ПРОИЗВОДСТВЕННЫЙ ОПЫТ СОВМЕСТНОГО ПРИМЕНЕНИЯ МЕТОДА ЭЛЕКТРОННОЙ ТАХЕОМЕТРИИ И СПУТНИКОВЫХ ПРИЕМНИКОВ

© Э. И. Ибрагимова, И. Г. Гайрабеков, А. Т. Мишиева

ГГНТУ им. акад. М. Д. Миллионщикова, Грозный, Россия

В процессе проведения реконструкций зданий инженерно-геодезические изыскания дают возможность получить всю необходимую информацию о рельефе земной поверхности и построенных объектах на участке проектирования. Условия выполнения работ и объем изысканий обуславливают структуру изыскательских подразделений. На данные параметры оказывают свое влияние сложность проектирования и строительство исследуемого объекта, поэтому они должны быть отражены в программе изыскательских работ. В данной статье представлен производственный опыт совместного применения метода электронной тахеометрии и спутниковых приемников. Полученная в ходе топографической съемки, входящей в состав инженерно-геодезических изысканий, информация может быть использована в качестве базы для дальнейшего исследования, проектирования и проведения строительных работ.

Ключевые слова: высота сечения рельефа местности, инженерно-геодезическое изыскание, масштаб, планово-высотное обоснование, топография.

Для организации любых мероприятий, имеющих отношение к земле, необходимо предварительное проведение инженерно-геодезических изысканий. Данный вид работ дает возможность обобщить и проанализировать информацию по исследуемому объекту. В случае отсутствия подобных изысканий невозможно проведение строительных работ, работ по благоустройству и озеленению территорий. Ключевая цель инженерно-геодезических изысканий заключается в фиксировании данных об участке, на котором планируются инженерно-строительные работы.

Инженерно-геодезические изыскания выполняются с целью определения рельефа земельного участка, его границ, расположения на нём зданий, строений и сооружений, засаженности деревьями и кустарником, кроме того, в процессе проведения инженерно-геодезических изысканий определяется расположение подземных коммуникаций, их тип и конструктивные параметры. Изыскания проводятся выезжающим на местность инженером-геодезистом: с созданием инженерно-топографического плана (с помощью специализированной

аппаратуры), с камеральной обработкой результатов и составлением отчёта, с согласованием нанесённых на топоплан коммуникаций с организациями – балансодержателями данных коммуникаций. Для выполнения изысканий требуется оформить техническое задание.

Целью проведения изысканий является получение исходных материалов и данных для комплексного изучения условий района работ, необходимых для проектирования объекта.

Результаты геодезических работ позволяют обеспечить точное соответствие проектируемых сооружений проекту и получить исходные геодезические данные для проектирования.

Участок проведения инженерно-геодезических изысканий располагается на территории Российской Федерации, Чеченская Республика, 364030, г. Грозный, пр-т Кирова 6/15 (рис. 1). Перепады высот до 1 метра [2].

Ближайшие населённые пункты: г. Грозный, 3-й микрорайон.

В геоморфологическом отношении г. Грозный расположен у южной границы Алханчуртской долины, на южном склоне Сунженского хребта. Инженерно-геодезические изыскания

— участок работ
 — участки практического тренинга А5, А6

Рис. 1 Схема расположения района изысканий

выполнены в системе координат – местная МСК-86. Система высот – Балтийская 1977 г. По результатам геодезической съемки составлен топографический план в масштабе 1:500. Общая площадь съёмки составляет 5,2 га.

Выполнение полевых изысканий на данном объекте преследует цель получения в полном объеме инженерно-геодезических материалов для создания топографического плана местности, для проектирования «Реконструкция лабораторного корпуса с обустройством участков практического тренинга Центра СПО на базе факультета СПО Грозненского ГГНТУ».

1. Разработка программы инженерных изысканий и согласование с Заказчиком.

2. Топографическая съёмка местности с определением инженерных сетей.

3. Создание топографического плана.

Производство работ производилось в соответствии с действующими нормами и прави-

лами. Производство полевых работ обеспечивалось следующими геодезическими приборами и инструментами, которые были проверены [6]:

Электронный тахеометр SOKKIASet-530RK3 (5")

Дальность измерения до 5000м СКП (средняя квадратическая погрешность) ± 3 мм

СКП (средняя квадратическая погрешность) измерения горизонтального угла $\text{тр}=5''$

СКП (средняя квадратическая погрешность) измерения зенитного расстояния $\text{тр}=5''$

Угловые измерения. Горизонтальные и вертикальные (зенитные расстояния) углы измерены электронным тахеометром SOKKIASet-530RK3 (5") при установке прибора над точкой с точностью 1 мм, и проконтролирована электронным тахеометром SOKKIASet-530RK3 (5") при производстве топографической съемки.

Горизонтальные углы измерялись полным приемом, переставляя лимб примерно на 90° ,

Рис. 2 Топографический план объекта в масштабе 1:500

на каждой точке. При наличии в группе измерений отдельных приемов или углов, результаты которых не удовлетворяют установленным допускам, последние повторялись при тех же установках лимба. Повторные измерения выполнены после окончания наведений по основной программе. По окончании полевой обработки полученные средние значения горизонтальных углов, удовлетворяющие установленным допускам, приняты как истинные.

Зенитные расстояния и вертикальные углы измерены дважды: в прямом и обратном направлениях при двух положениях вертикального круга, на две высоты наведения, преимущественно на 1 м и 1,5 м, а на некоторых – на 1,5 и 2 м. Этот метод позволил получить превыше-

ния на каждую линию в четырех результатах с разницей, не превышающей установленного допуска. Далее проконтролирована электронным тахеометром SOKKIASet-530RK3 (5'') при производстве топографической съемки. Необходимые и избыточные величины связаны между собой определенными математическими условиями, по которым были устранены невязки за все условия, присущие рассматриваемой замкнутой геодезической съемочной сети. Математическая обработка результатов угловых и линейных геодезических измерений выполнены с использованием компьютерных технологий и специальных программ GeoniCS 2013. Инженерная геодезия – автоматизация камеральной обработки инженерно-геодезиче-

ских данных, GeoniCS 2013 – создание цифровой модели местности инженерного назначения, выпуск чертежа топографического плана.

Перед производством работ выполнены все основные поверки прибора, проинструктированы рабочие относительно установки рейки на характерных точках и твердых контурах местности, учитывая технические требования и нормы действующих инструкций. Кроме того, рабочие были обучены ведению журнала тахеометрической съемки и вычислениям отметок на ЭВМ по заранее составленным алгоритмам. Съемка выполнена с помощью электронного тахеометра SOKKIASet-530RK3 (5"). При ведении тахеометрической съемки осуществлялся контроль за сохранением ориентирования лимба прибора. По окончании работ на точке ориентировка проверена и не превышала 1,5'. В целях контроля и во избежание пропусков при съемке определено несколько пикетов, определенных с соседних станций, полученные расхождения в отметках и горизонтальных положениях удовлетворяют требованиям действующих инструкций. Измеренные на станции расстояния до пикетных точек, горизонтальные и вертикальные углы, а также отсчеты горизонтального луча по рейке записаны в полевой журнал, а результаты лазерных измерений записаны в памяти тахеометра SOKKIASet-530RK3 (5"), с которым параллельно велся абрис в условных знаках с пояснительными надписями, примерно выдерживая масштаб съемки. Выполненные полевые работы при тахеометрической съемке незамедлительно камерально обрабатывались. Все виды математической обработки результатов геодезических измерений проводились во вторую руку.

Топографический план масштаба 1:500 составлен на 1 листе (рис. 2). Сплошные горизонтали проведены через 2,0 м и дополнительные 0,5 м [3].

На участках, доступных для беспрепятственного приема спутниковых сигналов от СНС ГЛОНАСС и GPS, топографические работы велись способом Stop&Go, с применением двухчастотных спутниковых геодезических приемников LeicaGS14 и полевых портативных компьютеров (контроллеров) LeicaCS10,

в режиме RTK относительных спутниковых наблюдений. Определение координат точек съемки в режиме RTK велось при заданных параметрах:

- дискретность фиксации измерений – 1 сек.;
- продолжительность наблюдений на одной точке – 10 сек.;
- маска по возвышению – 10°;
- максимальный коэффициент снижения точности измерений – PDOP = 5 ед.;
- число наблюдаемых спутников в один момент времени – не менее 6;
- высотная ошибка по внутренней сходимости – 15 мм;
- плановая ошибка по внутренней сходимости – 20 мм;
- погрешность измерения высоты антенны – 3 мм в одну и другую сторону.

Схема планово-высотного обоснования приведена на рис. 3.

Определение параметров пикетов без процесса «инициализации» не допускалось. В ходе выполнения исследований применялись два или более спутниковых геодезических приемников, один из которых являлся неподвижным, располагался над исходным пунктом изыскательской опорной сети и собирал навигационную информацию, являясь при этом референцной базовой станцией. На рисунке 4 приведены фотоматериалы с объекта съемки.

В ходе производимого наблюдения на референцной базовой станции навигационный компьютер спутникового геодезического приемника рассчитал поправки с учетом параметров известных координат и высот пункта опорной изыскательской сети и рассчитанных на каждый момент времени координат и высот того же самого пункта по информации со спутников.

По результатам инженерных изысканий составлены топографические планы в масштабе 1:500 в формате DWG.

Комплекс выполненных инженерно-геодезических изысканий по полноте, содержанию и точности соответствует нормативным документам, требованиям заказчика, техническому заданию.

Рис. 3 Схема плано-высотного обоснования

Рис. 4 Съёмка местности

ЛИТЕРАТУРА

1. *Интулов И. П.* Инженерная геодезия. Воронеж, 2006. 273 с.
2. Инженерно-геодезические изыскания для строительства СП 11-104-97 / Государственный комитет Российской Федерации по строительству и жилищно-коммунальному комплексу (ГОССТРОЙ РОССИИ). Москва, 2001.
3. Инструкция по топографической съёмке в масштабах 1:2000, 1:1000, 1:500 ГКИНП-02-033-82 (издание официальное). Москва: Недра, 1985. 151 с.

4. Инженерные изыскания для строительства. Основные положения СНиП 11-02-96.
5. Строительные нормы и правила геодезической работы в строительстве. СНиП 3.01.03-84.
6. Теодолиты и другие геодезические угломерные приборы. Методика поверки Госстандарта России.

PRODUCTION EXPERIENCE OF JOINT APPLICATION OF ELECTRON TACHETOMETRY METHOD AND SATELLITE RECEIVERS

© E. I. Ibragimova, I. G. Gayrabekov, A. T. Mishieva
GSTOU named after acad. M. D. Millionshchikov, Grozny, Russia

In the process of reconstructing buildings, engineering and geodetic surveys make it possible to obtain all the necessary information about the relief of the earth's surface and constructed objects on the design site. The terms of the work and the volume of research determine the structure of the survey units. These parameters are influenced by the complexity of the design and construction of the object under study, so they should be reflected in the program of survey work. In this article, while conducting engineering and geodetic surveys for the purpose of designing the reconstruction of the laboratory building, field and office work was carried out, and a topographic plan of the object was drawn up. The information obtained during the topographic survey, which is part of the engineering and geodetic surveys, is used as a basis for further research, design and construction work.

Keywords: cross-sectional height of the terrain, engineering and geodetic survey, scale, planning and altitude justification, topography.

REFERENCES

1. *Intulov, I. P.* (2006) *Inzhenernaya geodeziya* [Engineering geodesy]. Voronezh. 273 p.
2. (2001) *Inzhenerno-geodezicheskie izyskaniya dlya stroitel'stva SP 11-104-97 Gosudarstvennyj komitet Rossijskoj Federacii po stroitel'stvu i zhilishchno-kommunal'nomu kompleksu (GOSSTROJ ROSSII)*. Moskva [Engineering and geodesic surveys for the construction of the joint venture 11-104-97 State Committee of the Russian Federation for construction and housing and communal services (GOSSTROY RUSSIA), Moscow.
3. (1985) *Instrukciya po topograficheskoy s'emke v masshtabah 1:2000, 1:1000, 1:500 GKNP-02-033-82 (izdanie oficial'noe)* [Instructions for topographic surveying on a scale of 1: 2000, 1: 1000, 1: 500 GKNP-02-033-82 (official publication)]. Moscow: «Nedra», 151 p.
4. *Inzhenernye izyskaniya dlya stroitel'stva. Osnovnye polozheniya SNIp11-02-96* [Engineering surveys for the construction of the basic provisions of Snip 11-02-96]
5. *Stroitel'nye normy i pravila geodezicheskoy raboty v stroitel'stve SNIp 3.01.03-84* [Building norms and rules of geodetic work in the construction of SNIp 3.01.03-84]
6. *Teodolity i drugie geodezicheskie uglomernye pribory. Metodika poverki Gosstandarta Rossii* [Theodolites and other geodesic goniometers. Testing method of the Russian Gosstandart]