1	Да	Да
Подготовка к поверке и опробование средства измерений	6.2	Да	Да
Определение метрологических характеристик средства измерений	6.3		
Определение действительных значений сферической вершинной рефракции сферических оптических мер *, абсолютной погрешности воспроизведения сферической вершинной рефракции	6.3.1	Да	Да
Определение действительных значений цилиндрической вершинной рефракции астигматических оптических мер **, абсолютной погрешности воспроизведения цилиндрической вершинной рефракции	6.3.2	Да	Да
Определение действительных значений радиуса кривизны мер радиуса кривизны, абсолютной погрешности воспроизведения радиуса кривизны	6.3.3	Да	Нет
* Действительные значения сферической вершинной рефракции сферических оптических мер определяются только при первичной поверке; ** Действительные значения цилиндрической вершинной рефракции астигматических оптических мер определяются только при первичной поверке.			

1.3 При получении отрицательных результатов, при проведении той или иной операции, поверка прекращается.

1.4 Первичной поверке в полном составе подлежат наборы при выпуске из производства. После ремонта (замены одного или нескольких элементов) первичная поверка может проводиться только для замененных элементов.

2 Метрологические и технические требования к средствам поверки

2.1 При проведении поверки применяются средства поверки, перечисленные в таблице 2.

Таблица 2 - Средства поверки

Операция поверки	Средство поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки	Рекомендуемые типы средств поверки
6.3.1-6.3.2	Государственный первичный эталон единиц оптической силы очковой оптики ГЭТ 205-2013, по ГПС, утвержденной приказом Росстандарта от 22.10.2019 № 2500	Значение вершинной рефракции, воспроизводимых эталонными мерами составляет от минус 20 до плюс 20 дптр с расширенной неопределенностью измерений U_p , находящейся в диапазоне от 0,05 до 0,12 дптр, в зависимости от номинального значения вершинной рефракции для коэффициента охвата 2	Государственный первичный эталон единиц оптической силы очковой оптики ГЭТ 205-2013
6.3.3	Средства измерения: Бесконтактные приборы измерения топографии поверхности, по ГПС, утвержденная приказом Росстандарта от 29.01.2015 № 118	Диапазон измерения высоты профиля поверхности для профиля с наклоном относительно горизонтали не более 10° от 0,03 до 3 мкм; Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений линейных размеров по оси $Z \pm \lambda/350$ мкм (где $\lambda = 0,473$ мкм - длина волны излучения)	Микроскоп интерференционный автоматизированный МИА-1М, рег. № 48171-11,

2.2 Допускается применение других средств, не приведенных в таблице 2, но обеспечивающих определение метрологических характеристик поверяемого средства измерений с требуемой точностью.

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

3 Требования к специалистам, осуществляющим поверку

3.1 К проведению поверки наборов допускаются лица:

- прошедшие обучение на право проведения поверки по требуемому виду измерений;

- изучившие настоящую методику поверки и эксплуатационную документацию на наборы;
- имеющие группу по электробезопасности не ниже II и удостоверение на право работы на электроустановках до 1000 В.

4 Требования (условия) по обеспечению безопасности проведения поверки

4.1 При проведении поверки должны быть соблюдены:

- меры безопасности, указанные в правилах содержания и применения ГЭТ 205-2013;
- требования безопасности, указанные в руководстве по эксплуатации (далее - РЭ) на авторефрактометр HRK-7000 (далее - авторефрактометр) из состава ГЭТ 205-2013;
- требования безопасности, указанные в РЭ на микроскоп интерференционный автоматизированный МИА-1М (далее - микроскоп).

5 Требования к условиям проведения поверки

5.1 При проведении поверки должны соблюдаться следующие условия:

- температура окружающей среды, °С (20 ± 5)
- атмосферное давление, кПа от 96 до 104
- относительная влажность воздуха, % от 30 до 80

5.2 Поверка проводится в затененном помещении.

6 Проведение поверки

6.1 *Внешний осмотр средства измерений*

6.1.1 При проведении внешнего осмотра должно быть установлено соответствие наборов следующим требованиям:

- на крышке футляра должна быть маркировка, содержащая условное обозначение набора, тип, наименование производителя и серийный номер;
- на оправе сферических оптических мер должно быть нанесено номинальное значение вершинной рефракции;
- на оправе астигматических оптических мер должно быть нанесено номинальное значение цилиндрической рефракции;
- на металлическом корпусе около каждой меры радиуса кривизны должно быть нанесено соответствующее ей номинальное значение рефракции;
- на поверхностях мер набора не должно быть сколов и царапин, следов коррозии, вмятин на оправках;
- комплектность набора должна соответствовать требованиям эксплуатационной документации.

В случае несоответствия хотя бы по одному из вышеуказанных требований набор признается непригодным для применения, и поверка прекращается.

6.1.2 Набор считают прошедшим операцию поверки с положительным результатом, если:

- комплектность набора соответствует РЭ;
- маркировка набора и мер соответствует РЭ;
- отсутствуют повреждения набора и мер.

6.2 *Подготовка к поверке и опробование средства измерений*

6.2.1 Подготовить набор к поверке.

6.2.1.1 Выдержать меры набора в условиях, указанных в 5.1 в течение не менее 2 часов;

6.2.1.2 Осмотреть и убедиться, что поверхность всех мер чистая и не имеет повреждений. При обнаружении сильных загрязнений допускается протереть поверхность

мер ватным тампоном или мягкой салфеткой из ткани по ГОСТ 5530-2004 с соблюдением мер предосторожности, исключающих повреждение поверхностей.

6.2.2 Подготовить ГЭТ 205-2013 в соответствии с его Правилами содержания и применения.

6.2.3 Провести калибровку авторефрактометра по эталонным мерам вершинной рефракции А-001 из состава ГЭТ 205-2013 в соответствии с «Руководством калибровки авторефрактометра».

6.2.4 Подготовить микроскоп к работе в соответствии с его РЭ.

6.2.5 Опробование

6.2.5.1 При опробовании набора должно быть установлено соответствие следующим требованиям:

- элементы набора должны вставляться в соответствующие гнезда футляра и выниматься из них без заеданий, при этом на их поверхностях не должно появляться царапин;

- при переносе закрытого футляра элементы набора не должны выпадать из своих гнезд.

6.2.5.2 Набор считают прошедшим операцию проверки с положительным результатом, если:

- элементы набора вставляются в соответствующие гнезда футляра и вынимаются из них без заеданий, при этом на их поверхностях не появляются царапины;

- при переносе закрытого футляра элементы набора не выпадают из своих гнезд.

6.3 Определение метрологических характеристик средства измерений

6.3.1 Определение действительных значений сферической вершинной рефракции сферических оптических мер, абсолютной погрешности воспроизведения сферической вершинной рефракции

6.3.1.1 Определение действительных значений сферической вершинной рефракции сферических оптических мер набора (11 шт.) проводят на авторефрактометре.

6.3.1.2 Проверить установки авторефрактометра. С помощью соответствующей рабочей кнопки войти в меню и установить режим измерений «REF» (рефрактометрия), шаг измерений «step» 0,01 дптр, знак цилиндрической рефракции «-» и вертексное расстояние VD 12,0 мм.

6.3.1.3 Закрепить сферическую оптическую меру в универсальное устройство из набора. Установить универсальное устройство на подбородковой части авторефрактометра, расположенной со стороны окна измерений. Отрегулировать высоту опоры, с помощью ручки регулятора упора, так, чтобы измеряемые меры находились на уровне маркера уровня глаза (Eye Level Marker).

6.3.1.4 При помощи джойстика управления перемещением авторефрактометра, глядя на экран монитора, навестись на измеряемую меру. Установить яркое отраженное пятно в кольцо. Двигая джойстик вперед-назад добиться исчезновения индикатора фокусировки (справа и слева от кольца) и настроить фокус на отраженное яркое пятно.

По окончании настройки авторефрактометра произвести измерение, нажав кнопку измерений на джойстике. Значение сферической вершинной рефракции (S, дптр) считать с экрана авторефрактометра и записать в протокол (Приложение А).

! Внимание: во время измерений важно исключить попадания яркого света на авторефрактометр.

6.3.1.5 Повторить измерение сферической вершинной рефракции сферической оптической меры в соответствии с 6.3.1.4 10 раз. Результаты записать в протокол (Приложение А).

! Внимание: перед началом нового измерения необходимо нажать кнопку «CLEAR» (удалить), чтобы удалить предыдущие данные.

6.3.1.6 Повторить операции 6.3.1.3 - 6.3.1.5 для всех сферических оптических мер из набора.

6.3.1.7 Произвести расчёт абсолютной погрешности значений сферической вершинной рефракции сферических оптических мер в соответствии с 6.4.1.

6.3.1.8 Среднее арифметическое результатов измерений сферической вершинной рефракции сферических оптических мер при первичной поверке считать действительным значением. Действительные значения сферической вершинной рефракции сферических оптических мер оформляются в виде вкладыша, которым комплектуется набор.

6.3.2 Определение действительных значений цилиндрической вершинной рефракции астигматических оптических мер, абсолютной погрешности воспроизведения цилиндрической вершинной рефракции.

6.3.2.1 Определение действительных значений цилиндрической вершинной рефракции астигматических оптических мер набора (2 шт.) проводят на авторефрактометре.

6.3.2.2 Проверить установки авторефрактометра. С помощью соответствующей рабочей кнопки войти в меню и установить режим измерений «REF» (рефрактометрия), шаг измерений «step» 0,01 дптр, знак цилиндрической рефракции «-» и вертексное расстояние VD 12,0 мм.

6.3.2.3 Закрепить астигматическую оптическую меру в универсальное устройство из набора. Установить универсальное устройство на подбородковой части авторефрактометра, расположенной со стороны окна измерений. Отрегулировать высоту опоры, с помощью ручки регулятора упора, так, чтобы измеряемые меры находились на уровне маркера уровня глаза (Eye Level Marker).

6.3.2.4 При помощи джойстика управления перемещением авторефрактометра, глядя на экран монитора, навестись на измеряемую меру. Установить яркое отраженное пятно в кольцо. Двигая джойстик вперед-назад добиться исчезновения индикатора фокусировки (справа и слева от кольца) и настроить фокус на отраженное яркое пятно.

По окончании настройки авторефрактометра произвести измерение, нажав кнопку измерений на джойстике. Значение цилиндрической вершинной рефракции (С, дптр) считать с экрана авторефрактометра и записать в протокол (Приложение А). Максимальное значение цилиндрической вершинной рефракции определяется при угле цилиндра 90° или 180°.

! Внимание: во время измерений важно исключить попадания яркого света на авторефрактометр.

6.3.2.5 Повторить измерение цилиндрической вершинной рефракции астигматической оптической меры в соответствии с 6.3.2.4 10 раз. Результаты записать в протокол (Приложение А).

! Внимание: перед началом нового измерения необходимо нажать кнопку «CLEAR» (удалить), чтобы удалить предыдущие данные.

6.3.2.6 Повторить операции 6.3.2.3 – 6.3.2.5 для всех астигматических оптических мер набора.

6.3.2.7 Произвести расчёт абсолютной погрешности значений цилиндрической вершинной рефракции астигматических оптических мер в соответствии с 6.4.2.

6.3.2.8 Среднее арифметическое результата измерений цилиндрической вершинной рефракции астигматических оптических мер при первичной поверке считать действительным значением. Действительные значения цилиндрической вершинной рефракции астигматических оптических мер оформляются в виде вкладыша, которым комплектуется набор.

6.3.3 *Определение действительных значений радиуса кривизны мер радиуса кривизны, абсолютной погрешности воспроизведения радиуса кривизны.*

6.3.3.1 Определение действительных значений радиуса кривизны мер радиуса кривизны (5 шт.) проводят на микроскопе.

6.3.3.2 Включить микроскоп в соответствии с 2.5 РЭ «Проведение измерений».

6.3.3.3 Провести настройку микроскопа в соответствии с 2.5.1 – 2.5.12 РЭ «Проведение измерений».

6.3.3.4 Установить на предметный столик микроскопа меру радиуса кривизны из набора рабочей поверхностью в сторону микрообъектива.

6.3.3.5 Выполнить измерения формы (топограммы) рабочей поверхности меры в соответствии с 2.5 «Проведение измерений» РЭ.

6.3.3.6 Рассчитать радиус кривизны поверхности. Для этого в главном меню ПО «WinPhast» выбрать подменю «Статистика»-«Рассчитать радиус поверхности». Записать полученное значение радиуса кривизны в протокол (Приложение А).

6.3.3.7 Повторить измерение формы и расчет радиуса кривизны 10 раз. Результаты записать в протокол (Приложение А).

6.3.3.8 Повторить операции 6.3.3.4 – 6.3.3.7 для всех мер радиуса кривизны из набора.

6.3.3.9 Произвести расчёт абсолютной погрешности воспроизведения радиуса кривизны мер радиуса кривизны в соответствии с 6.4.3.

6.3.3.10 Среднее арифметическое результата измерений радиуса кривизны считать действительным значением. Действительные значения радиуса кривизны мер радиуса кривизны оформляются в виде вкладыша, которым комплектуется набор.

6.4 *Подтверждение соответствия средств измерений метрологическим требованиям*

Обработка результатов проводится в соответствии с ГОСТ Р 8.736-2011, при этом считается, что случайная погрешность результата измерений вершинной рефракции (радиуса кривизны) имеет нормальное распределение.

6.4.1 Обработка результатов измерений сферической вершинной рефракции сферических оптических мер

6.4.1.1 Рассчитать среднее арифметическое результата измерений сферической вершинной рефракции, цилиндрической вершинной рефракции и радиуса кривизны по формуле (1).

$$\tilde{A} = \frac{\sum x_i}{n}, \quad (1)$$

где x_i – i -й результат измерений, дптр/мм;
 n – число измерений.

6.4.1.2 Оценить среднее квадратическое отклонение (далее - СКО) среднего арифметического результата измерений сферической вершинной рефракции, цилиндрической вершинной рефракции и радиуса кривизны по формуле (2).

$$S(\tilde{A}) = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \tilde{A})^2}{n(n-1)}}, \quad (2)$$

где x_i – i -й результат измерений, дптр/мм;
 n – число измерений.

6.4.1.3 Рассчитать границы неисключенной систематической погрешности (далее - НСП) результата измерений сферической вершинной рефракции и цилиндрической вершинной рефракции по формуле (3), радиуса кривизны по формуле (4).

$$Q = |\tilde{A} - Q_1| + |0,01 + u_{Bi}|, \quad (3)$$

где \tilde{A} - среднее арифметическое результата измерений сферической вершинной рефракции/цилиндрической вершинной рефракции, дптр;

Q_1 - действительное значение сферической вершинной рефракции и цилиндрической вершинной рефракции i -й оптической меры набора, дптр, указанное в свидетельстве о первичной поверке (вкладыше); при первичной поверке $Q_1 = \tilde{A}$;

0,01 - НСП авторефрактометра-компаратора;

u_{Bi} - значение стандартной неопределенности по типу В i -ой эталонной меры вершинной рефракции А-001, дптр, в соответствии с паспортом на ГЭТ 205-2013.

$$Q = \left| \frac{(4h^2 - b^2) \cdot \theta_h}{8h^2} \right| + \left| \frac{b \cdot \theta_b}{4h} \right|, \quad (4)$$

где θ_h - абсолютная погрешность измерения линейных размеров по оси Z микроскопа, мкм, в соответствии со свидетельством о поверке;

θ_b - абсолютная погрешность измерения линейных размеров в плоскости XY микроскопа, мкм, в соответствии со свидетельством о поверке;

b - диагональ поля зрения микроскопа, мкм, рассчитывается по формуле (5);

h - стрелка прогиба, мкм, рассчитывается по формуле (6).

$$b = \sqrt{L_x^2 + L_y^2}, \quad (5)$$

где L_x х L_y - значение линейных размеров микроскопа в плоскости X и Y соответственной, мкм.

$$h = \tilde{A} - \frac{\sqrt{4\tilde{A}^2 - b^2}}{2}, \quad (6)$$

где \tilde{A} - среднее арифметическое результата измерений радиуса кривизны, мм.

6.4.1.4 Рассчитать доверительные границы случайной погрешности результата измерений сферической вершинной рефракции, цилиндрической вершинной рефракции и радиуса кривизны по формуле (7).

$$\varepsilon = t S(\tilde{A}), \quad (7)$$

где t – коэффициент Стьюдента, который при доверительной вероятности $P=0,95$ и числе наблюдений $n=10$ принимается равным 2,262 в соответствии с ГОСТ Р 8.736-2011.

6.4.1.5 Определить пределы абсолютной погрешности воспроизведения сферической вершинной рефракции, цилиндрической вершинной рефракции и радиуса кривизны по формуле (8).

$$\Delta = k \cdot S_{\text{сумм}}, \quad (8)$$

где k – коэффициент, рассчитываемый по формуле (9);

$S_{\text{сумм}}$ – оценка суммарного СКО результата измерений сферической вершинной рефракции, цилиндрической вершинной рефракции и радиуса кривизны рассчитывается по формуле (10), дптр/мм.

$$k = \frac{\varepsilon + Q}{S(\tilde{A}) + \frac{Q}{\sqrt{3}}}, \quad (9)$$

$$S_{\text{сумм}} = \sqrt{\left(\frac{Q}{\sqrt{3}}\right)^2 + S^2(\tilde{A})} \quad (10)$$

6.4.1.6 Набор считают прошедшим операцию поверки по 6.3.1 с положительным результатом, если абсолютная погрешность воспроизведения сферической вершинной рефракции сферических оптических мер не превышает величины предела допускаемой абсолютной погрешности воспроизведения сферической вершинной рефракции $\pm 0,12$ дптр в диапазоне от 0,00 до $\pm 10,00$ дптр включ.; $\pm 0,25$ дптр в диапазоне свыше $\pm 10,0$ дптр.

6.4.2 Обработка результатов измерений цилиндрической вершинной рефракции астигматических оптических мер

6.4.2.1 Произвести обработку результатов измерений цилиндрической вершинной рефракции астигматических оптических мер в соответствии с 6.4.1.1 – 6.4.1.2.

6.4.2.2 Набор считают прошедшим операцию поверки по 6.3.2 с положительным результатом, если абсолютная погрешность воспроизведения цилиндрической вершинной рефракции астигматических оптических мер не превышает величины предела допускаемой абсолютной погрешности воспроизведения цилиндрической вершинной рефракции $\pm 0,12$ дптр.

6.4.3 Обработка результатов измерений радиуса кривизны мер радиуса кривизны

6.4.3.1 Произвести обработку результатов измерений радиуса кривизны мер радиуса кривизны в соответствии с 6.4.1.1 – 6.4.1.2.

6.4.3.2 Набор считают прошедшим операцию поверки по 6.3.3 с положительным результатом, если рассчитанное значение абсолютной погрешности воспроизведения радиуса кривизны мер радиуса кривизны не превышает величины предела допускаемой абсолютной погрешности воспроизведения радиуса кривизны $\pm 0,02$ мм.

6.4.4 Набор считается прошедшим поверку с положительным результатом и допускается к применению в качестве рабочего эталона в соответствии с Государственной поверочной схемой для средств измерений оптической силы очковой оптики, утверждённой приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 22 октября 2019 г. № 2500, если все операции поверки пройдены с положительным результатом и полученные значения метрологических характеристик

удовлетворяют требованиям к рабочим эталонам в соответствии с Государственной поверочной схемой для средств измерений оптической силы очковой оптики, утверждённой приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 22 октября 2019 г. № 2500. В ином случае набор считается прошедшим поверку с отрицательным результатом и не допускается к применению.

7 Оформление результатов поверки

7.1 Результаты поверки оформляются протоколом (Приложение А). Сведения о результатах поверки вносятся в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений.

7.2 В случае соответствия поверяемого средства измерений уровню рабочего эталона в соответствии с Государственной поверочной схемой для средств измерений оптической силы очковой оптики, утверждённой приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 22 октября 2019 г. № 2500 протокол поверки передаётся в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений.

Начальник отдела ФГУП «ВНИИОФИ»

В.Л. Минаев

Начальник сектора ФГУП «ВНИИОФИ»

Э.Ю. Левина

Приложение А
(Рекомендуемое)
к МП 007.М44-21
«ГСИ. Наборы оптических мер НОМ-4.
Методика поверки»

ПРОТОКОЛ

Первичной/периодической поверки от « ____ » _____ 20 ____ года

Средство измерений: «Набор оптических мер»
Наименование СИ, тип (если в состав СИ входят несколько автономных блоков)
 Заводской № _____ №/№ _____
Заводские номера бланков
 №/№ _____
 Принадлежащее _____
Наименование юридического лица, ИНН, КПП

Поверено в соответствии с методикой _____ МП 007.М44-21 «ГСИ. Наборы оптических мер НОМ-4» Утвержденной ФГУП «ВНИИОФИ»
Наименование документа на поверку, кем утвержден (согласован), дата

С применением эталонов: _____
(наименование, заводской №, разряд, класс точности или погрешность)

При следующих значениях влияющих факторов _____
 Температура °С _____
 Влажность % _____
(приводят перечень и значения влияющих факторов, нормированных в методике поверки)

Внешний осмотр: _____

Опробование: _____

Получены результаты поверки метрологических характеристик:

Определение действительных* значений сферической вершинной рефракции сферических оптических мер и абсолютной погрешности значений сферической вершинной рефракции, дптр

Номинальное значение, дптр.	Действительное* (измеренное) значение, дптр.	Абсолютная погрешность значений, дптр.
0,00		
+2,50		
+5,00		
+10,00		
+15,00		
+20,00		
минус 2,50		
минус 5,00		
минус 10,00		
минус 15,00		
минус 20,00		

Определение действительных* значений цилиндрической вершинной рефракции астигматических оптических мер и абсолютной погрешности значений цилиндрической вершинной рефракции, дптр

Номинальное значение, дптр.	Действительное* (измеренное) значение, дптр	Абсолютная погрешность значений, дптр.
минус 1,5		
минус 3,0		

*- действительное значение определяется при первичной поверке.

Определение действительных значений радиуса кривизны мер и абсолютной погрешности значений радиуса кривизны, мм

Индекс меры	Действительное значение, мм	Абсолютная погрешность значений, мм
- 15D		
0D		
15D		

Рекомендации:

Средство измерений признать пригодным (или непригодным) для применения

Исполнители

Подписи, Ф.И.О., должность