

СОГЛАСОВАНО

Начальник

ФГБУ «ГНМЦ» Минобороны России



Т.Ф. Мамлеев

24 июля 2025 г.

М.п.

Государственная система обеспечения единства измерений
Нивелиры оптические RGK N-05
Методика поверки
МП-27/026-2025

2025 г.

1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1 Настоящая методика поверки распространяется на нивелиры оптические RGK N-05, предназначенные для измерений превышений методом геометрического нивелирования по вертикальным рейкам.

1.2 В результате поверки должны быть подтверждены метрологические требования, приведенные в таблице 1.

1.3 При определении метрологических характеристик в рамках проводимой поверки обеспечивается передача и подтверждается прослеживаемость:

к государственному первичному эталону единицы плоского угла ГЭТ 22-2014 в соответствии с «Государственной поверочной схемой для средств измерений плоского угла», утвержденной приказом Росстандарта от 26 ноября 2018 г. № 2482.

1.4 В методике поверки реализован метод передачи единицы – непосредственное сличение.

1.5 Допускается проведение поверки отдельных величин в соответствии с заявлением владельца нивелира с обязательным указанием информации об объеме проведенной поверки.

Таблица 1 – Метрологические требования, предъявляемые к нивелирам оптическим RGK N-05

Наименование характеристики	Значение
Угол i нивелира (угол между визирной осью зрительной трубы и горизонтальной плоскостью), не более	10"
Допускаемое среднее квадратическое отклонение измерений превышений на 1 км двойного хода, мм	
- по инварным рейкам RGK INVAR 052, RGK INVAR 053	0,5
- по инварным рейкам RGK INVAR 102, RGK INVAR 103	0,7
Диапазон компенсации компенсатора	$\pm 15'$
Систематическая погрешность компенсатора на 1' наклона нивелира, не более	0,1"
Предел допускаемой средней квадратической погрешности установки линии визирования	0,2"
Номинальная длина реек RGK INVAR 052, RGK INVAR 102, мм	2000
Номинальная длина реек RGK INVAR 053, RGK INVAR 103, мм	3000
Цена деления реек RGK INVAR 052, RGK INVAR 053, мм	5
Цена деления реек RGK INVAR 102, RGK INVAR 103, мм	10
Цена деления шкалы оптического микрометра, мм	$0,1 \pm 0,01$
Цена деления круглого установочного уровня	$8' / 2 \text{ мм}$
Цена деления горизонтального лимба	1°
Коэффициент нитяного дальномера	100 ± 1

2 ПЕРЕЧЕНЬ ОПЕРАЦИЙ ПОВЕРКИ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

2.1 При проведении поверки должны выполняться операции, приведенные в таблице 2.

Таблица 2 – Операции поверки

№ п/п	Наименование операции	Номер пункта методики поверки	Проведение операции при	
			первичной поверке	периодической поверке
1	Внешний осмотр	7	Да	Да
2	Опробование	8	Да	Да
3	Определение метрологических характеристик	9	-	-
3.1	Определение угла i нивелира	9.1	Да	Да
3.2	Определение среднего квадратического отклонения измерений превышений на 1 км двойного хода	9.2	Да	Да
3.3	Определение диапазона работы компенсатора, систематической погрешности компенсатора на 1' наклона и средней квадратической погрешности установки линии визирования	9.3	Да	Да
3.4	Определение цены деления шкалы оптического микрометра	9.4	Да	Нет
3.5	Определение коэффициента нитяного дальномера	9.5	Да	Да
3.6	Определение длины и цены деления реек	9.6	Да	Да
3.7	Определение цены деления круглого установочного уровня	9.7	Да	Нет
3.8	Определение цены деления горизонтального лимба	9.8	Да	Нет
4	Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	10	Да	Да

3 ТРЕБОВАНИЯ К УСЛОВИЯМ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

3.1 При проведении поверки должны соблюдаться следующие условия:

- температура окружающего воздуха, °Сот +15 до +25.

3.2 Полевые измерения (измерения на открытом воздухе) должны проводиться при отсутствии осадков и порывов ветра при температуре окружающего воздуха от -30 до +50 °С.

Примечание - При проведении поверочных работ условия окружающей среды средств поверки (рабочих эталонов) должны соответствовать регламентируемым в их инструкциях по эксплуатации требованиям.

4 ТРЕБОВАНИЯ К СПЕЦИАЛИСТАМ, ОСУЩЕСТВЛЯЮЩИМ ПОВЕРКУ

4.1 К проведению поверки допускаются специалисты организации, аккредитованной в соответствии с законодательством Российской Федерации об аккредитации в национальной системе аккредитации на проведение поверки средств измерений данного

вида, ознакомленные с руководством по эксплуатации на нивелир и настоящей методикой поверки.

4.2 Для проведения поверки нивелиров достаточно одного поверителя.

5 МЕТРОЛОГИЧЕСКИЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К СРЕДСТВАМ ПОВЕРКИ

5.1 При проведении поверки должны применяться средства поверки, указанные в таблице 3.

Таблица 3 – Средства поверки

Операции поверки, требующие применения средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
1	2	3
п. 8 Опробование	Средство измерений температуры воздуха в диапазоне от -20 до +50 °С, с абсолютной погрешностью измерений температуры 0,2 °С	Измеритель параметров микроклимата Метеоскоп-М, рег. № 32014-11
п. 9.1 Определение угла i нивелира п. 9.3 Определение диапазона работы компенсатора, систематической погрешности компенсатора на 1' наклона и средней квадратической погрешности установки линии визирования п. 9.7 Определение цены деления круглого установочного уровня п. 9.8 Определение цены деления горизонтального лимба	Установки для поверки нивелиров, теодолитов и тахеометров, коллиматорные стенды 1-го разряда в соответствии с «Государственной поверочной схемой для средств измерений плоского угла», утвержденной приказом Росстандарта от 26.11.2018 № 2482	Стенд универсальный коллиматорный ВЕГА УКС модификация ВЕГА УКС I, рег. № 85466-22
п. 9.2 Определение среднего квадратического отклонения измерений превышений на 1 км двойного ход	Рулетка измерительная металлическая с номинальной длиной шкалы не менее 50 м или дальномер лазерный с передельной дистанцией измерений не менее 50 м	Рулетка измерительная Р50НЗК, рег. № 60606-15
п. 9.4 Определение цены деления шкалы оптического микрометра	Меры длины штриховые 2 класса точности с ценой деления не более 0,1 мм и номинальной длиной шкалы не менее 10 мм	Мера длины штриховая высокоточная МШВ-О, рег. № 60060-15

продолжение таблицы 3

1	2	3
п. 9.5 Определение коэффициента нитяного дальномера	Теодолит или тахеометр электронный с пределом допускаемой абсолютной погрешности измерений горизонтальных и вертикальных углов не более 5"	Теодолит 3Т5КП, рег. № 45283-15
п. 9.6 Определение длины и цены деления реек	Установки для поверки рулеток измерительных 4 разряда в соответствии с «Государственной поверочной схемой для средств измерений длины в диапазоне от $1 \cdot 10^{-9}$ до 100 м и длин волн в диапазоне от 0,2 до 50 мкм», утвержденной приказом Росстандарта от 29.12.2018 № 2840	Установка для поверки рулеток BMG 3000, рег. № 76670-19

5.2 Все средства поверки должны быть исправны и иметь действующие документы о поверке (знак поверки).

5.3 Допускается применение других средств поверки, удовлетворяющих требованиям настоящей методики поверки и обеспечивающих точность передачи единиц длины и плоского угла поверяемому нивелиру.

6 ТРЕБОВАНИЯ (УСЛОВИЯ) ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ БЕЗОПАСНОСТИ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

6.1 При выполнении операций поверки должны быть соблюдены все требования техники безопасности, регламентированные ГОСТ 12.1.019-2017, ГОСТ 12.1.038-82, ГОСТ 12.3.019-80, действующими «Правилами технической эксплуатации электроустановок потребителей», «Правилами техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей», а также всеми действующими местными инструкциями по технике безопасности.

6.2 Все блоки и узлы, а также используемые средства измерений должны быть надежно заземлены. Коммутации и сборки электрических схем для проведения измерений должны проводиться только на выключенной и полностью обесточенной аппаратуре.

7 ВНЕШНИЙ ОСМОТР СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

7.1 Внешний осмотр производится визуально.

При проведении внешнего осмотра должно быть установлено соответствие нивелира следующим требованиям:

- соответствие внешнего вида нивелира описанию типа средства измерений;
- отсутствие механических повреждений и других дефектов, способных оказать влияние на безопасность проведения поверки или результаты поверки;
- на нижней стороне лимба нивелира должен быть нанесен заводской номер нивелира;
- комплектность нивелира должна соответствовать руководству по эксплуатации;
- оптическая система должна иметь чистое и равномерно освещенное поле зрения.

8 ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ И ОПРОБОВАНИЕ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

8.1 Перед проведением поверки выполнить следующие подготовительные работы:

- провести контроль параметров окружающей среды (температура, влажность окружающего воздуха), условия поверки должны соответствовать требованиям п.3 настоящей методики;

- проверить наличие действующих свидетельств о поверке на средства поверки;
- нивелир и средства поверки привести в рабочее состояние в соответствии с их эксплуатационной документацией

8.2 При опробовании установить соответствие следующим требованиям:

- отсутствие качки и смещений неподвижно соединенных деталей и элементов;
- плавность движения подвижных деталей и элементов;
- правильность взаимодействия с комплектом принадлежностей;
- работоспособность всех функциональных режимов и узлов.

9 ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕТРОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

9.1 Определение угла i нивелира

9.1.1. Определение угла i нивелира произвести при помощи установки для поверки нивелиров, теодолитов и тахеометров. Для этого установить нивелир на установку, направить зрительную трубу нивелира на объектив автоколлиматора и произвести три отсчёта положения средней линии сетки нивелира.

9.2 Определение среднего квадратического отклонения измерений превышений на 1 км двойного хода

9.2.1. Среднее квадратическое отклонение измерений превышений на 1 км двойного хода определить на полевом стенде. Для этого на нём прокладывается замкнутый нивелирный ход. Нивелир устанавливается таким образом, чтобы длина нивелирного луча составляла 50 м, расстояние измеряется рулеткой. В каждом ходе определять превышение каждой точки над предыдущей. Всего произвести не менее 3-х ходов в обоих направлениях.

9.3 Определение диапазона работы компенсатора, систематической погрешности компенсатора на 1' наклона и средней квадратической погрешности установки линии визирования

9.3.1. Для определения диапазона работы компенсатора, систематической составляющей погрешности работы компенсатора на 1' наклона и средней квадратической погрешности установки линии визирования воспользоваться установкой для поверки нивелиров, теодолитов и тахеометров.

9.3.1.1. Установить нивелир на площадку экзаменатора, привести в рабочее положение. Направить объектив нивелира на марку автоколлиматора, установить у окуляра источник света, сфокусировать изображение так, чтобы в окне ПО установки была отчётливо видно изображение сетки нивелира.

9.3.1.2. Вращением микрометрического винта экзаменатора постепенно отклонять нивелир от горизонтального положения на углы, равные $2'$, $4'$, ..., n' , наблюдая изображение сетки в окне ПО установки, до тех пор, пока работает компенсатор. Прodelать измерения для наклона в обе стороны.

9.3.2. Для определения систематической составляющей погрешности компенсатора на 1' наклона и средней квадратической погрешности установки линии визирования произвести серию измерений, состоящую из определений угла i по п. 9.1 при наклонах нивелира в обоих направлениях нивелира от горизонтального положения до предела диапазона работы компенсатора с шагом $2'$.

9.4 Определение цены деления шкалы оптического микрометра

9.4.1. Цену деления шкалы оптического микрометра определить при помощи меры длины штриховой. Для этого установить нивелир в рабочее положение на штативе, в поле зрения на расстоянии не менее 1,5 м отвесно разместить меру длины.

9.4.2. Произвести не менее 6 приёмов измерения, состоящих из последовательного наведения биссектора на 5-10 штрихов шкалы меры до полного поворота шкалы микрометра и снятия отсчёта по нему. На каждый штрих производить по 3 наведения, результаты измерений усреднять. После каждого приёма смещать меру не менее, чем на одно деление.

9.5 Определение коэффициента нитяного дальномера

9.5.1. Определение коэффициента нитяного дальномера выполнить при помощи теодолита или тахеометра электронного. Для этого установить приборы друг напротив друга, навести объектив тахеометра на объектив нивелира, подсветить окуляр нивелира и измерить угловое расстояние между изображениями верхнего и нижнего дальномерных штрихов сетки нивелира. Выполнить не менее двух измерений, за результат принять среднее арифметическое значение.

9.6 Определение длины и цены деления шкал реек

9.6.1. Произвести не менее трёх приёмов измерений цены деления шкалы. Каждый приём произвести следующим образом.

9.6.1.1. Поместить рейку в компаратор. Установить каретку так, чтобы микроскоп компаратора находился над нулевым штрихом рейки, обнулить отсчёт системы.

9.6.1.2. Установить каретку так, чтобы микроскоп компаратора находился над последним штрихом рейки

9.6.2. Произвести не менее 6 приёмов измерений цены деления шкал реек в прямом и обратном направлении. Каждый приём произвести следующим образом.

9.6.2.1. Поместить рейку в компаратор. Установить каретку так, чтобы микроскоп компаратора находился над нулевым штрихом рейки, обнулить отсчёт системы.

9.6.2.2. Последовательно навести микроскоп каретки на не менее 5 штрихов рейки, равномерно распределенных по всей шкале рейки, каждый раз снимая отсчёт.

9.7 Определение цены деления круглого установочного уровня

9.7.1. Цену деления определить при помощи установки для поверки нивелиров, теодолитов и тахеометров методом многократных (не менее 3-х приёмов) измерений.

9.7.1.1. Один приём измерения цены деления произвести следующим образом. Установить нивелир на столик экзаменатора, установочными винтами привести в горизонтальное положение.

9.7.1.2. Микрометрическим винтом столика наклонить нивелир так, чтобы пузырёк уровня сместился относительно своего первоначального положения на 2 мм. Снять отсчёт по шкале микрометрического винта.

9.8 Определение цены деления горизонтального лимба

9.8.1. Цену деления цены горизонтального лимба определить при помощи установки для поверки нивелиров, теодолитов и тахеометров методом многократных (не менее 6-х приёмов) измерений. Один приём измерений составляет измерение заданного установкой угла при помощи нивелира. После каждого приёма проворачивать шкалу на угол 60° .

10 ПОДТВЕРЖДЕНИЕ СООТВЕТСТВИЯ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ МЕТРОЛОГИЧЕСКИМ ТРЕБОВАНИЯМ

10.1 Определение угла i нивелира

10.1.1. Угол i нивелира определить, как среднее арифметическое трёх показаний положения горизонтальной нити сетки по автоколлиматору, полученных в п. 9.1.1.

10.2 Определение среднего квадратического отклонения измерений превышений на 1 км двойного хода

10.2.1. После прохождения каждого хода в прямом и обратном направлении определяются невязки по формулам:

$$f_{\text{при}} = \sum_{j=1}^{n_i} h_{\text{при},j},$$

$$f_{\text{обри}} = \sum_{j=1}^{n_i} h_{\text{обри},j},$$

где n_i — количество измерений в i -м ходе;

$f_{\text{при}}$ — невязка в i -м нивелирном ходе в прямом направлении, мм;

$f_{\text{обри}}$ — невязка в i -м нивелирном ходе в обратном направлении, мм;

$h_{\text{при},j}$ — превышение j -й точки над предыдущей в i -м нивелирном ходе в прямом направлении, полученное в п. 9.2.1, мм;

$h_{\text{обри},j}$ — превышение j -й точки над предыдущей в i -м нивелирном ходе в обратном направлении, полученное в п. 9.2.1, мм.

10.2.2. СКО $m_{\text{км}}$ отклонения измерений превышений на 1 км двойного хода определить по формуле:

$$m_{\text{км}} = \sqrt{\sum_{i=1}^n \frac{f_{\text{при}}^2 + f_{\text{обри}}^2}{4n}},$$

где n — количество произведённых ходов.

10.3 Определение диапазона работы компенсатора, систематической погрешности компенсатора на $1'$ наклона и средней квадратической погрешности установки линии визирования

10.3.1. За диапазон работы компенсатора принять максимальный угол наклона нивелира, при котором наблюдается работа компенсатора.

10.3.2. Систематическую погрешность $\theta_{\text{к}}$ работы компенсатора определить по формуле:

$$\theta_{\text{к}} = \frac{n \cdot \sum_{i=1}^n \gamma_i v_i - \sum_{i=1}^n \gamma_i \sum_{i=1}^n v_i}{n \cdot \sum_{i=1}^n (v_i)^2 - (\sum_{i=1}^n v_i)^2},$$

где n — количество измерений;

γ_i — угол i , измеренный при угле наклона нивелира, равном v_i , ";

v_i — угол наклона нивелира, '.

10.3.3. Среднюю квадратическую погрешность $S_{\text{к}}$ установки линии визирования определить по формуле:

$$S_{\text{к}} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (\theta_{\text{к}} v_i - \gamma_i)^2}{n-1}}.$$

10.4 Определение цены деления шкалы оптического микрометра

10.4.1. Во всех приёмах измерений определять цену деления для каждого интервала шкалы микрометра по формуле:

$$c_{\text{ми}} = \frac{b_{0i}}{b_i},$$

где $c_{\text{ми}}$ — цена деления оптического микрометра на i -м интервале, мм;

b_{0i} — длина i -го интервала из протокола поверки меры длины, мм;

b_i — количество штрихов между $i+1$ -ым и i -м отсчётами по оптическому микрометру.

10.4.2. Цену деления оптического микрометра определить по формуле:

$$c_{\text{м}} = \frac{\sum_{i=1}^n c_{\text{ми}}}{n},$$

где n — количество измеренных интервалов во всех приёмах;

$c_{\text{м}}$ — цена деления оптического микрометра.

10.5 Определение коэффициента нитяного дальномера

10.5.1. Коэффициент K нитяного дальномера определить по формуле

$$K = \text{ctg } \beta.$$

где β — угловое расстояние между верхним и нижним штрихами нитяного дальномера, определенное в п. 9.5.

10.5.2. Значение коэффициента должно составлять 100 ± 1 .

10.6 Определение длины и цены деления шкал реек

10.6.1. Длину шкал и цену деления реек определить, как среднее арифметическое отсчётов п. 9.6.1.2 во всех трёх приёмах измерений.

10.6.2. Цену деления определить по формуле:

$$c_p = \frac{\sum_{i=1}^n b_{0i}/b_i}{n},$$

где b_{0i} — длина i -го интервала по отсчёту на установке, определённая как разность отсчётов начального и конечного штрихов интервала, полученных в п. 9.6.2.2, мм;

b_i — количество штрихов в i -м интервале,

n — количество измеренных интервалов.

10.7 Определение цены деления круглого установочного уровня

10.7.1. Цену деления определить при помощи установки для поверки нивелиров, теодолитов и тахеометров методом многократных (не менее 3-х приёмов) измерений.

10.7.2. Цену деления c_y круглого установочного уровня определить по формуле:

$$c_y = \frac{\sum_{i=1}^n c_{yi}}{n},$$

где n — количество приёмов измерений;

c_{yi} — отсчет по шкале микрометрического винта в i -м приёме измерения, полученный в п. 9.7.1.2.

10.8 Определение цены деления горизонтального лимба

10.8.1. Цену деления c_l горизонтального лимба определить по формуле:

$$c_l = \frac{\sum_{i=1}^n c_{li}/c_{устi}}{n},$$

где n — количество приёмов измерений;

c_{li} — угол, измеренный нивелиром в i -том приёме в п. 9.8.1, °;

$c_{устi}$ — угол, заданный установкой в i -том приёме в п. 9.8.1, °.

10.9 Результаты поверки считать положительными, если полученные значения угла i , среднего квадратического отклонения измерений превышений на 1 км двойного хода, диапазона работы компенсатора, систематической погрешности компенсатора на 1' наклона, средней квадратической погрешности установки линии визирования, цены деления шкалы оптического микрометра, коэффициента нитяного дальномера, длины и цены деления шкал реек, цены деления круглого установочного уровня, цены деления горизонтального лимба соответствуют значениям, приведённым в таблице 1.

11 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

11.1 Обязательное оформление протокола поверки не требуется. По заявлению владельца изделия или лица, представившего его на поверку, возможно оформление протокола поверки.

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

11.3 По заявлению владельца нивелира или лица, представившего его на поверку, в случае положительных результатов поверки (подтверждено соответствие нивелира метрологическим требованиям) выдается свидетельство о поверке.

11.4 По заявлению владельца нивелира или лица, представившего его на поверку, в случае отрицательных результатов поверки (не подтверждено соответствие нивелира метрологическим требованиям) выдается извещение о непригодности к применению.

11.5 Способ защиты средства измерений от несанкционированного вмешательства представлен в описании типа, дополнительных действий по соблюдению требований по защите средства измерений от несанкционированного вмешательства не требуется.

Начальник отдела ФГБУ «ГНМЦ» Минобороны России



К.А. Шарганов