

## **ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ РЕФРАКЦИИ НА РЕЗУЛЬТАТЫ НИВЕЛИРОВАНИЯ ЦИФРОВЫМИ НИВЕЛИРАМИ ПРИ ОТРИЦАТЕЛЬНОЙ ТЕМПЕРАТУРЕ**

***Екатерина Леонидовна Соболева***

Сибирская государственная геодезическая академия, 630108, г. Новосибирск, ул. Плахотного, 10, к.т.н., доцент кафедры инженерной геодезии и информационных систем, тел. 8-913-740-13-22, e-mail: sobkatrin@mail.ru

***Валерий Геннадьевич Сальников***

Сибирская государственная геодезическая академия, 630108, г. Новосибирск, ул. Плахотного, 10, аспирант кафедры инженерной геодезии и информационных систем, тел. 8-923-222-61-64, e-mail: salnikov\_valera@mail.ru

***Надежда Михайловна Рябова***

Сибирская государственная геодезическая академия, 630108, г. Новосибирск, ул. Плахотного, 10, аспирант кафедры инженерной геодезии и информационных систем, тел. 8-923-227-27-76, e-mail: ryabovanadezhda@mail.ru

При наблюдениях за осадками и деформациями зданий и сооружений возникает необходимость в проведении высокоточного нивелирования в условиях отрицательных температур. Результаты нивелирования, полученные в таких условиях, в значительной степени отягощаются влиянием вертикальной рефракции. В статье представлены исследования влияния вертикальной рефракции на высокоточное нивелирование цифровым нивелиром. Установлено, что характер влияния рефракции на результаты нивелирования оптическими и цифровыми нивелирами практически аналогичен, но величина этого влияния для цифровых нивелиров значительно меньше.

**Ключевые слова:** вертикальная рефракция, цифровой нивелир.

## **INVESTIGATION OF THE REFRACTION INFLUENCE ON LEVELLING RESULTS RECEIVED WITH A DIGITAL LEVEL AT NEGATIVE TEMPERATURES**

***Ekaterina L. Soboleva***

Siberian State Academy of Geodesy (SSGA), 10 Plakhotnogo st., Novosibirsk, 630108, M.S.c, assistant professor, Engineering Geodesy and Information Systems department, tel. 8-913-740-13-22, e-mail: sobkatrin@mail.ru

***Valerij G. Salnikov***

Siberian State Academy of Geodesy (SSGA), 10 Plakhotnogo st., Novosibirsk, 630108, post-graduate student, Engineering Geodesy and Information Systems department, tel. 8-923-222-61-64, e-mail: salnikov\_valera@mail.ru

***Nadezhda M. Ryabova***

Siberian State Academy of Geodesy (SSGA), 10 Plakhotnogo st., Novosibirsk, 630108, post-graduate student, Engineering Geodesy and Information Systems department, tel. 8-923-227-27-76, e-mail: ryabovanadezhda@mail.ru

The article is devoted to the vertical refraction influence investigations on high-precision levelling carried out with a digital level. In the process of observation for buildings and structures

settlements, it is necessary to carry out high-precision levelling at negative temperatures. Levelling results received in such conditions are greatly distorted by vertical refraction. It is established, the refraction nature on leveling results with optical and digital levels is practically analogous, but the degree of this influence for the digital ones is much less.

**Key word:** vertical refraction, digital level.

В работе [1] приводятся результаты исследования влияния вертикальной рефракции на результаты нивелирования цифровыми нивелирами при выполнении нивелирования в условиях положительных температур. Однако высокоточное нивелирование цифровыми нивелирами выполняется и в условиях отрицательных температур при наличии снежного покрова. Такие работы выполняются, в основном, в условиях действующего предприятия при наблюдениях за осадками зданий и сооружений. Как правило, такие циклы наблюдений производятся при положительных температурах, но иногда возникает необходимость в проведении таких работ и при отрицательных температурах. В этих случаях возникает необходимость прокладывания хода высокоточного нивелирования по территории промплощадки от глубинного репера до марок, закрепленных на колоннах или оборудовании внутри цеха. Тогда в зависимости от размеров промплощадки количество штативов в ходе может достигать 8-10. Если же глубинные репера на промплощадке ещё не заложены, то привязку нивелирного хода приходится производить к реперам II класса государственной нивелирной сети. Для исследования влияния рефракции на результаты нивелирования цифровыми нивелирами при отрицательных температурах нами были выполнены исследования.

Измерения проводились на промплощадке строящейся тепловой электростанции в марте - апреле 2011г. при следующих метеорологических условиях: в яркую солнечную погоду, при температуре воздуха  $-14^{\circ}\text{C}$ , при отсутствии в течение всего дня резких порывов ветра. Для выполнения измерений применялся высокоточный цифровой нивелир серии Trimble Dini 12. Выбор данного типа нивелира обусловлен тем, что диапазон рабочих температур позволяет производить измерения этими приборами в пределах от  $-20^{\circ}\text{C}$  до  $50^{\circ}\text{C}$ . В качестве подстилающей поверхности служил снежный покров высотой 20-30 см. Профиль подстилающей поверхности был практически равнинный.

Исследования выполнялись по следующей программе. Перед началом измерений, нивелир был вынесен из теплого помещения на улицу и установлен на штатив, ножки которого углублялись в снежный покров до соприкосновения с землей. Спустя 10-12 мин нивелир принимал температуру окружающего воздуха, после чего начинались производиться измерения. Для того чтобы от нагрева солнечными лучами под ножками штатива не было таяния снега их концы были укрыты снегом. Штрих-кодовая рейка устанавливалась на металлический башмак, и для ослабления влияния её наклона удерживалась специальными подпорками. Влияния перемещения наблюдателя на положение системы «цифровой нивелир - штрих-кодовая рейка» практически не было, так как штатив устанавливался на мёрзлую землю. Для исключения попадания

засветок от лучей Солнца в объектив нивелира (особенно во время его восхода или захода) рейки устанавливались по направлению север-юг. Также для защиты от попадания солнечных лучей на нивелир применялся геодезический зонт.

Сущность исследований заключалась в определении величины изменения отсчёта по реке на станции при расстояниях до рек 25 и 50 м и высоте визирного луча над подстилающей поверхностью 40-50 см. Исследования выполнялись следующим образом. Спустя 15-20 мин после восхода Солнца 15 раз производился начальный отсчёт по рейке, после чего средний из них для данного дня принимался за исходный. Затем в течение всего дня с интервалом 5 мин отсчёты производились снова (из трехкратных измерений) и из них находилось среднее. Исследования заканчивались перед заходом Солнца или сразу после его захода. Исследования выполнялись в течение трёх дней. Величина и характер влияния вертикальной рефракции оценивалась по изменению средних отсчётов, полученных в течение всего дня.

Исследования производились для расстояния 25 и 50 м.

Результаты исследований.

1. Расстояние до рейки 25 м. На равнинном участке, а также при двух высотах визирования изменение отсчётов в утренние и вечерние периоды наблюдений является незначительным, и оно находится в пределах 0,05-0,09 мм. В течение всего дня изменение отсчёта относительно исходного составляет 0,10-0,20 мм и является существенным. В близ полуденное, полуденное и после полуденное время изменение отсчётов по рейке составляет от 0,25-0,35 мм и является значительным и оно влияет на измеренное превышение.

2. Расстояние до рейки 50 м. При увеличении расстояния до максимального в утреннее, полуденное и после полуденное время влияние рефракции приводит к изменению характера колебаний значений отсчётов для обеих высот визирования на 0,35-0,45 мм, что является существенным и, следовательно, будет влиять на результаты измерения превышений. В утреннее и вечернее время при расстоянии до рек в 25 м изменение отсчёта составляет 0,10-0,20 мм.

Результаты измерений приведены на рис. 1.

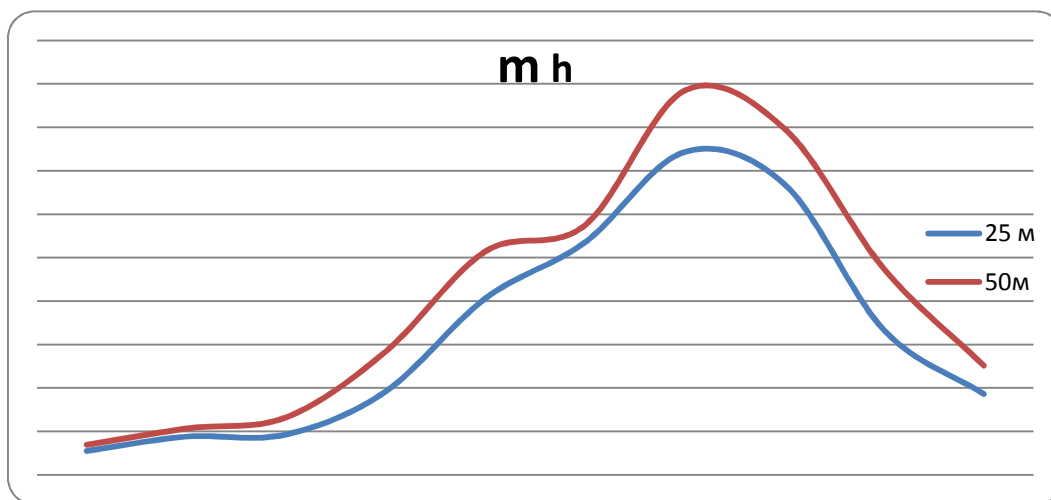


Рис. 1. Величина изменения отсчёта по рейке в зависимости от времени выполнения измерения

По результатам исследований можно сделать следующие выводы.

1. При отрицательных температурах изменение отсчётов по рейке также имеет место, что приводит к влиянию вертикальной рефракции на высокоточное нивелирование. Это влияние, также как и при нивелировании при плюсовых температурах, максимально в полуденное время.

2. При увеличении длины расстояния до максимального вертикальная рефракция, также как и при плюсовых температурах, оказывает наибольшее влияние на результаты измерения, особенно в близ полуденное, полуденное и после полуденное время.

3. Таким образом, влияние вертикальной рефракции в зимнее время на результаты нивелирования цифровыми нивелирами аналогично влиянию в летний период времени [1]. Поэтому высокоточное нивелирование в зимнее время также необходимо выполнять в пасмурную погоду.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Уставич Г.А., Соболева Е.Л., Рябова Н.М., Сальников В.Г. Исследование влияние рефракции на результаты нивелирования цифровыми нивелирами// Геодезия и картография. - 2011. - №5. - С. 3-9.

© Е.Л. Соболева, В.Г. Сальников, Н.М. Рябова, 2012