

**О НЕКОТОРЫХ ОСОБЕННОСТЯХ НИВЕЛИРОВАНИЯ
I КЛАССА НА САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКОМ
ГЕОДИНАМИЧЕСКОМ ПОЛИГОНЕ**

*канд. географ. наук, доц. В.И. МИХАЙЛОВ,
М.Л. КОЛЯГО, А.В. КРЮК*

(Белорусский национальный технический университет)

Рассмотрены некоторые особенности нивелирования I класса на Санкт-Петербургском геодезическом полигоне, которые заключаются в следующем: в обследовании и реконструкции существующей сети геодезических пунктов, в том числе спутниковыми методами; в двойном нивелировании I класса цифровым нивелиром DiNi03 в пределах Санкт-Петербурга и его окрестностей; в камеральной обработке результатов нивелирования в программном комплексе КРЕДО-НИВЕЛИР.

Проведен сравнительный анализ результатов нивелирования прошлых лет и данных, полученных в ходе высокоточных измерений. Были установлены деформации реперов на 3–5 мм / год, которые обусловлены современными вертикальными движениями и просадками земной поверхности в результате хозяйственной деятельности.

Геодинамический полигон располагается на территории Санкт-Петербурга и пригородной зоны. Цель геодезических работ – обследование и реконструкция существующей сети геодезических пунктов, производство нивелирования I класса, и изучение СВДЗК города.

Обследование существующей сети реперов (рис. 1) включало следующие мероприятия:

- координирование вновь заложенных фундаментальных реперов;
- технический осмотр центров знаков с целью определения их состояния;
- влияние инженерно-геологических факторов на устойчивость реперов;
- восстановление внешнего оформления пунктов;
- фотографирование места закладки реперов;
- корректировка абрисов и описаний местоположения пунктов;
- определение навигационных координат новых пунктов в системе координат WGS-84.



Рис. 1. Схема существующей сети и проектируемых линий нивелирования I класса

На этапе обследования было выполнено координирование 15 вновь заложенных реперов с точностью 2-ого разряда полигонометрии. Координирование проводилось спутниковыми методами. Сеансы наблюдений на пунктах спутниковой сети выполнялись в статистическом режиме с интервалом записи измерений через 5 с, продолжительность наблюдений составляла около часа. Схема создания спутниковой геодезической сети представлена на рисунке 2.

Всего на данном объекте обследовано 268 знаков, из которых не найдено 6, утрачено 22, непригодны к использованию 8. На всех сохранившихся нивелирных знаках марки очищались от ржавчины металлической щеткой и покрывались битумным лаком.

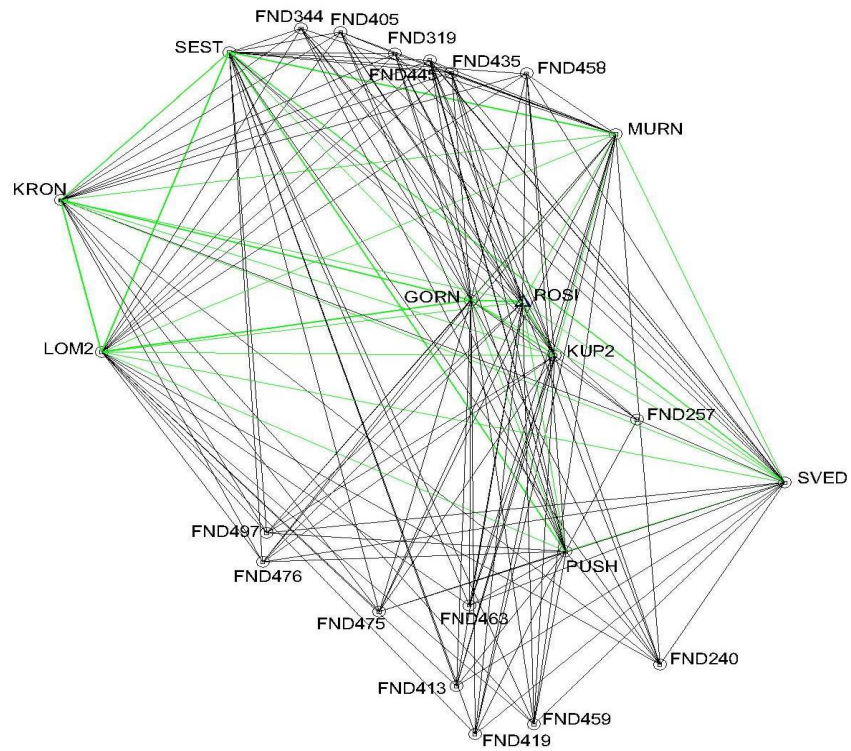


Рис. 2. Схема создания спутниковой геодезической сети

Примеры исходного и вновь заложённого пунктов представлены на рисунках 3, 4, 5, 6 (а, б).

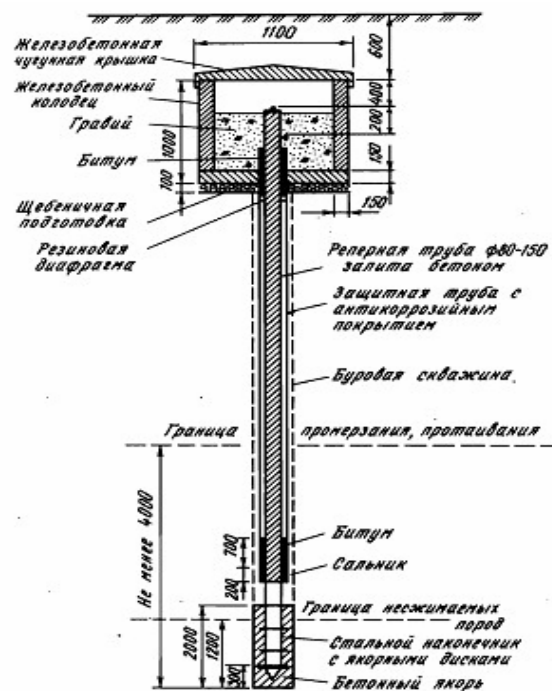


Рис. 3. Вековой трубчатый репер. Тип 175к



Рис. 4. Новый заложенный фундаментальный репер. Внешний вид



Рис. 5. Новый заложенный фундаментальный репер

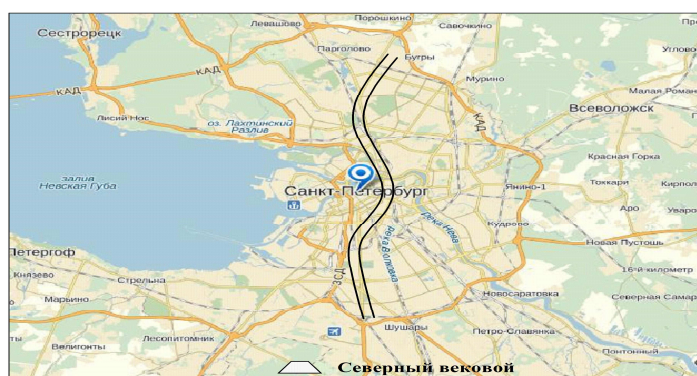


Рис. 6., а



Рис. 6 б

Линия нивелирования № 8 (рис. 7) проходит по г. Санкт-Петербургу с севера на юг через исторический центр города. Данная линия имела самую высокую степень сложности ее выполнения из-за большой транспортной нагрузки и скопления людей. Работы выполнялись в ночное время суток в период «белых ночей». Особое внимание уделено секции нивелирования, проходящей по Литейному мосту. Для достижения требуемой точности на данном участке уменьшалась максимальная длина плеча, работы проводились при минимальной нагрузке на мост и его вибрации. В качестве связующих точек использовались стальные дюбель-гвозди.



Условные обозначения:



-  - фундаментальный или вековой репер
-  - линия нивелирования I класса

Рис. 7. Схема расположения линии нивелирования № 8

При нивелировании по плотному грунту применялись стальные костыли, по мягкому и влажному грунту деревянные колья с гвоздями в торцах. В местах резкого перепада высот использовались трехметровые инварные рейки.

Для выполнения нивелирования I класса использовался поверенный цилиндрический нивелир Trimble Dini03 (рис. 8) с односторонними прецизионными штрих-кодowymi рейками длиной один, два и три метра (по две рейки). Рейки снабжены круглыми уровнями с ценой деления 10 мм, натяжение инварных полос – 20 ± 1 кг. Для взятия отсчетов на стенных марках и реперах использовались рейки длиной 1 м.

Этому прибору для выполнения измерений требуется всего 30см сегмента на штрих-кодовой рейке, что позволяет с одной станции измерить больше превышений.

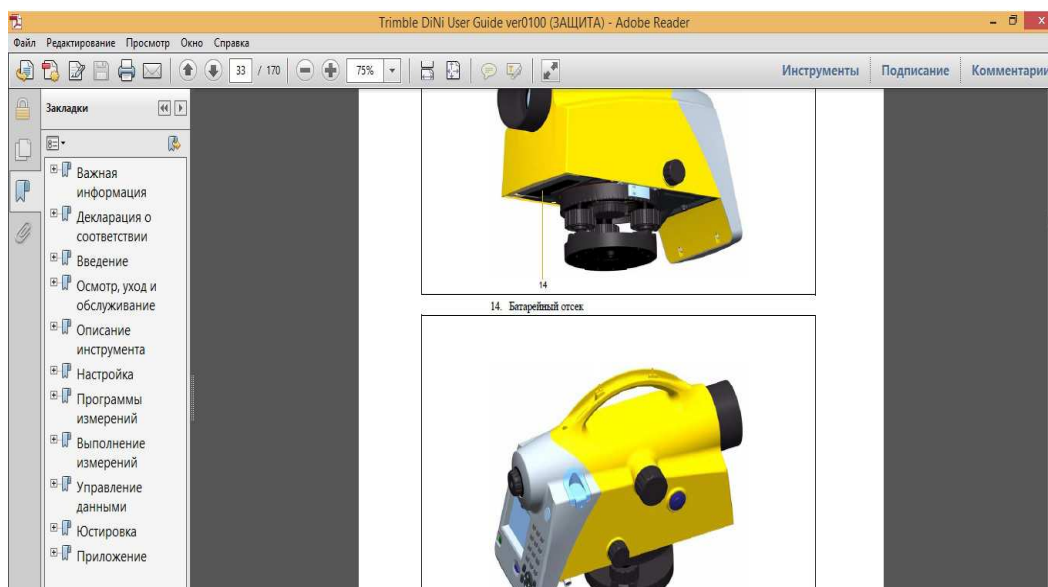


Рис.8. Нивелир Dini 03

Для автоматического контроля параметров измерений производилась настройка прибора через пункт меню и вводилась информация: номер репера, номер станции, программа наблюдений, единицы измерения, дискретность результатов измерений, приращение номеров точек.

Исходными для выполнения высокоточного нивелирования I класса являлись узловые пункты I класса, которые были определены при ранее выполненных работах по нивелированию.

Нивелирная трасса до начала работ разбивалась с помощью калибровочного троса, а также дальномером нивелира для соблюдения условий допустимых неравенств плеч на станции.

Нивелирование I класса производилось в прямом и обратном направлениях способом из середины по двум парам костылей, образующих две отдельные линии: правую, соответствующую ходу, по правым костылям, и левую по левым костылям.

Поскольку инварные штрих кодовые рейки односторонние, поэтому измерения на станции велись с изменением между приемами горизонта прибора.

В прямом и обратном направлениях нивелирование выполнялось по одной и той же трассе. При этом количество станций в секции было определено четным и по возможности одинаковым. При перемене направления нивелирования рейки менялись местами.

При работе на станции соблюдался следующий порядок наблюдений (прямой ход) (таблица).

В обратном ходе порядок взятия отсчетов меняется на противоположный.

Таблица

Порядок наблюдений на станциях при нивелировании I класса

Нечетная станция, правая линия	Нечетная станция, левая линия	Четная станция, правая линия	Четная станция, левая линия
1 Приведение пузырька установочного уровня на середину			
2 отсчет по задней рейке	2 отсчет по задней рейке	2 отсчет по передней рейке	2 отсчет по передней рейке
3 отсчет по передней рейке	3 отсчет по передней рейке	3 отсчет по задней рейке	3 отсчет по задней рейке
4 Изменение горизонта прибора и повторное приведение пузырька уровня на середину			
5 отсчет по передней рейке	5 отсчет по передней рейке	5 отсчет по задней рейке	5 отсчет по задней рейке
6 отсчет по задней рейке	6 отсчет по задней рейке	6 отсчет по передней рейке	6 отсчет по передней рейке
Схема измерений: (ЗППЗ) _{пр} (ЗППЗ) _{лев}		(ПЗЗП) _{пр} (ПЗЗП) _{лев}	

Допуски для производства нивелирования I класса на ГДП: длина визирного луча должна быть не более 50 м и не менее 15 м; разность плеч не более 0,3 м; накопление разностей плеч на секции не более 0,8 м. Расхождение по секции средних значений превышений прямого и обратного ходов и превышений, полученных по левой и правой линии должны быть не более 2 мм (по правой линии), 1 мм (по левой линии).

Камеральная обработка результатов нивелирования выполнялась в программном комплексе CREDO-НИВЕЛИР. В конечный результат об-

работки и уравнивания входит: схема нивелирования I класса на территории Санкт-Петербурга; ведомости анализа и обработки полученных данных; накопление разностей превышений нивелирования I класса; расхождения прямых и обратных ходов; СКП на 1 км хода; характеристики качества нивелирования; ведомость превышений и высот нивелирования I класса.

Важным показателем камеральной обработки результатов нивелирования является проведение сравнительного анализа результатов измерений работ прошлых лет с данными, полученными в процессе выполнения нивелирования I класса. Это обстоятельство дает возможность определить тенденцию к общему уменьшению отметок в среднем со скоростью 3–5 мм/год.

Для характеристики трассы нивелирования был построен профиль местности по отметкам реперов на линии 8 (рис. 8). На нем наглядно видно, что по трассе имеются существенные перепады высот, что затрудняло процесс высокоточного нивелирования.



Рис. 8

График накопления разностей превышений изображен на рисунке 9. На основании анализа этого графика можно сделать следующие выводы;

– движение нивелирных знаков обусловлено объективными факторами, т.е. современными движениями земной коры или ее деформациями

в результате хозяйственной деятельности человека, а не ошибками измерений, плохой закладкой репера, сезонными колебаниями грунта;

– самыми подвижными являются первые десять реперов, так как они находятся в городе со множеством каналов, расположенных на болотистых землях, и с большой транспортной нагрузкой.



Рис. 9

ЛИТЕРАТУРА

1. Инструкция по нивелированию I, II, III, IV классов / Федеральная служба геодезии и картографии России. – М.: Картгеоцентр-Геодезиздат, 2004. – 244 с.
2. Шароглазова, Г.А. Применение геодезических методов в геодинатике : учеб.-метод. пособие / Шароглазова Г.А. – Новополюк : ПГУ, 2002. – 192 с.

SOME FEATURES OF CLASS I LEVELLING AT THE ST PETERSBURG GEODESIC POLYGON

A. CRYUK

This article reviews some of the features of class I levelling at the St Petersburg geodesic polygon, which are as follows: in the survey and reconstruc-

tion of existing geodetic points network, including satellite methods; class I double levelling by the digital levelling box DiNi03 within St Petersburg and the environs; in office processing levelling results in the programme package CREDO-level.

The work carries out a comparative analysis of the levelling results of previous years and the data obtained in the course of high-precision measurements. There were determined deformations of the benchmarks to 3–5 mm / year, which were caused by modern vertical movements and subsidence of the earth's surface as a result of economic activity.

УДК 528.16:681.3

ПРИМЕНЕНИЯ GPS-ПРИЕМНИКОВ РАЗЛИЧНЫХ КЛАССОВ ТОЧНОСТИ ДЛЯ ОТГРАНИЧЕНИЯ ЛЕСНЫХ УЧАСТКОВ

канд. техн. наук О.В. КРАВЧЕНКО

(Белорусский государственный технологический университет)

Рассмотрены вопросы применения автономных и относительных методов спутниковых определений координат под пологом древостоя. Приведены результаты точности определения координат пунктов навигационными и геодезическими GPS-приемниками. Выдвинуты предложения по повышению точности и надежности результатов спутниковых измерений.

Выполнение геодезических измерений с применением GPS-оборудования для целей лесоустройства и данных учета лесного фонда имеет существенные преимущества перед традиционными методами геодезических измерений.

Такие методы дают возможность автоматизировать процесс сбора и навигационной привязки данных лесных измерений, исключают необходимость прямой видимости между пунктами, позволяют выполнять наблюдения в любую погоду, как в дневное, так и в ночное время и др. В то же время применение GPS-оборудования при работе под пологом древостоя имеет свои особенности, затрудняющие прохождения сигналов от спутников до GPS-приемников, что отрицательно сказывается на точности позиционирования.

Целью исследований является анализ точности результатов автономных и относительных методов спутниковых определений с возможностью