ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ГЕОДЕЗИИ И КАРТОГРАФИИ РОССИИ

Центральный ордена «Знак Почета»
научно-исследовательский институт геодезии,
аэросъемки и картографии им.Ф.Н.Красовского

МЕТОДИКА ИНСТИТУТА

Рейки нивелирные. Методика поверки

МИ 02-00

Москва
ЦНИИГАиК
2000 г.

gost.e-ecolog.ru

ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ГЕОДЕЗИИ И КАРТОГРАФИИ РОССИИ

Центральный ордена «Знак Почета»
научно-исследовательский институт геодезии,
аэросъемки и картографии им.Ф.Н.Красовского

МЕТОДИКА ИНСТИТУТА

Рейки нивелирные. Методика поверки

МИ 02-00

Москва
ЦНИИГАиК
2000 г.

Предисловие

1. РАЗРАБОТАНА Центральным ордена «Знак Почета» научно-исследовательским институтом геодезии, аэросъемки и картографии им. Ф.Н. Красовского (ЦНИИГАиК)

Директор института	Н.Л. Макаренко
Главный метролог	А.А. Синдеев
Руководитель темы	
зав. ОСМОГИ	А.И. Спиридонов
Зав. лабораторией МО	Ф.В. Широв
Исполнитель:	
м н.с	А.А. Ефремов

2. РАССМОТРЕНА И ОДОБРЕНА Техническим комитетом ТК 404 «Геодезия и картография» (протокол № 01 от 06.10.2000 г.)

3. СОГЛАСОВАНА Роскартографией 04 ноября 2000 г. № 4-09-3266 .

4. ВВЕДЕНА взамен МИ БГЕИ 02-89 с 01.04.2001 г. Приказом ЦНИИГАиК № 309 от "28" ноября 2000 г

© ЦНИИГАиК, 2000

МЕТОДИКА ИНСТИТУТА

Рейки нивелирные МИ 02-00
Методика поверки Взамен МИ БГЕИ 02-89

Дата введения 2001.04.01

Настоящая методика института (МИ) распространяется на нивелирные рейки (РН), выпускаемые по ГОСТ 10528, а также на равноценные нивелирные рейки, поставляемые по импорту и применяемые в России и устанавливает методы и средства их первичной и периодической поверки

1 Нормативные ссылки

ГОСТ 10 528-90 Нивелиры. Общие технические условия.

ПР 50.2.006-98 Порядок проведения поверки средств измерений.

ПР 50.2.012-94 Порядок аттестации поверителей средств измерений.

ПТБ-88 Правила по технике безопасности на топографо-геодезических работах.

МИ 01-89 «Методические указания. Компаратор МК-1 Методы и средства метрологической аттестации и поверки».

ГОСТ 25706-83 Лупы. Типы, основные параметры. Общие технические требования.

ГОСТ 427-75 Линейки измерительные металлические. Основные параметры и размеры. Технические требования.

ГОСТ 12069-90 Меры длины штриховые брусковые. ТУ.

ГОСТ 13837-79 Динамометры общего назначения. ТУ.

ГОСТ 112-78 Термометры метеорологические стеклянные. ТУ.

ГОСТ 1012-72 Бензины авиационные. ТУ.

2 Операции поверки

2.1 При выполнении поверки нивелирных реек должны быть выполнены операции, указанные в таблице 1

Таблица 1

Наименование операции	Номер пункта МИ	Тип РН	Обязательность проведения операции при	
			выпуске из производства и после ремонта	эксплуатации и хранении
1	2	3	4	5
1Внешний осмотр	7.1	все типы	да	да
2 Опробование	7.2	все типы	да	да
3 Проверка силы натяжения инварной полосы	7.3	РН-05	да	нет
4.Определение прямолинейности шкаловой поверхности	7.4	все типы	да	да
5 Проверка - ширины и длины штрихов шкалы - длины шашек шкалы	7.5	РН-05 РН-3 РК-3000 РН-10	да	нет
6 Определение погрешности совмещения начала счета основной шкалы с плоскостью пятки рейки	7.6	все типы	да	да
7 Определение погрешности совмещения нуля основной шкалы с центром отверстия для подвешивания рейки и разности высот нулей основной и дополнительной	7.7	РН-05-1200	да	да

Продолжение Таблицы 1

1	2	3	4	5
8 Определение погрешностей длины отдельных интервалов шкалы рейки	7.8	все типы	да	нет
9 Проверка перпендикулярности штрихов к продольной оси шкалы рейки	7.9	РН-05	да	нет
10 Определения погрешностей длины метровых интервалов шкал рейки	7.10	Все типы	да	да
11 Проверка разности между средней длиной метровых интервалов пары реек комплекта	7.11	Все типы	да	да
12 Определение разности высот нулей основной и дополнительной шкал рейки	7.12	все типы	да	да

2.2 Допустимые значения метрологических характеристик приведены в приложении А.

2.3 Межповерочные интервалы для периодической поверки устанавливаются метрологическими службами по согласованию органами ГМС.

3 Средства поверки

3.1 При проведении поверки должны быть применены следующие средства поверки:

- лупа измерительная типа ЛИ 3 $\cdot 10^{x}$ по ГОСТ 25706;
- линейка измерительная металлическая 150 мм. по ГОСТ 427;

- набор щупов №2;
- штриховая мера длины 4-го типа класса точности 5 по ГОСТ 12 069;
- динамометр с пределом измерения не менее 250 Н по ГОСТ 13 837;
- угольник поверочный - лекальный для прямых углов класса точности I;
- поверочная линейка типа ШМ- 2-400;
- штангенрейсмас типа ШР -250-0,05;
- инструментальный микроскоп или универсальный измерительный микроскоп типа УИМ -200;
- оптико-механический компаратор с пределом измерения до 3000 мм, погрешностью измерения метрового интервала длины не более 8 мкм, типа МК -1;
- нивелиры типа Н-05, Н3 по ГОСТ 10 528;
- термометр с ценой деления 0,5°С и 0,2°С по ГОСТ 112;
- психрометр.

3.2 Допускается применять другие средства поверки, прошедшие поверку и удовлетворяющие по точности требованиям настоящей методики.

4 Требования к квалификации поверителей

К проведению поверки нивелирных реек допускаются лица, имеющие среднее специальное или высшее геодезическое образование и стаж работы с приборами не менее 2 лет, изучившие эксплуатационные документы на нивелирные рейки и аттестованные в качестве поверителя в соответствии с правилами по метрологии (ПР50.2.012).

5 Требования безопасности

При проведении поверки нивелирных реек меры безопасности должны соответствовать требованиям по технике безопасности согласно эксплутационным документам на нивелирные рейки и поверочное оборудование, правилам по технике безопасности, действующим на месте проведения работ, и правилам по технике безопасности при производстве топографо-геодезических работ (ПТБ-88, издательство "Недра" М 1991г.)

6 Условия поверки и подготовки к ней

6.1 При проведении поверки температура воздуха должна быть 20±5°С, относительная влажность 60±20 %.

6.2 В рабочем пространстве допускаются только плавные изменения температуры со скоростью 1°С/ч для инварных и 2°С/ч для деревянных реек, допускаемая разность температур в двух точках рабочего пространства не более 1°С.

6.3 При внесении реек в помещение с изменением температуры более чем на ±10°С поверку следует начинать не ранее чем через 2 ч. Если рейки находились в том же помещении, то после их установки на столе компаратора поверку следует начинать не ранее чем через 0,5 ч.

6.4 Перед поверкой шкаловые поверхности рейки должны быть протерты мягкой салфеткой, смоченной в бензине ГОСТ 1012.

6.5 Исследуемая рейка и вспомогательное оборудование должны быть подготовлены к работе в соответствии с

требованиями действующих стандартов и заводских инструкций по эксплуатации.

7 Проведение поверки

7.1 Внешний осмотр.

Проверку внешнего состояния реек производят путем осмотра, при этом устанавливают:

- соответствие шкал и надписей делений типу рейки;
- яркость красочного наполнения штрихов, шашечных делений и цифр;
- четкость и прямолинейность границ делений;
- равномерность и чистоту лакокрасочных покрытий свободных полей, нерабочих поверхностей и вспомогательных деталей;
- отсутствие дефектов, ухудшающих внешний вид рейки и затрудняющих снятие отсчетов (на рабочих поверхностях шкал рейки не должно быть пятен, трещин, царапин, наплывов, бугров, пузырей, отслаивания краски), кроме этого поверхность шкалы не должна давать солнечных бликов, то есть должна быть матовая;
- правильность закрепления металлической пятки на торце рейки.

Маркировка и комплектность реек должна соответствовать требованиям действующих стандартов и технических условий или соответствующего раздела ТО или паспорта рейки.

7.2 Опробование.

При проведения опробования проверяют:

- надежность крепления на корпусе рейки ручек, уровня;

- действие фиксатора, удерживающего складную рейку в рабочем состоянии, и защелок, скрепляющих звенья складной рейки в сложенном состоянии,

- прилегание звеньев складной рейки в рабочем и сложенном состояниях;

- соответствие диаметра шпилек диаметру втулки для подвешивания подвесной рейки.

При проведении опробования должна быть определена параллельность осей уровня и рейки (ребра рейки), то есть при нахождении пузырька уровня в середине ампулы ось рейки должна быть вертикальна.

Проверку правильности установки круглого уровня на рейке выполняют при помощи отвеса, крючка и штифта с острием, укрепленных на рейке или при помощи вертикальной нити нивелира. При проверке установки уровня при помощи отвеса выполняют следующие операции: подвешивают на крючок отвес, добиваются такого положения рейки, при котором острие отвеса находится точно над острием штифта, при этом точка крепления нити отвеса и острие штифта должны находится на одном расстоянии от рейки. Если в это время пузырек уровня не находится в нуль пункте, то исправленными винтами уровня перемещают его не середину.

При проверке вторым способом рейку устанавливают в рейкодержателе на расстоянии примерно 50 м от нивелира. Приводят вертикальную ось нивелира в отвесное положение, устанавливают рейку так, чтобы ось шкалы в поле зрения нивелира точно совпадала с вертикальной нитью сетки. При этом пузырек круглого уровня должен находится в середине ампулы. В противном случае исправительными винтами круглого уровня приводят пузырек на середину ампулы. После этого поворачивают рейку на 90° и повто-

ряют проверку. В этом случае добиваются совпадения ребра рейки с вертикальной нитью сетки.

В случае необходимости проверка повторяется до полного выполнения условия поверки.

7.3 Проверка силы натяжения инварной полосы.

Силу натяжения полосы с отчетной шкалой реек типа РН-05 проверяют с помощью динамометра и щупа. Рейку располагают горизонтально, открепляют первую из двух гаек расположенных на корпусе рейки с обратной стороны шкалы, в промежуток между гайками зацепляют крючок динамометра. После создания силы натяжения (200 $\pm$5)Н с помощью щупа измеряют величину зазора между регулировочной гайкой и опорной стойкой. Величина зазора должна быть не более 0,2 мм. В противном случае регулируют силу натяжения инварной полосы и выполняют проверку вновь.

7.4 Определение прямолинейности шкаловой поверхности рейки.

Прямолинейность шкаловой поверхности рейки (стрелку прогиба) определяют с помощью линейки измерительной металлической и струны (нити).

Горизонтально натягивают струну на всю длину нивелирной рейки. Рейку укладывают горизонтально на боковое ребро вогнутой стороной вдоль струны. При помощи линейки три раза измеряют расстояния ℓ_{1i}, ℓ_{2i} и ℓ_{3i} от струны до шкаловой поверхности около деления 02, 30, 58 (рейки типа РН-05) и 1, 15, 29 или 48, 63, 77 (рейки шашечные).

Аналогичные измерения выполняют во взаимноперпендикулярной плоскости до корпуса рейки или боковой грани.

Стрелку прогиба δh вычисляют по формуле:

$$\delta h_i = l_{2i} - \frac{1}{2}\left(l_{1i} + l_{3i}\right)$$

Значение δh не должно превосходить допуска, указанного в приложении А. В противном случае рейка изымается из эксплуатации и принимают меры по исправлению дефекта.

Форма записи результатов определения прямолинейности шкаловой поверхности рейки приведена в приложении Б.

7.5 Проверка длины и ширины штрихов шкалы.

Проверку длины и ширины штрихов шкал реек типа РН-05 выполняют с помощью измерительной лупы. При проверке ширины штрихов выборочному контролю подлежат 15-20 штрихов, равномерно расположенных по всей длине шкалы. При проверке длины штрихов на основной и дополнительной шкалах контролируют не менее пяти штрихов, выбираемых равномерно по всей шкале.

Длину шашек реек типа РН-3 и РН-10 проверяют с помощью линейки измерительной металлической. При проверке измеряют с каждой стороны рейки в начале, середине и конце шкалы не менее пяти шашек на каждом участке.

7.6 Определение погрешности совмещения начала счета основной шкалы (нуля шкалы) с плоскостью пятки.

7.6.1 Погрешность совмещения нуля основной шкалы с плоскостью пятки реек типа РН-05 определяют одним из трех способов, в которых используют:

-оптико-механический компаратор - МК-1;

-линейку поверочную типа ШМ-2-400 и штангенрейсмас;

-штриховую меру длины IV типа класса точности 5 (линейку КЛ).

I-й способ. Определяют длину компаратора К в соответствии с п. 7.16.2 и 7.12.3 МИ 01-89 «Методические указания.

Компаратор МК-1. Методы и средства метрологической аттестации и поверки». Измеряют длину между гранью пятки и штрихом метрового интервала, наведения делаются одновременно левым и правым микроскоп-микрометрами. Измерения длины отрезка рейки выполняют три раза.

Погрешность совмещения Δh вычисляют по формуле:

$$\Delta h = \frac{1}{3} \sum (л_i - п_i) \mu_{ср} K$$

где $л_i$ и $п_i$ - отчеты по левому и правому микроскоп-микрометрам в i- ом приеме измерений;

$\mu_{ср}$ - средняя цена деления левого и правого микрометров;

K - длина компаратора.

2-й способ. Поверочную линейку устанавливают горизонтально с помощью уровня с ценой деления не более 15″. Рейку устанавливают вертикально на широкую поверхность линейки от ее плоскости производят измерения до 3-4го штрихов основной шкалы, выбираемых произвольно. Погрешность совмещения Δh вычисляется как среднее значение уклонений от номинальных значений измеренных длин от поверхности линейки до штрихов шкалы рейки.

3-й способ. Измерения производят с помощью линейки КЛ от поверхности пятки до ближайших 6-8 штрихов основной шкалы при двух положениях штриховой меры. При переходе от первого измерения ко второму сдвигают на несколько делений. Погрешность совмещения Δh вычисляются как среднее значение уклонений от номинальных значений измеренных длин от поверхности пятки до штрихов шкалы рейки.

7.6.2 Совмещение нулевого отчета основной шкалы реек типа РН-3 и РН-10 с плоскостью пятки рейки определяют при помощи линейки КЛ. Методика измерений анало-

гична проведенной в п. 7.6.1 (способ 3), число штрихов, до которых производят измерения, равно 3.

7.7 Определение погрешности совмещения начала счета основной шкалы с центром отверстия подвесной рейки и разности высот нулей основной и дополнительной шкал подвесной рейки производят следующим образом.

Перед началом измерений выполняют проверку перпендикулярности оси отверстия (оси втулки) для подвешивания рейки к плоскости шкалы. Проверка выполняется при помощи угольника, щупа и шпильки для подвешивания рейки.

Для выполнения проверки рейка располагается горизонтально, шпилька вставляется в отверстие, угольник прикладывают к плоскости шкалы, При выполнении условия проверки линия, образуемая шпильками и линия грани угольника должны совпадать, При наличии угла непараллельности между линиями с помощью щупа измеряют это отклонение. Неперпендикулярность оси отверстия к плоскости шкалы должна быть не более 0.1 мм.

Проверка основного условия данного пункта может выполняться в лабораторных или полевых условиях.

7.7.1 Способ лабораторной проверки

Совмещение нулевого штриха основной шкалы подвесной рейки с центром отверстия для подвешивания и значения отчета по дополнительной шкале, соответствующей центру отверстия, определяют при помощи линейки КЛ и вкладыша с прямоугольной крестообразной насечкой на торце. Вкладыш вставляют в отверстия для подвешивания рейки так, чтобы совместить одну из насечек с направлением осевой линии шкалы.

Измерения производят относительно осей 3-4 штрихов каждой шкалы дважды. Перед вторым измерением

вкладыш поворачивают на 180^0. За окончательное значение для каждой шкалы принимают среднее арифметическое из результатов измерений.

7.7.2 Способ полевой поверки

При определении разности высот нулей основной и дополнительной шкал подвесной рейки ее подвешивают на штифт, забитый в столб, здание и т.д. Нивелир устанавливают таким образом, чтоб отчет по основной шкале рейки был между штрихами 0 и 1. Производят по три отчета по основной и дополнительной шкалам рейки при положении нуля шкалы рейки вверху и внизу. Эти действия составляют один прием. Всего делают четыре приема, изменяя высоту нивелира. Начало счета шкалы должны совпадать с центром отверстия для подвешивания рейки с погрешностью не более 0,1 мм.

Пример определения совмещения начала шкалы с центром отверстия и разности начала счета по основной и дополнительной шкалам приведен в приложении В.

7.8 Определение отклонения длины отдельных интервалов шкалы рейки от номинального значения

Отклонение длины интервалов шкалы рейки определяют для дециметровых и сантиметровых (полусантиметровых у РН-05) интервалов. Измерения выполняются методом прямого измерения эталонной мерой или сличением при помощи компаратора или микроскопа.

7.8.1 Длину отдельных интервалов шкал реек типа РН-05 проверяют на универсальном инструментальном микроскопе до установки инварной полосы в корпусе рейки. На основной и дополнительной шкалах должно быть измерено не менее пяти дециметровых интервалов, а на каждом метре основной и дополнительной шкал должно быть

измерено не менее десяти наименьших интервалов. Интервалы выбираются по шкале произвольно и равномерно. Перед выполнением измерений должна быть обеспечена параллельность оси движения измерительного стола инструментального микроскопа и продольной оси шкалы рейки.

Каждый интервал измеряют двумя приёмами; каждый приём включает измерение интервала в прямом и обратном движении измерительного стола; между приёмами изменяют установку шкалы. До и после приёма измерений производят отсчёты по термометру.

Для каждого интервала вычисляют среднее значение его длины. Допустимое отклонение среднего значения длины любого интервала от номинального значения должны удовлетворять требованиям, приведенным в приложении А.

7.8.2 Длину отдельных интервалов шкал реек типов РН-3 и РН-10 проверяют при помощи линейки КЛ методом прямого измерения. На основной и дополнительной шкалах рейки измеряют выборочно не менее пяти дециметровых интервалов, а на каждом метре основной и дополнительной шкал должно быть измерено не менее пяти сантиметровых интервалов. Интервалы выбираются по шкале произвольно и равномерно.

Рейки устанавливают на столе, эталонная штриховая мера располагается на штриховой поверхности рейки, причем край штриховой меры должен быть параллелен продольной оси шкалы рейки. Измерения интервала выполняют дважды, при втором измерении положение штриховой меры должно быть изменено.

Для каждого интервала вычисляется среднее значение его длины. Форма записи результатов определения длины наименьших интервалов шкалы рейки приведены в прило-

жении Г. Пример определения длины дециметровых интервалов приведена в приложении Д.

7.9 Проверка перпендикулярности штрихов к продольной оси шкалы рейки.

Проверка выполняется для реек типа РН-05 с помощью универсального инструментального микроскопа для штрихов, у которых определяются длины наименьших интервалов по п. 7.8.1.

Отклонение от перпендикулярности штрихов к линии, соединяющей края штрихов (краю инварной полосы), проверяют с помощью транспортира. Измерения угла выполняются одним приемом с каждой стороны штриха. Для каждого штриха вычисляются среднее значение отклонения от перпендикулярности, которое не должно быть более 15′.

7.10 Определение отклонения длины метровых интервалов шкал рейки от номинального значения.

7.10.1 Определение длины метровых интервалов основной и дополнительной шкал реек типа РН-05 производят на оптико-механическом компараторе (например МК-1), обеспечивающем определение длины с погрешностью, не превышающей 8 мкм.

При работе на компараторе МК-1 определяют длины метровых интервалов с оцифровкой 10-30, 30-50 (основной шкалы) и 70-90, 90-110 (дополнительной шкалы), а у подвесных реек - интервалы 1-21 (основной шкалы) и 60-80 (дополнительной шкалы).

Измерения включают определение длины:

- компаратора;
- метровых интервалов комплекта реек;
- компаратора.

Определение длины компаратора выполняют в соответствии с требованиями МИ 01-89.

Определение длины метровых интервалов шкал рейки выполняют в следующей последовательности:

1. Устанавливают инварную рейку так, чтобы штрихи 10 - 20 находились вблизи нуль-пунктов микрометров микроскопов (отклонение не должно превышать двух оборотов барабана);

2. Измеряют температуру воздуха до 0,2°С по термометру, установленному на одном уровне с рейками на столе;

3. Наблюдатели одновременно, по команде, наводят три раза биссекторы микрометров соответственно на штрихи рейки 9,9 и 20,9 и берут отсчёты по барабану с точностью одного деления (первый полуприём). Колебания разностей отсчётов по левому и правому микрометрам (л - п) не должно превышать 30 делений. Если расхождения больше, то все наблюдения повторяют и из них берут среднее. Разности отсчётов (л - п), отличающиеся друг от друга больше чем на 50 делений барабана, исключаются из обработки;

4. Наблюдатели меняются местами и выполняют измерения во втором полуприёме. Расхождения между средними значениями $(л - п)_{ср.}$, полученными в полуприёмах , не должны превышать 50 делений барабана микрометра.

После окончания первого приёма подводят следующие пары штрихов 10,0 - 30,0 и 10,1 - 30,1 и повторяют все наблюдения (второй и третий приёмы). Средние длины метровых интервалов реек, полученных в разных приёмах, не должны отличаться больше, чем на 40 делений барабана.

Примечание. При больших расхождениях следует убедиться в хорошем качестве штрихов. Если штрихи хорошего качества, то повторяют все наблюдения на этих же

штрихах. Если качество штрихов плохое, то выбирают лучшие, расположенные вблизи соответствующего интервала, например, 9,8 - 29,8 или 10,3 - 30,3 и все наблюдения повторяют. При эталонировании следующего интервала используют штрихи 29,8 или 30,3.

5. Измеряют температуру воздуха по окончании работ.

Указанные выше действия (п. 1 - 5) выполняют при измерениях других интервалов основной и дополнительных шкал рейки. После завершения измерения метровых интервалов первой рейки, выполняют измерения метровых интервалов второй рейки комплекта.

Допускаемые расхождения результатов измерений по данному пункту приведены в таблице 2.

Таблица 2

№ п.п.	Элементы измерений	Допускаемые расхождения мкм	
		при измерении длины компаратора	при измерении длин интервалов шкал реек
1	Расхождения в разностях отсчётов по барабанам микрометров	5	15
2	Расхождения в средних значениях разностей, полученные из прямого и обратного хода	10	30
3	Расхождения в длине измеряемого интервала, получаемые из разных приёмов	10	-
4	Расхождения в длине двух смежных измерений	15	-

Примечание: при расхождениях, превышающих допустимые, измерения повторяют.

7.10.2 Отклонение длины метрового интервала инварной рейки от номинала вычисляют по формуле:

$$\Delta L = K_{ср} + \mu_л \cdot Лср - \mu_п \cdot П_{ср},$$

где: $П_{ср}$ и $Л_{ср}$ - среднее из отсчетов по правому и левому микрометрам;

$K_{ср}$ - средняя длина компаратора, полученная из двух определений до и после измерения длин инварной рейки;

$\mu_п$ и $\mu_л$ - цена деления правого и левого микроскопов.

Если цена деления у микроскоп- микрометров отличается друг от друга меньше чем на 0,01 мкм, то все вычисления можно производить по упрощенным формулам:

$$\Delta L = K_{ср} + \mu_{ср}(Л - П)$$
$$K_{ср} = \mu_{ср}(П - Л)_{ср} + \Delta K + \Delta t,$$

где: $\mu_{ср}$ - среднее значение цены деления микроскоп-микрометров;

ΔK - отклонение метрового интервала длины образцового инварного жезла от номинала

$$\Delta t = \alpha(t_1 - t_2) + \beta(t^2_1 - t^2_2),$$

где: t_1 - средняя температура образцового инварного жезла при определении длины компаратора;

t_2 - средняя температура поверки образцового инварного жезла (приведена в свидетельстве о поверке жезла);

α и β - термические коэффициенты линейного расширения эталонного инварного жезла.

Длину компаратора и длину метровых интервалов инварных реек в отдельных приемах вычисляют до 0,001 мм. Окончательную длину метрового интервала рейки вычисляют с точностью до 0,01 мм

Отклонение длин метровых интервалов шкал реек от номинального значения должно удовлетворять требованиям, приведенным в приложении А.

Пример определения длин метровых интервалов инварной рейки приведен в приложении Е.

7.10.3 Допускается определять длину метровых интервалов шкал реек с помощью штриховой меры длины IV типа класса точности 5 по методике указанной ниже:

- рейку кладут на стол, штриховая мера располагается на штриховой поверхности измеряемого метрового интервала рейки, причем скошенный край штриховой меры должен быть параллелен продольной оси шкалы рейки;
- измеряют показания по термометру штриховой меры;
- выполняют отсчитывание по штриховой мере сначала со стороны деления рейки с индексом 1, затем с индексом 10;
- штриховую меру немного сдвигают и измерения повторяют.

Указанные действия выполняют при измерении других метровых интервалов рейки.

Измерения сначала выполняют в прямом, а затем в обратном направлении, при этом поворачивают рейку или штриховую меру на 180^0. Измерения температуры выполняют в начале и конце измерений каждой стороны рейки. Разность измерений длины метровых интервалов, полученных в прямом и обратном направлениях, должна быть не более 0,10 мм.

Пример ведения журнала наблюдений и порядок наблюдений приведен в приложении Ж. Ввиду простоты обработки результатов измерений полные формулы для обработки не приводятся.

В измеренные длины вводят поправку δL за разность температур штриховой меры и рейки. Поправку вычисляют по формуле:

$$\delta L = \Delta_{комп} + \alpha(t - t_{комп}),$$

где $\Delta_{комп}$ - отличие длины метрового интервала штриховой меры от 1000 мм при температуре эталонирования на компараторе, выписывается из паспорта штриховой меры;

α - линейный коэффициент расширения штриховой меры; если мера изготовлена из бронзы, то коэффициент расширения принимают равным 0,018 мм/(°С·М);

t - температура штриховой меры в момент поверки рейки;

$t_{комп}$ - температура штриховой меры в момент ее эталонирования на компараторе.

Инварные рейки для проверки укладываются на опоры под делениями 12 и 48. Измерение метровых интервалов проводится для отрезков с индексами 10 - 30, 30 - 50, 70 - 90 и 90 - 110. Измеренная длина метровых интервалов, полученных в прямом и обратном направлениях должна различаться не более чем на 0,05 мм.

Пример контрольного определения длины метровых интервалов реек типа РН-05 приведен в приложении З.

7.11 Проверка разности между средней длиной метровых интервалов пары реек комплекта.

На основании результатов исследований метровых интервалов основной и дополнительной шкал реек, полученных в результате измерений по п.7.10 вычисляется средняя длина метрового интервала рейки. На основании этих результатов комплектования пар реек должно выполняться с учетом допусков, приведенных в приложении А.

7.12 Определение разности высот нулей основной и дополнительной шкал рейки.

Определение разности высот нулей основной и дополнительной шкал рейки выполняют в следующей последовательности:

1.Устанавливают нивелир и подготавливают его к работе. В 20 - 30 м от нивелира забивают три костыля;

2. Устанавливают первую рейку на первом костыле и приведя ее в вертикальное положение, жестко закрепляют (например в рейкодержателе);

3. Для нивелирных реек типа РН-05 выполняют последовательно три раза визирование и отсчитывание по шкалам, сначала по основной, затем по дополнительной;

Для нивелирных реек типа РН-3 и РН-10 выполняют последовательно визирование и отсчитывание сначала по красной, затем по черной сторонам рейки;

4. Выполняют действия по пп. 2 и 3 для второй рейки комплекта.

Указанные действия по пп 2, 3 и 4 проводят по каждому костылю. Эти действия составляют один прием измерений. Выполняют три таких приема для реек типа РН-05 и два приема для реек типа РН-3 и РН-10. Между приемами изменяют горизонт нивелира на 3-5 см.

Пример ведения журнала наблюдений приведен в приложении И

8 Оформление результатов поверки

8.1. Результаты поверки оформляются протоколом по форме, приведенной в приложении К.

8.2. Результаты первичной поверки, проводимой предприятием-изготовителем, вносят в паспорт комплекта реек. На деревянных рейках типа РН-3 и РН-10, удовлетворяющих требованиям нормативно-технической документации, допускается наносить клеймо организации, проводившей поверку.

8.3 Положительные результаты поверки оформляются свидетельством установленной формы.

8.4. Отрицательные результаты поверки влекут за собой запрещение применения нивелирной рейки в эксплуатации на основании извещения о непригодности. Свидетельство о предыдущей поверке аннулируется.

Приложение А

Допустимые значения метрологических характеристик

Метрологические характеристики	Нормы по типам		
	РН-05	РН-3	РН-10
1. Номинальное значение длины наименьшего деления, мм			
- основной шкалы	5	10	10
- дополнительной шкалы	5	10	50
2. Допустимое отклонение от номинального значения длины отдельных интервалов рейки от номинального значения, не более, мм			
2.1 Наименьшего деления	0,05	0,20	0,50
2.2 Дециметровых интервалов	0,08	0,30	0,70
2.3 Метровых интервалов	0,10	0,50	1,00
3. Погрешность совмещения начала счета основной шкалы рейки с плоскостью пятки не более, мм	0,10	0,50	1,00
4. Отклонение от прямолинейности шкаловой поверхности рейки на всю длину, не более, мм	3	6	10
5. Сила натяжения полосы с отсчетной шкалой, Н	200 ± 10		
6. Длина и ширина штрихов шкалы, мм	±0,05	-	-
7. Длина шашек реек, мм		±0,2	±0,2
8. Перпендикулярность штрихов к продольной оси шкалы, (')	±15		
9. Разность между средней длиной метра двух реек комплекта, мм	0,15	0,70	1,50

Приложение Б
Рекомендуемое

Форма записи результатов определения прямолинейности шкаловой поверхности рейки

Дата: Рейка _____
(тип, номер)

Температура: Средства поверки:
Начальная $T_н$ =
Конечная $T_к$ = _____
(тип, номер)

Стрелка прогиба: $\delta h = l_2 - 1/2(l_1 + l_3)$

№ приема	Проверяемая сторона рейки	Отсчёты, мм			$\frac{l_{1i} + l_{3i}}{2}$	δh_i мм
		l_{1i}	l_{2i}	l_{3i}		
1						
2						
3						

ср=

Исполнители: _____
(должность, подпись)

Приложение В

Определение погрешности совмещения начала шкалы с центром отверстия для подвешивания рейки и разности высот нулей основной и дополнительной шкал подвесной рейки

Дата:

Изображение спокойное, сплошная облачность, тихо

L=15,8 м

Нивелир Н-05 №

номер приема	Отсчеты по рейке									
	Нуль вверху					Нуль внизу				
	Основная *шкала*		Дополнительная *шкала*		Раз-*ность*	Основная *шкала*		Дополнительная *шкала*		Раз-ность
	Р	Б	Р	Б		Р	Б	Р	Б	
1	- 0,3	+ 64	- 59,4	17		- 0,3	+ 26	58,9	75	
		63		13			27		74	
		65		15			28		76	
Ср.	- 0,3	+ 64	- 59,5	15		- 0,3	+ 27	58,9	75	
дел	-0,236		- 59,485		59,249	-0,273		58,975		59,248
Ср. мм					29,624					29,624

Остальные три приема не приводятся.

Среднее из четырех приемов , дел 59,249 59,249

Нуль подвесной рейки совмещен с отверстием

Примечание: Р – отсчет по шкале рейки

Б – отсчет по барабану микрометра

Исполнители _____

(должность, подпись)

Приложение Г
Рекомендуемое

Форма записи определения длины наименьших интервалов шкалы рейки

Дата : Рейка _____
(тип, номер рейки)

Температура Средства поверки _____
(тип, номер)

начальная $T_н$
конечная $T_к$

номер метрового интервала	Название интервала	№ измерения	Отсчеты, мм		Длина, мм $l=a_2 - a_1$
			a_1	a_2	
	1				
	2				
					$l_{ср}$
	1				
	2				
					$l_{ср}$
	1				
	2				
					$l_{ср}$
	1				
	2				
					$l_{ср}$

Исполнители: _____
(должность, подпись)

Приложение Д

Определение длины дециметровых интервалов шкалы рейки

Дата:

Контрольная линейка КЛ № 51796

$L_{кл}=1000 + 0,07 + 0,018(t^0 - 16,8^0)$

Рейка РН-3 № 142 $t_н=16,7^0C$

№ деци-метра	Отчеты по линейке (мм)		Разность П-Л (в со-тых долях мм)	Среднее из отсче-тов (в со-тых долях мм)	Погреш-ность дециметровых делений (мм)	Случайные погрешно-сти деци-метровых делений (мм)
	Л	П				
4	400,28	40	+ 12	34		
5	500,24	34	+ 10	29	- 0,05	- 0,04
6	600,20	32	+ 12	26	- 0,03	- 0,02
7	700,18	28	+ 10	23	- 0,03	- 0,02
8	800,10	22	+ 12	16	- 0,07	- 0,06
12	200,06	12	+ 6	09	- 0,07	- 0,06
13	300,08	18	+ 10	13	+ 0,04	+ 0,05
14	400,08	20	+ 12	14	+ 0,01	+ 0,02
15	500,10	20	+ 10	15	+ 0,01	+ 0,02
16	600,10	20	+ 10	15	0,00	+ 0.01
20	0,00	20	+ 20	10	- 0,05	- 0,04
21	100,08	26	+ 18	17	+ 0,07	+ 0,08
22	200,08	28	+ 20	18	+ 0,01	+ 0,02
23	300,12	30	+ 18	21	+ 0,03	+ 0,04
24	400,10	30	+ 20	20	- 0,01	0,00
					- 0,14	0,00

$t_к = 16,8^0C$

Систематическая погрешность дециметрового деления:

$$\frac{-0,14}{15} = -0,009 \text{ мм.}$$

Наибольшая случайная погрешность дециметрового интервала: + 0,08 мм

Исполнители: _____

(должность подпись)

Приложение Е

Определение отклонения длины метровых интервалов шкал рейки типа РН-05 от номинального значения

1. Определение длины компаратора

Дата:

Наблюдатели:

Записывающий:

Журнал № 2 от 27.08.99 г.

$\mu_{ср}$ = 0,98 мкм

№№ приемов	t	Прямо			Обратно		
		Л	П	П - Л	Л	П	П - Л
1.	+18,6	$19^{об}69$	$19^{об}42$	-27	19,69	$19^{об}39$	-30
	+18,6	68	41	-27	68	37	-31
	+18,6	68	42	-26	69	37	-32
	+18,6	$19^{об}68,3$	$19^{об}41,7$	-26	19,68,7	$19^{об}37$	-31,0
				среднее	$19^{об}68,5$	$19^{об}39,7$	-28,8
2	+18,9	$19^{об}43$	$19^{об}27$	-16	$19^{об}43$	$19^{об}13$	-30
	+18,9	42	25	-17	42	13	-29
	+18,9	43	27	-16	41	14	--27
	+18,9	$19^{об}42,7$	$19^{об}26,3$	-16,3	$19^{об}42,0$	$19^{об}13,3$	-28,8
				среднее	$19^{об}42,4$	$19^{об}19,8$	-22,6

Исполнители _____

(должность, подпись)

2. Определение длины рейки РН-05 № 5960

Интервал 10 -30

№№ приемов, интервалов	t .	Прямо			Обратно		
		Л	П	Л - П	Л	П	Л - П
1. 10,0 - 30,0	+18,5	$18^{об}96$ 94 93 $18^{об}94,3$	$18^{об}63$ 57 63 $18^{об}61,0$	+33 +37 +30 +33,3 среднее	$18^{об}94$ 87 90 $18^{об}90,3$ $18^{об}92,3$	$18^{об}67$ 66 68 $18^{об}67,0$ $18^{об}64,0$	+27 +21 +22 +23,3 +28,3
2 9,9 - 29,9	+18,5	$16^{об}16$ 14 16 $16^{об}15,3$	$15^{об}91$ 92 94 $15^{об}92,3$	+25 +22 +22 +23,0 среднее	$16^{об}20$ 21 21 $16^{об}20,7$ $16^{об}18,0$	$15^{об}89$ 95 90 $15^{об}91,3$ $15^{об}91,8$	+31 +26 +31 +29,3 +26,2
3 10,1 - 30,1	+18,6	$17^{об}45$ 50 55 $17^{об}50,0$	$17^{об}02$ 10 05 $17^{об}05,7$	+43 +40 +50 +44,3 среднее	$17^{об}57$ 52 54 $17^{об}54,3$ $17^{об}52,2$	$17^{об}17$ 02 07 $17^{об}08,7$ $17^{об}07,2$	+40 +50 +47 +45,7 +45,0

Исполнители_____

(должность, подпись)

3. Вычисление длины компаратора

$L_{к_} = К + (л - п)\mu_{ср}$

$К = (П - Л)_{ср}\mu + \Delta К + \Delta t$

где: длина образцового инварного жезла, при температуре (t_2) эталонирования на компараторе;

t - температура в момент определения длины компаратора;

$\mu_{ср}$ - цена деления микроскопа.

Уравнение длины образцового инварного жезла № 5

$1м + 18,5 + 1,25(t_1 - t_2) + 0.0026(t^2_1 - t^2_2)$

$\mu_{ср} = 1,000$

Вычисление длины компаратора

	1 прием	П прием	Ш прием
t_1	$+ 18^0,6$	$+ 18^0,9$	
t_2	$+ 20^0,0$	$+ 20^0,0$	
$t_1 - t_2$	- 1.4	- 1.1	
t^2_1	346	357	
t^2_2	400	400	
$t^2_1 - t^2_2$	- 54	- 43	
$\alpha(t_1 - t_2)$	- 1.8	- 1.4	
$\beta(t^2_1 - t^2_2)$	- 0.1	- 0.1	
Δt	- 1.9	- 1.5	
$(П - Л)_{ср} \bullet \mu_{ср}$	- 28,8	- 22,7	
$\Delta К$	+ 18,5	+ 18,5	
К	1 м - 12,2 мкм	1 м - 15,7 мкм	
$К_{ср}$	1 м - 13,95 мкм		

Исполнители_____

(должность, подпись)

4. Вычисление отклонения длины метрового интервала рейки от номинала

Рейка РН-05 №5960

Интервал 10 - 30

температура	I прием + 18^0,5 С	II прием + 18^0,5С	III прием + 18^0,6С
$(Л - П)_{ср}$	+ 28,3	+ 26,2	+ 45,0
$К_{ср}$	- 9	- 9	- 9
$\Delta L_{(10-30)}$	+ 19	+ 17	+ 36

Исполнители _____

(должность, подпись)

Приложение Ж

Определение длины метровых интервалов реек типа РН 3 и РН - 10

Дата:

Контрольная линейка КЛ № 51796 Рейка РН-3 № 142

Уравнение контрольной линейки: $L = 1000 + 0.01 + 0.018(t^0 - 16.8)$ мм

Черная сторона

Интервал рейки	Отсчеты по линейке		П - Л Мм	Среднее П - Л, мм	Поправка за длину линейки, мм	Длина интервала рейки, мм (5)+(6)
	Л	П				
1	2	3	4	5	6	7
			Прямой ход $t = +13^0,4$			
	0,08	900,18	900,10			
1 - 10				900,11	- 0,05	900,06
	0,22	900,34	900,12			
	0,10	1000,34	1000,24			
10 -20				1000,23	- 0,06	1000,17
	0,30	100,52	100,22			
	0,26	900,44	900,18			
20 - 29				900,19	- 0,05	900,14
	1,10	901,30	900,20			
			Обратный ход $t = +13^0,7C$			
	0,08	900,24	900,16			
20 - 29				900,15	- 0,04	900,11
	0,56	900,70	900,14			
	0,42	1000,68	1000,26			
20 - 10				1000,27	- 0,05	1000,22
	0,16	1000,44	1000,28			
	0,30	900,40	900,10			
10 -1				900,10	- 0,04	900,06
	0,46	900,56	900,10			
Сумма	4,04	11206,14	11202,10	5601,05	- 0,29	5600,76

Средняя длина одного метра равна 1000,14 мм

Исполнители _____

(должность, подпись)

Приложение 3

Контрольное определение длин метровых интервалов инварной рейки

Дата:

Рейка РН-05 № 2823 Контрольная линейка КЛ № 462

Основная шкала $L=1000мм-0,03+0,018(t^0-20.7^0)$

Интервал рейки	Температура линейки	Отсчеты по линейке мм		П - Л	Среднее П - Л мм	Поправка за длину и температуру линейки	длина интервала, мм
		Л	П				
10 - 30	+ 23,0°	0,04	1000,10	1000,06			
		1,10	1001,11	1000,01			
		0,44	1000,50	1000,06			
		1,52	1000,57	1000,05	1000,04	+ 0,01	1000,05
30 -50	+ 23,1°	0,10	1000,09	999,99			
		1,08	1001,12	1000,04			
		0,56	1000,54	999,98			
		1,53	1001,58	1000,05	1000,02	+0,01	1000,03
50 - 30	+ 23,1°	0,16	1000,20	1000,04			
		1,24	1001,20	999,96			
		0,60	1000,60	1000,00			
		1,70	1001,68	999,98	1000,00	+ 0,01	1000,01
30 -10	23,3°	0,24	1000,20	999,96			
		1,30	1000,30	1000,00			
		0,60	1000,62	1000,02			
		1,64	1001,62	1000,02	1000,00	+ 0,02	1000,02

Длина метровых интервалов в мм:

10 - 30 1000,04

30 -50 1000,02

Исполнители : _____

(должность, подпись)

Приложение И

Определение разности высот нулей основной и дополнительной шкал

1. Для реек типа РН-05 **Нивелир Н - 05**

Дата: Рейки РН-05 № 5615 и 5616

№ костыля	№ 5615			№ 5616			Разность высот нулей	
	основ. шкала	допол. шкала	раз-ность	основ. шкала	допол. шкала	раз-ность	основ. шкал	допол шкал.
1	27,153 27,154 27,153	86,404 86,405 86,405		27,153 27,152 27,152	86,401 86,400 86,400			
сред.	27,153	86,405	59,252	27,152	86,400	59,248	+ 1	+ 5
2.	30,021 30,022 30,021	89,273 89,273 89,270		30,021 30,021 30,020	89,269 89,270 89,270			
сред.	30,021	89,272	59,251	30,021	89,270	59,249	0	+ 2
3	29,285 29,286 29,284	88,536 88,536 88,536		29,282 29,284 29,284	88,530 88,531 88,532			
сред.	29,285	88,536	59,251	29,283	88,531	59,248	+ 2	+ 5
сред.			59,251			59,248	+ 1	+ 4

Второй и третий приемы не приводятся

среднее из трех приемов 59,251 59,248 + 1 + 3

Средняя разность высот нулей шкал комплекта реек №№ 5615, 5616 + 0,1мм (2 дел)

Исполнитель _____

(должность, подпись)

2. Для реек типа РН - 3 и РН - 10

Дата:

Нивелир Н - 3
Рейки РН-3 № 361 и 362

№ кола	Отсчеты по рейке № 361 (1)			Отсчеты по рейке № 362 (2)		
	черная сторона	красная сторона	разность отсчетов	черная сторона	красная сторона	разность отсчетов
1	363	5150	4787	362	5051	4689
2	412	5200	4788	411	5099	4688
3	491	5277	4786	491	5178	4687
4	592	5379	4787	591	5279	4688
1	409	5196	4787	410	5099	4689
2	457	5245	4788	458	5147	4688
3	538	5325	4787	539	5227	4688
4	638	5426	4788	636	5325	4689
	3900	42198	38298	3898	41405	37507
Среднее	487,5	5274,8	4787,3	487,2	5175,6	4688,4

Разность высот нулей красной и черной сторон рейки
1 - 4787 мм;
2 - 4688.мм

Разность высот нулей реек (1 - 2):

черных сторон - 487,5-487,2=+0,3 мм

красных сторон - 5274,8-5175,6=+99,2 мм

пары реек - 0,3-99,2=-98,9 мм≈99 мм

Исполнитель _____
(должность, подпись)

Приложение К

Протокол №_____ от _____
поверки нивелирной рейки

Тип рейки № рейки
Принадлежащая_____.
Проверка проведена при температуре_____C^0

Результаты поверки

Наименование характеристики	Значение характеристики	
	По результатам поверки	Допустимое
1. Внешний осмотр		
2. Опробование		
3. Значение длины наименьшего деления, мм		
4. Отклонение от номинального значения длины отдельных интервалов рейки, мм		
4.1 Наименьшего деления		
4.2 Дециметрового деления		
4.3 Метровых интервалов		
5. Погрешность совмещения начала счета основной шкалы рейки с плоскостью пятки, мм		
6. Отклонение от прямолинейности шкаловой поверхности рейки на всю длину, мм		
7. Неперпендикулярность штрихов к продольной оси шкалы, (')		
8. Разность между началами счета по основной и дополнительной шкалам (или среднего метра двух реек комплекта), мм		

На основании результатов поверки рейка допускается (не допускается) к применению по типу _____ по ГОСТ 10528 _____

Поверитель _____ _____
(должность, подпись) Имя, отчество, фамилия

Дата:

Подписано в печать
21.12.00
Формат 60x90/16
Бумага типографская
Печать офсетная
Усл. печ. л.2,50
Усл. кр. отт. 2,63
Уч. изд. л. 2,40

Тираж 150
Заказ 58-00

ЦНИИГАиК
125413, Москва.
Онежская ул., 26

gost.e-ecolog.ru