УДК 528.54

Е.С.БОГОМОЛОВА, О.П.СЕРГЕЕВ, В.В.СУХАНОВ
Петербургский государственный университет путей сообщения

ОПЫТ ПРИМЕНЕНИЯ ЭЛЕКТРОННОГО НИВЕЛИРА SDL30 ПРИ ИСПЫТАНИЯХ ТРОИЦКОГО МОСТА

Описан опыт использования электронного нивелира SDL30 при испытаниях Троицкого моста в Санкт-Петербурге, проводимых в мае 2003 г. Прогибы пролетов определяли по результатам высокоточного геометрического нивелирования. Приведены характеристики используемого нивелира и некоторые результаты испытаний.

Использование электронного нивелира позволило значительно сократить время нивелирования и выполнить большой объем работ силами одной бригады геодезистов. Предлагается шире использовать электронный нивелир, который позволяет значительно ускорить процесс измерений и освободиться от рутинной работы по обработке результатов.

The experience is described of the SDL30 electronic level application during the Troitsky bridge test in May 2003 in Saint-Petersburg. The span sags were determined on the strength of data obtained by means of a high-precision geometric levelling. The characteristics of the level applied are given along with some test findings.

The electronic level application made it possible to speed up levelling and perform a large amount of work by one team of geodesists. It is recommended to make a greater use of an electronic level in order to cut down the measurement time and do away with routine data processing.

Испытания Троицкого моста через р.Неву в Санкт-Петербурге после завершения его реконструкции производились 10 мая 2003 г. в ясную погоду при слабом ветре и температуре воздуха +(8-14) °С. Программа разработана и испытания выполнены под контролем специалистов ЗАО «ИМИДИС», ЦНИИС (Москва). Прогибы пролетов определяли по результатам высокоточного геометрического нивелирования по точкам, отмеченным краской по краям проезжей части. Нивелирование выполняла одна бригада из четырех человек. Для этих работ был использован электронный нивелир SDL30 («Sokkia», Япония). Техническая характеристика нивелира:

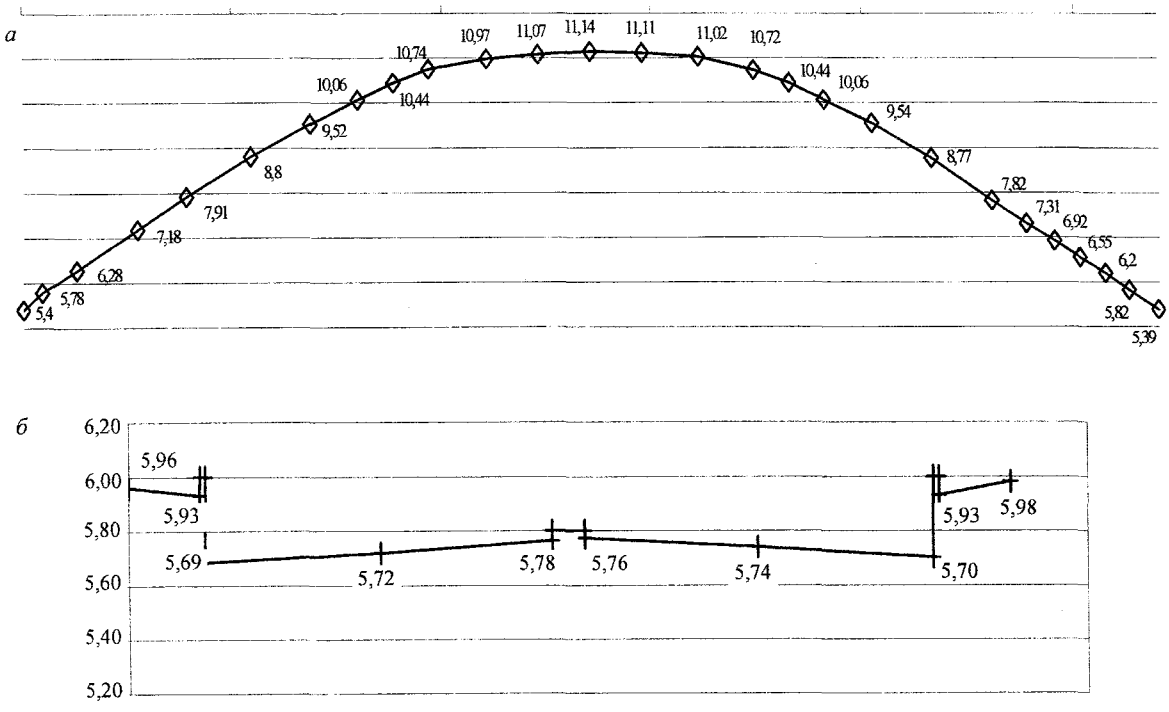
Увеличение зрительной трубы	32^x
Цена деления круглого уровня	10' на 2 мм
Компенсатор	Маятниковый с магнитным демпфером
Средняя квадратическая погрешность определения превышения на 1 км двойного хода, мм	1,0
Диапазон измерения расстояний, м	1-100
Точность измерения расстояний	
До 10 м	0,01
10-50 м	0,005
50-100 м	0,15
Источник питания	Li-ion
Продолжительность работы аккумулятора, ч	> 7
Сохранение информации в памяти о числе измерений	2000
Управление работой нивелира и ввод информации	С клавиатуры (8 клавиш)
Вывод	На ЖК-дисплей

Измерения в автоматическом режиме выполнялись на две фиберглассовые 3-метровые рейки с RAB-кодом.

До начала испытаний, в 6 часов утра, по всем отмеченным для испытания точкам был проложен разомкнутый нивелирный ход. В качестве исходных были использованы стенные реперы, расположенные на левом и правом берегах р.Невы. Высотная невязка хода $f_h = -1{,}8$ мм. Полученные отметки служили исходными данными для дальнейших

Результаты испытаний Троицкого моста 10 мая 2003 г.

Номер точки	Н1, м, без нагрузки 6.20-8.00	Нв, м, нагрузка верховая 8.00-11.00	Нв-Н1, мм, прогиб	Н2, м, без нагрузки 9.20-9.40	Н2-Н1, мм	Н3, м, без нагрузки 11.15-12.00	Н3-Н1, мм, температурные и остаточные деформации	Н4, м, без нагрузки 15.00-15.40	Н4-Н1, мм, температурные и остаточные деформации
0в	5,2773	–	–	–	–	5,2773	0	5,2762	-1,1
0н	5,2768	–	–	–	–	5,2759	-0,9	5,2759	-0,9
0,5в	5,6856	5,6819	-3,7	–	–	5,6875	1,9	5,6855	-0,1
0,5н	5,7032	5,7036	0,4	–	–	5,7029	-0,3	5,7018	-1,4
1в	6,2865	–	–	–	–	6,2872	0,7	6,286	-0,5
1н	6,2802	–	–	–	–	6,2792	-1	6,2797	-0,5
1,5в	7,0288	7,0137	-15,1	–	–	7,0352	6,4	7,0439	15,1
1,5н	7,0504	7,0525	2,1	–	–	7,0572	6,8	7,0618	11,4
2в	7,8478	–	–	–	–	7,8458	-2	7,8461	-1,7
2н	7,8549	–	–	–	–	7,8526	-2,3	7,8534	-1,5
2,5в	8,7101	8,7001	-10,0	–	–	8,7059	-4,2	8,7057	-4,4
2,5н	8,6933	8,6852	-8,1	–	–	8,6869	-6,4	8,6871	-6,2
3в	9,4342	–	–	–	–	9,4359	1,7	9,4341	-0,1
3н	9,4537	–	–	–	–	9,4504	-3,3	9,4532	-0,5
3,25в	9,9308	9,9244	-6,4	–	–	9,9367	5,9	9,9387	7,9
3,25н	9,9349	9,9341	-0,8	–	–	9,9351	0,2	9,9436	8,7
3,5в	10,316	10,3027	-13,3	–	–	10,3173	1,3	10,3192	3,2
3,5н	10,2719	10,2683	-3,6	–	–	10,271	-0,9	10,2732	1,3
3,75в	10,6741	10,6678	-6,3	–	–	10,6744	0,3	10,6743	0,2
3,75н	10,6861	10,6827	-3,4	–	–	10,684	-2,1	10,6851	-1,0
4в	10,9213	–	–	10,9187	-2,6	10,9181	-3,2	10,9208	-0,5
4н	10,9557	–	–	10,9538	-1,9	10,9517	-4	10,9574	1,7
4,25в	11,019	11,0136	-5,4	11,0214	2,4	11,0214	2,4	11,0212	2,2
4,25н	11,0635	11,0587	-4,8	11,0637	0,2	11,0613	-2,2	11,0705	7,0
4,5в	11,0213	11,0161	-5,2	11,0329	11,6	11,0354	14,1	11,0379	16,6
4,5н	10,9999	10,9968	-3,1	10,9996	-0,3	11,0017	1,8	11,0265	26,6
4,75в	11,0363	11,0354	-0,9	11,0405	4,2	11,0391	2,8	11,0468	10,5
4,75н	10,9967	10,9962	-0,5	10,9959	-0,8	10,9957	-1	11,0229	26,2
5в	10,9446	–	–	10,9433	-1,3	10,9404	-4,2	10,9455	0,9
5н	10,9471	–	–	10,9471	0,0	10,9417	-5,4	10,9513	4,2
5,25в	10,6629	10,6561	-6,8	–	–	10,6632	0,3	10,6572	-5,7
5,25н	10,6736	10,6702	-3,4	–	–	10,6699	-3,7	10,6666	-7,0
5,5в	10,3558	10,3435	-12,3	–	–	10,3585	2,7	10,356	0,2
5,5н	10,3377	10,3364	-1,3	–	–	10,3377	0	10,3361	-1,6
5,75в	9,9876	9,9861	-1,5	–	–	9,9930	5,4	9,9938	6,2
5,75н	9,9744	9,9752	0,8	–	–	9,9772	2,8	9,9836	9,2
6в	9,4718	–	–	9,4722	0,4	9,4694	-2,4	9,4741	2,3
6н	9,4737	–	–	9,4733	-0,4	9,4712	-2,5	9,4757	2,0
6,5в	8,8833	–	–	–	–	8,8808	-2,5	–	–
6,5в2	8,6708	8,6635	-7,3	8,6708	0,0	8,6696	-1,2	8,6702	-0,6
6,5н	8,8875	–	–	–	–	8,8835	-4	–	–
6,5н2	8,6809	8,678	-2,9	8,6809	0,0	8,6781	-2,8	8,6779	-3,0
7в	7,719	–	–	7,7188	-0,2	7,7174	-1,6	7,7217	2,7
7н	7,7371	–	–	7,7372	0,1	7,7356	-1,5	7,7409	3,8
7,5в	7,1962	7,1981	1,9	7,1973	1,1	7,1967	0,5	7,2004	4,2
7,5н	7,2324	7,2338	1,4	7,2315	-0,9	7,2315	-0,9	7,2354	3,0
8в	6,8123	–	–	6,8122	-0,1	6,8120	-0,3	–	–
8н	6,8379	–	–	6,8376	-0,3	6,8376	-0,3	–	–
8,5в	6,4656	6,4655	-0,1	6,4649	-0,7	6,4643	-1,3	–	–
8,5н	6,4758	6,4773	1,5	6,4773	1,5	6,4752	-0,6	–	–
9в	6,0967	–	–	6,0948	-1,9	6,0951	-1,6	–	–
9н	6,1201	–	–	6,1198	-0,3	6,1176	-2,5	–	–
9,5в	5,7452	5,7452	0,0	5,7458	0,6	5,7455	0,3	–	–
9,5н	5,7658	5,7658	0,0	5,7667	0,9	5,7670	1,2	–	–
10в	5,2758	–	–	5,2773	1,5	5,2773	1,5	–	–
10н	5,2697	–	–	5,2697	0,0	5,2697	0	–	–
–	–	–	–	–	0,0	–	0	–	–



Продольный профиль по оси моста (*а*) и поперечный профиль в сечении 0,5в-0,5н (*б*)

вычислений прогибов пролетных строений. Результаты нивелирования приведены в таблице (графа Н1). Нивелирование всех маркированных на мосту точек без нагрузки выполнялось еще дважды: в 12 ч дня (см. таблицу, графа Н3) и после окончания испытаний в 17 ч.

За время испытаний произведено 25 загружений с перестановкой задействованных автомашин. После каждого загружения выполнялось нивелирование маркированных точек в опорных сечениях и точек в загруженном пролете (см. таблицу, графа Н2). Переход к каждому следующему этапу испытаний происходил после оперативного анализа специалистами ЦНИИСа полученных данных, поэтому время на выполнение нивелирования и обработку результатов было минимальным. Электронный нивелир позволяет сразу (без вычислений) получать отметки точек, сокращая тем самым время испытаний. Прибор в течение всех 12 ч работал стабильно, аккумулятор был заменен один раз после 11 ч работы.

По результатам выполненного в ходе испытаний нивелирования были вычислены прогибы пролетов Троицкого моста от нагрузок, а также температурные и остаточные деформации (см. таблицу). По этим данным построены продольные и поперечные профили (см. рисунок).

Использование на испытаниях моста электронного нивелира позволило значительно сократить время выполнения нивелирования из-за отсутствия необходимости записывать отсчеты, вычислять превышения и высоту точек, а также позволило выполнить большой объем работ силами одной бригады геодезистов.

Можно рекомендовать шире использовать электронный нивелир, который позволяет значительно ускорить процесс измерений и освободиться от рутинной работы по обработке результатов.