

ОПРЕДЕЛЕНИЕ СРЕДНЕЙ ДЛИНЫ МЕТРОВЫХ ИНТЕРВАЛОВ У ШТРИХ-КОДОВЫХ РЕЕК НА ИНТЕРФЕРЕНЦИОННОМ КОМПАРАТОРЕ СГГА

Александр Викторович Куликов

Сибирская государственная геодезическая академия, 630108, г. Новосибирск, ул. Плахотного, 10, заведующий метрологической лабораторией, тел. (383) 344-44-71, e-mail: metrol@ssga.ru

Александр Алексеевич Ильин

Сибирская государственная геодезическая академия, 630108, г. Новосибирск, ул. Плахотного, 10, заведующий лабораторией кафедры высшей геодезии вы, тел. (383) 344-44-71, e-mail: metrol@ssga.ru

Виктор Тимофеевич Новоевский

Сибирская государственная геодезическая академия, 630108, г. Новосибирск, ул. Плахотного, 10, заведующий лабораториями кафедры наносистем и оптотехники, тел. (383) 344-44-71, e-mail: metrol@ssga.ru

Для поверки инварных штрих-кодовых реек был выбран метод калибровки измерительной системы «нивелир - рейка» путем сравнения разностей отсчетов, взятых по рейке цифровым нивелиром, с эталонными разностями, полученными с помощью лазерного интерференционного компаратора СГГА.

Ключевые слова: средняя длина метра, штрих-кодовая рейка.

DETERMINATION OF METRE INTERVALS AVERAGE LENGTH ON GRADUATE CODE RODS WITH A SSGA INTERFERENCE COMPARATOR

Alexander V. Kulikov

Siberian State Academy of Geodesy, 10, Plakhotnogo, st, Novosibirsk, 630108, Head of the metrological laboratory, tel. (383) 344-44-71, e-mail: metrol@ssga.ru

Aleksandr A. Ilyin

Siberian State Academy of Geodesy, 10, Plakhotnogo, st, Novosibirsk, 630108, Head of laboratory, department of higher geodesy, tel. (383) 344-44-71, e-mail: metrol@ssga.ru

Victor T. Novoyevsky

Siberian State Academy of Geodesy, 10, Plakhotnogo, st, Novosibirsk, 630108, Head of laboratorys, department of nanosystems and optoengineering, tel. (383) 344-44-71, e-mail: metrol@ssga.ru

The method of colibration of a measuring system «level-rod» by comparings realings difference taken with a digital level and standart differences received with SSGA laser interference comparator has been chosen for invar graduated – code rods calibration

Key words: metre average length, graduated – code rod.

В настоящее время на рынке есть четыре разных типа цифровых нивелиров (Leica, Sokkia, Topcon и Trimble [ранее Zeiss]). Кодовые рейки и нивелир образуют нивелирную систему. Обычно используются 3-метровые рейки, на инварной полосе которых вытравлены коды. Для всесторонней коррекции отсчетов высоты должна быть известна индивидуальная величина масштаба рейки раньше был термин *средняя длина метра рейки*.

Авторами статьи рассматривается горизонтальный интерференционный компаратор СГГА для определения масштаба реек.

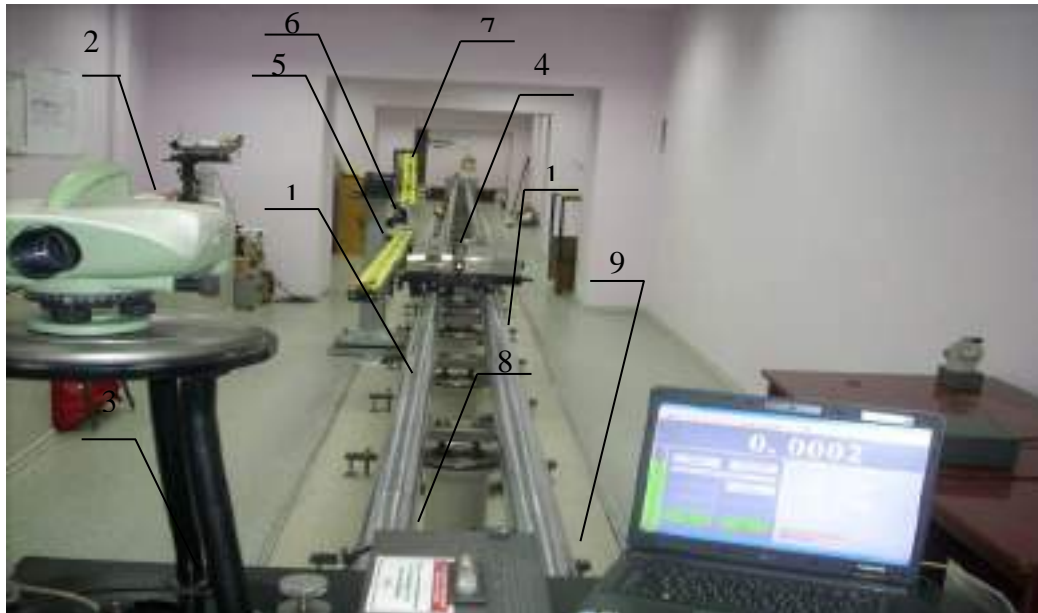
Температура (~ 22 °С) и влажность (~ 45 %) в лаборатории контролируются с погрешностями $0,2$ °С и 5 % соответственно блоком компенсации измерения параметров окружающей среды. «Сердцем» лаборатории является дорога, выполненная в виде двух труб (основной и вспомогательной), представляющие собой направляющие компаратора длиной 25 м с подвижной кареткой, перемещение которой контролируются уголковым отражателем с мишенью лазерного интерферометра ML 10 GOLD фирмы RENISHAW. Направляющие установлены на 26 регулируемых опорах, жестко закреплённых на специальном виброзащитном фундаменте. Для регулировки рейки в положении, параллельном лазерному лучу интерферометра, используется автоколлимационный контроль направляющих. В метрологической службе СГГА имеется методика контроля и регулировки параметров направляющих компаратора в процессе его эксплуатации. Контроль и регулировка параметров направляющих включает: прямолинейность основной направляющей. Перемещение каретки по направляющим, одна из которых является основной, вторая вспомогательной во всём диапазоне 25 м в прямом и обратном ходе контролируется снятием отсчётов по автоколлиматору. Значения отсчетов не должны превышать $\pm 30''$; возвышения «В» основной направляющей относительно вспомогательной. Смещение пузырька ампулы уровня допускается не более $0,3$ деления шкалы; отклонения межцентрового расстояния основной и вспомогательной направляющих. Отклонение межцентрового расстояния косвенно характеризует параллельность вспомогательной направляющей относительно основной. Отклонение показаний в пределах $\pm 0,25$ мм свидетельствует об удовлетворительном состоянии направляющих.

Для обеспечения отсчитывания по горизонтально расположенной рейке в системе используется зеркало размером ($12 \times 120 \times 600$) мм, волновые aberrации которого, возникающие из-за погрешностей изготовления, не превышают двадцатой части длины волны света ($\lambda/20$). Расстояние между зеркалом и рейкой $\sim 0,5$ м. При таких параметрах в системе не происходит ограничения поля зрения приемного канала нивелира зеркалом и обеспечивается возможность проводить измерения нивелиром по всей длине рейки, т.е. нивелир «видит» рейку в её рабочем вертикальном положении. [1].

Среднюю длину метровых интервалов (масштаб рейки) у инварных штрих – кодовых реек определяют на интерференционном компараторе СГГА (рис. 1).

У штрих – кодовых реек последовательно измеряют всю длину шкалы рейки от пятки до последнего штриха кода (например, из-за окантовки верха

трёхметровой рейки обычно ограничиваются штрихом, соответствующим 2,9 м). Рейка устанавливается в ложементе на каретке и поддерживается в «наилучших точках (на точки Бесселя)», что приводит к минимальному изменению в длине инварной полосы.



1 - направляющие лазерного интерференционного компаратора; 2 - цифровой нивелир Leica DNA – 03; 3 - подставка; 4 - каретка с ложементом и уголковым отражателем с мишенью; 5 - кодовая рейка Leica GPSL 3; 6 - микроскоп; 7 - зеркало; 8 - лазерный интерферометр модели ML 10 GOLD фирмы RENISHAW; 9 – интерфейсный набор DX 10 USB с блоком компенсации измерения параметров окружающей среды EC 10

Рис. 1. Внешний вид горизонтального интерференционного компаратора СГГА

С одной стороны направляющей монтируется оптический микроскоп. Каретка передвигаются с установленной рейкой ниже микроскопа, которым производится наведение на край всех кодовых элементов рейки.

Процедура определения метровых интервалов состоит из двух отдельных ходов «прямо и обратно». Перемещение каретки контролируется интерферометром с погрешностью 10 мкм [2].

Подробности о конструкции интерференционного компаратора СГГА и достижимой точности обсуждались на научном конгрессе [3].

После приведения системы в рабочее положение обнуляется отсчёт интерферометра и выполняется серия из 10 отсчётов по нивелиру в режиме высокоточных измерений (дискретность отсчитывания 0,01 мм). Затем перемещается рейка, фиксируется отсчёт по интерферометру (дискретность отсчитывания 0,001 мм) и повторяется серия отсчётов по нивелиру. Таким образом, для трёх метровой рейки получаем четыре серии отсчётов по нивелиру с регистрацией положения рейки в каждой серии по отсчётам интерферометра. Далее измерения повторяются, рейка перемещается в обратном направлении.

Аналогичные действия проводим со второй рейкой комплекта.

При поверке за истинное (эталонное) значение принимается величина перемещения рейки, определяемая с помощью лазерного интерферометра. Истинное значение сравнивается с величиной, полученной как разность отсчетов по рейке, измеренных цифровым нивелиром.

Среднюю длину метра шкалы рейки (масштаб рейки) вычисляем по формуле [2]:

$$l = \frac{L}{L_0},$$

где L – сумма интервалов, полученных по измерениям системы “нивелир-рейка”; L_0 – номинальное количество интервалов в поверяемой шкале (сумма интервалов, полученных из измерений по интерферометру).

Среднюю длину метра (масштаб) комплекта реек получаем как среднее арифметическое из масштабов обеих реек.

Обработка результатов измерений выполнена на примере цифрового нивелира DNA 03 фирмы Leica (№ 334374) и комплекта двух инварных штрих-кодовых трёх метровых реек GPSL3 Leica (№ 52158 и № 52607).

Средняя длина метра рейки № 52158 составляет 999,97 мм, средняя длина метра рейки № 52607 составляет 999,98 мм. Средняя длина метра комплекта реек равнялась 999,98 мм.

Из полученных результатов можно сделать вывод о пригодности использования указанного оборудования для выполнения определённого класса и разряда нивелирования.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Травкин С. В. Разработка методов и средств поверки и калибровки геодезических приборов для измерения превышений: автореф. дис. ... канд. техн. наук. – М.: 2007.
2. Спиридонов А. И. Нивелиры. Конструкция, сервис, ремонт, эксплуатация: Практическое пособие для вузов. – М.: Академический проект; Фонд «Мир», 2010. – 205 с.
3. Л.Г. Куликова, В. Д. Лизунов, В. А. Середович, В. Т. Новоевский, А.В. Куликов. Особенности построения интерференционного компаратора для исследования и поверки геодезических СИ // Научный конгресс «ГЕО-Сибирь-2005». – Т. 6 «Сб. материалов научн. конгр. г. Новосибирск 25-29 апр., 2005 г. – Новосибирск: СГГА, 2005. – С. 217-222.

© А.В. Куликов, А.А. Ильин, В.Т. Новоевский, 2012