

полученные результаты соответствуют современной теории фигуры Земли: они являются искомыми и относятся к точкам физической поверхности Земли, а не к геоиду, на котором сконцентрированы топографические массы.

Для определения точного значения первой поправки уклонений отвеса надо вычислить еще некоторую ее часть, вызванную аномалиями Буге. Такие вычисления по упрощенной методике [2] проведены нами для астропунктов № 14 и 17 упомянутого полигона, расположенных в районе со сложным рельефом и гравитационным полем. Получены значения больше секунды, которые в нашем случае имели противоположный знак по сравнению со знаком основной части первой поправки. Как видим, эта часть поправки такова, что при точных вычислениях ее необходимо учитывать.

С учетом сказанного точные первые поправки уклонений отвеса, вычисленные по картам поправок за рельеф и по картам аномалий Буге, для указанного района Альп могут достигать порядка 3". Таким образом, наши результаты дополнительно подтверждают порядок значений указанных поправок, ранее полученных на моделях Земли [3].

Список литературы: 1. Марыч М. И. Вычисление потенциала топографических масс в приближениях Молоденского. — Изв. вузов. Геодезия и аэрофотосъемка, 1979, № 6. 2. Марыч М. И., Гудз И. Н., Даулит П. Д. Опыт вычисления уклонения отвеса на моделях Земли. Геодезия, картография и аэрофотосъемка, 1973, вып. 18. 3. Молоденский М. С., Еремеев В. Ф., Юркина М. И. Методы изучения внешнего гравитационного поля и фигуры Земли. — Тр. ЦНИИГАиК, 1960, вып. 131. 4. Пеллинен Л. П. Влияние топографических масс на вывод характеристик гравитационного поля Земли. — Тр. ЦНИИГАиК, 1962, вып. 145. 5. Moritz H. On the use of the terrain correction in solving Molodensky's problem. Report 108, Depart. of geod. Science. Ohio Stat. Univ., 1968.

Статья поступила 6 мая 1980 г.

УДК 528.083.1

Ю. Д. МИРОШНИК

ОСОБЕННОСТИ НИВЕЛИРОВАНИЯ I КЛАССА ПО ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫМ МОСТАМ

Согласно Инструкции [1], в обжитых районах линии нивелирования I и II классов прокладываются предпочтительно по железным, шоссейным и улучшенным грунтовым дорогам. Наиболее благоприятный для нивелирования I класса профиль имеют железные дороги, ибо только на отдельных участках их уклоны могут достигать 30‰.

При строительстве железной дороги возводят различные искусственные сооружения (тоннели, подпорные стенки, мосты и др.). В предгорной и горной местностях приходится строить

гораздо больше искусственных сооружений, чем в равнинной. Для пересечения пойм широких рек и горных долин сооружают значительные по протяженности мосты на опорах, выполненных из камня или монолитного железобетона.

В равнинной местности мосты в большинстве случаев не имеют уклона, на отдельных мостах уклон характеризуется величиной 2...3‰. В горной же местности, особенно на близперевальных участках, уклоны мостов могут быть до 30‰, причем на серпантинах в плане они имеют криволинейный вид.

При выполнении работ по нивелированию I класса, которые осуществлялись кафедрой прикладной геодезии Львовского ордена Ленина политехнического института, было пройдено 37 мостов различной длины — от 50 до 360 м. Детальная характеристика линии нивелирования и ее отдельных участков приведена в работе [2].

Поскольку в Инструкции [1] и в другой литературе не содержится детальных рекомендаций по методике нивелирования I класса при переходе через мосты и не отражены особенности таких работ, ниже делается попытка хотя бы частично восполнить этот пробел. На основании опыта выполненных работ по нивелированию I класса и полученных результатов можно сделать следующие рекомендации.

Уже в процессе рекогносцировки в зависимости от длины моста и его уклона необходимо определять примерное количество станций при переходе через него. Во время выполнения нивелирования, когда до моста остается 100...200 м, обычно в период, неблагоприятный для наблюдений, следует провести тщательное обследование подходов к мосту и самого моста, уделяя при этом внимание состоянию грунта на бровке и месту выбора забивки костылей и установки нивелира. Если бровка узкая или засыпана щебнем, то костыли нужно забивать на правой и левой бровке, а инструмент устанавливать на шпалы.

Если мост имеет длину до 70 м, то костыли забивают по обе стороны, а нивелир устанавливают на шпалы, обеспечивая равенство расстояний от нивелира до костылей.

На мостах длиной 200...400 м с незначительными уклонами до начала нивелирования следует заранее подготовить трассу. Место для инструмента нужно выбирать на шпалах, вблизи устоев моста и выносных площадок безопасности, чтобы на них укрыть людей и инструмент в случае приближения подвижного состава.

В качестве переходных точек для установки реек используют головки заклепок в фермах моста, имеющих сферическую форму. Головки заклепок защищают от слоя пыли и смазки. Требуется на шпалах и фермах мелом или масляной краской тщательно замаркировать места установки нивелира и реек.

При подготовке трассы необходимо обратить внимание на то, чтобы визирный луч проходил на расстоянии не менее 20 см

от конструкций моста или на высоте не менее 50...60 см над ними.

Когда мост имеет значительный уклон, при предварительной трассировке возникает необходимость сократить длину «плеч» до 30...35 м и с помощью нивелира убедиться, что отсчеты по основным шкалам будут в пределах рабочей части рейки, т. е. в интервале 16—50 делений. Используя нивелир, во избежание грубых просчетов в разбивке «плеч», нужно проверить их длину нитяным дальномером.

Высота моста над поверхностью земли или водным зеркалом составляет не менее 8...10 м и температуры воздуха над мостом и над насыпью при подходе к нему существенно различны. В солнечную погоду разность этих температур достигает иногда 5...7°С. Поэтому рейка на насыпи, нивелир и рейка на мосту находятся в разных температурных условиях, следовательно, наблюдения на станциях при входе на мост или на выходе с него нужно выполнять при небольших разностях (не более 2...3°С) температур воздуха над насыпью и над мостом. В пасмурную погоду, при плотной облачности и малом ветре наблюдения можно выполнять практически в течение всего дня. В солнечную же погоду при температуре воздуха до 20°С работы по нивелированию I класса нужно начинать примерно через час после восхода солнца и заканчивать не позже 11 ч местного времени. Для наблюдений во вторую половину дня наиболее благоприятен период с 17 ч и за час до захода солнца. В горных районах и поймах рек период качественных изображений значительно сокращается из-за утренних и вечерних туманов, причем в солнечную погоду в утренние часы сразу после исчезновения тумана, наблюдается резкое повышение температуры воздуха, иногда на 6...7 градусов в течение часа.

Работа на станциях производится в основном в соответствии с требованиями Инструкции [1], однако можно рекомендовать для контроля качества наблюдений, особенно на больших мостах, определять превышения на станции при двух горизонтах инструмента. Выполняя нивелирование I класса по большим мостам, для контроля значений превышений в прямом и обратном ходах мы практиковали использование четырех временных реперов, по два с одной и другой стороны моста.

В качестве их можно избирать достаточно устойчивые местные предметы (анкерные болты в бетонном основании светофоров, штыри в бетонных столбиках и т. д.).

Анализ выполненных работ показывает, что передача превышений через мосты при производстве нивелирования I класса, как в равнинном, так и в предгорном и горном районах, осуществлена достаточно надежно. В таблице приведены данные о качестве нивелирования по трем железнодорожным мостам в различных районах.

На трех мостах из 37 измерения превышений повторялись, причем в одном случае из-за неудачного выбора времени на-

блюдений (перед грозой), когда наблюдалось значительное изменение температуры воздуха при работе на станциях.

В двух других случаях измерения повторяли из-за вертикальных перемещений костылей в рыхлом грунте бровки при подходе к мостам.

Результаты нивелирования по железнодорожным мостам

Характеристика местности	Длина (м) и характеристика моста	Количество станции	Расхождение превышений в прямом и обратном ходе на мосту, мм
Равнинная	360, без уклона	6	+0,55
Предгорная	240, уклон до 3‰	4	-0,40
Горная	220, уклон до 30‰	5	-0,60

Список литературы: 1. Инструкция по нивелированию I, II, III и IV классов / ГУГК, — М.: Недра, 1974. 2. Мирошник Ю. Д. Опыт нивелирования I класса в горном районе. — В сб.: 50 лет ленинского декрета об учреждении Высшего Геодезического Управления. Львов: Изд-во Львов. ун-та, 1970.

Статья поступила 15 апреля 1980 г.

УДК 528.21/22

И. Ф. МОНИН

К ИССЛЕДОВАНИЮ ФОРМУЛ, ОПРЕДЕЛЯЮЩИХ ВЕРТИКАЛЬНЫЕ ПРОИЗВОДНЫЕ ОТ АНОМАЛИЙ СИЛЫ ТЯЖЕСТИ

В работе [1] из решения интегрального уравнения первого рода типа Фредгольма получены формулы:

$$\frac{\partial \Delta g}{\partial n} = \cos \alpha \sum_0^{\infty} \omega_m; \quad (1) \quad \omega_m = -\frac{1}{(2\pi)^2} \int (t'_m - t_m) \frac{d\Sigma}{r_0^3} + \frac{t_m}{4\pi a}; \quad (2)$$

$$t_0 = -2\pi \Delta g + \frac{8\pi}{\rho_0} (W_0 - U_0) - \int \Delta g F dS; \quad (3)$$

$$F = \left(\frac{3}{2r} + \frac{\rho^2 - \rho_0^2}{2r^3} \right) \frac{\cos \alpha}{\rho_0} + \frac{\rho \sin \phi}{r^3} \sin \alpha \cos \vartheta; \quad (4)$$

$$t_1 = 0; \quad 2t_2 = \int \omega_0 v_1^2 \frac{d\Sigma}{r_0}; \quad t_3 = 0;$$