

БОЯРКИН Г. А.

КОМБИНИРОВАННЫЕ МЕТОДЫ ТОПОГРАФО-ГЕОДЕЗИЧЕСКИХ РАБОТ

Аннотация. Рассмотрены возможности при комбинированном использовании различных современных геодезических приборов, глобальных систем позиционирования (GPS и ГЛОНАСС) при проведении топографо-геодезических работ. Приводится перечень необходимого оборудования и программного обеспечения для их реализации. Проведено сравнение различных приемов и методов проведения топографо-геодезических изысканий, приводятся полученные результаты.

Ключевые слова: топографо-геодезические работы, электронный тахеометр, съемка, система глобального позиционирования (GPS, ГЛОНАСС), комбинированная съемка.

BOYARKIN G. A.

COMBINED METHODS OF TOPOGRAPHIC AND GEODETIC SURVEYS

Abstract. The article considers the combined use of various modern surveying instruments and global positioning systems (GPS and GLONASS) in conducting topographic and geodetic surveys. A list of necessary equipment and software is provided. A comparative analysis of different techniques and methods of conducting a topographic and geodetic survey is presented. The survey results are analyzed.

Keywords: topographic and geodetic survey, electronic total station, global positioning system (GPS, GLONASS), combined survey.

Современные методы выполнения топографо-геодезических работ невозможны без применения систем спутникового позиционирования: американской системы GPS (NAVSTAR) и советской системы ГЛОНАСС [8]. Они основаны на использовании искусственных спутников Земли (ИСЗ) как носителей координат. Указанные спутниковые системы широко используются во всех видах геодезических работ, вытесняя традиционные методы. Определение местоположения точек земной поверхности с помощью спутниковой технологии на порядок увеличили производительность выполнения топографо-геодезических работ. Повышение производительности труда, а также удешевление стоимости работ достигается благодаря простоте и скорости измерений, независимости от погодных условий и времени суток при сохранении высокой точности геодезических работ. Применение данной технологии является приоритетным в существующих экономических условиях [4]. На это указывает и постановление Федерального агентства геодезии и картографии о принятии концепции перевода топографо-геодезического производства на спутниковые методы координатных определений.

Современные технологии в сфере геодезических измерений и изысканий предлагают широкий спектр приборов, обеспечивающих выполнение поставленных перед ними инженерных задач [2; 3; 6]. На данный момент широкое распространение получили электронные тахеометры, а также GNSS-приемники различных модификаций.



Рис. 1. Территория района топографо-геодезических работ.

территорию; создание планово-высотной съемочной сети на территории исследуемого участка с использованием GNSS-приемника в режиме статических наблюдений; проведение съемки местности с использованием электронного тахеометра; топографическая съемка местности с использованием GNSS-приемника в режиме наблюдений RTK; сравнение различных методов топографических исследований.

В Управлении Росреестра по Республике Мордовия была выдана выписка на использование материалов (данных) федерального картографо-геодезического фонда, представленная координатами и отметками высот геодезических пунктов в системе координат СК-13 Балтийской системы высот 1977 г. Плановая и высотная изученность района представлена следующими опорными пунктами: п.п. 2901, п.п. 5235, Телецентр (антенна). Перед началом полевых работ было произведено обследование вышеупомянутых исходных пунктов и выяснено их состояние. Необходимо отметить, что важное значение в процессе сгущения сетей имеет плотность геодезических пунктов на единицу площади. В процессе GPS-наблюдений были задействованы вышеперечисленные пункты, а также заложены рабочие реперы, расположенные непосредственно на изучаемой территории.

Длительность времени наблюдений выбирается в зависимости от длин базовых линий, количества одновременно наблюдаемых спутников, класса используемой спутниковой аппаратуры и условий наблюдений. С учетом всех перечисленных факторов время измерения каждой базовой линии может составлять от 15-20 минут до 2,5-3 часов. Работа с каждым приемником на станции включает: центрирование приемника над пунктом с помощью нитяного или оптического отвеса, измерение высоты антенны с помощью секционной рейки, включение приемника. При измерении в статическом режиме во время работы не требуется производить каких-либо действий. Приемник автоматически тестируется, отыскивает и захватывает все доступные спутники, производит GPS-измерения и заносит в память всю информацию. По истечении необходимого для наблюдений времени мобильный приемник переносят на следующую определяемую точку. После окончания измерений производят обработку полученных результатов, которая включает вычисление длин базовых линий и координат пунктов обоснования в системе координат WGS-84, строгое уравнивание сети по методу наименьших квадратов, трансформирование уравненных координат в государственную или местную (условную) систему координат. Точность определения планового местоположения точек статическим способом достигает (5-10 мм) + 1-2 мм/км, высотного – в 2-3 раза ниже. В процессе проведения работ был использован GNSS-приемник Javad Triumph-1. Камеральные работы по обработке полевых данных GPS-съемки проводились при помощи программного обеспечения GPS Topcon Tools.

Topcon Tools – это простая и мощная программа для постобработки полевых

измерений. Программа предоставляет полную функциональность для обработки и уравнивания полевых геодезических измерений выполненных инструментами фирмы Торсон. В данном комплекте активизирован только модуль постобработки GPS измерений.

На изучаемой территории выполнена топографическая съемка на площади 50 тыс. кв.м. Характер объекта – площадной. Масштаб съемки 1: 500, система координат – СК-13. Топографическая съемка выполнялась согласно действующим инструкциям. Непосредственно перед началом проведения съемки прокладывается теодолитный ход, на который будут опираться точки планово-высотного съемочного обоснования. Планово-высотное положение пунктов (точек) съемочной геодезической сети следует определять проложением теодолитных ходов или развитием триангуляции, трилатерации, линейно-угловых сетей, на основе использования спутниковой геодезической аппаратуры (приемников GPS и др.), прямых, обратных и комбинированных засечек и их сочетанием, ходов технического или тригонометрического нивелирования [9-11]. Длины ходов между исходными пунктами должны быть: при высоте сечения рельефа 0,25 м – 2 км, при высоте сечения рельефа 0,5 м – 8 км; при высоте сечения рельефа 1 м и более – 16 км. В данном случае использовался замкнутый теодолитный ход, опирающийся на планово-высотные пункты опорной геодезической сети на концах теодолитного хода (см. рис.2). Измерения производились электронным тахеометром Focus 6W 5”.

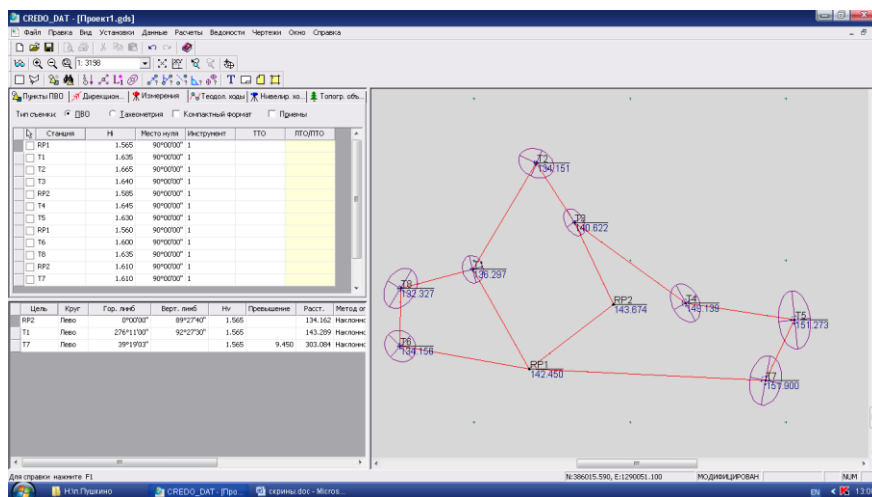


Рис.2. Процесс обработки данных полевых измерений.

Таким образом, плановое обоснование представлено теодолитным ходом 2 класса точности, а высотное – нивелирным ходом с точностью технического нивелирования.

Развитие планово-высотной съемочной сети с использованием электронных тахеометров с регистрацией и накоплением результатов измерений (горизонтальных проложений, дирекционных углов, координат и высот пунктов и точек) допускается выполнять одновременно с производством топографической съемки.

В качестве эксперимента досъемка ситуации и рельефа местности была осуществлена при помощи GPS-приемника в режиме RTK.

GPS-съёмка в режиме RTK (Real Time Kinematics – реальный кинематический режим) – это кинематическая съёмка, когда оценка результатов может быть проведена непосредственно в поле. Съёмки в реальном времени могут быть: одностатотными; двухчастотными с автоматической инициализацией в статическом режиме; двухчастотными с автоматической инициализацией в процессе движения.

При использовании данного режима необходим надежный радиоканал для передачи дифференциальных поправок, а в состав GPS-приемника должен входить радиомодем. Этот режим позволяет получать координаты с точностью до нескольких сантиметров непосредственно в полевых условиях.

Для производства работ был использован GPS-приемник (ровер) Geomax Zenith 10, а также полевой контроллер Getac с программным обеспечением X-Pad.

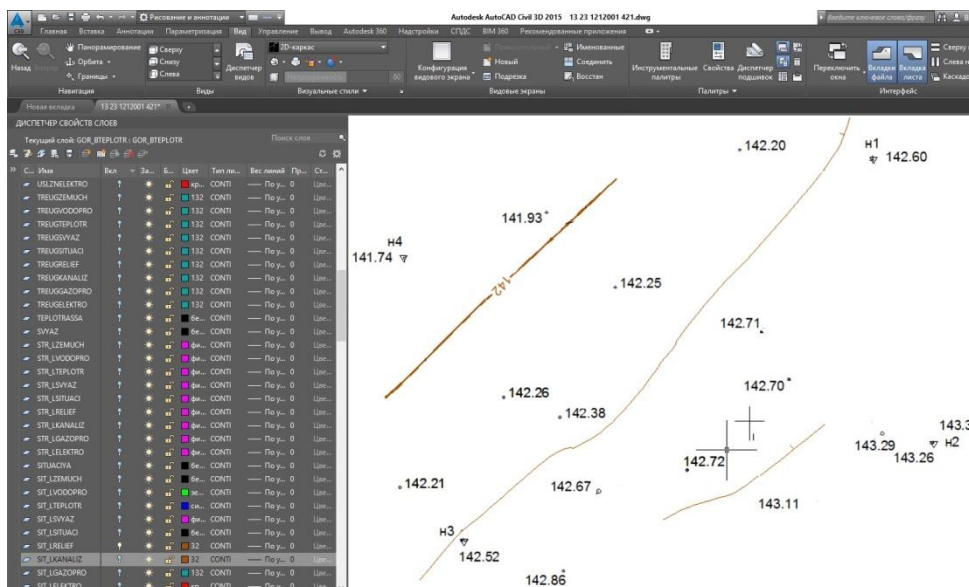


Рис. 3. Фрагмент цифровой модели рельефа на изучаемую территорию.

Результатом научно-исследовательской работы явилось освоение методики работы с различными современными геодезическими приборами (тахеометром Focus 6W 5”) и глобальными системами спутникового позиционирования (GPS и ГЛОНАСС) при их комбинированном использовании с целью создания топографического плана (см. рис.3).

ЛИТЕРАТУРА

1. Варфоломеев А. Ф., Вакулич О. А., Манухов В. Ф. Оценка эколого-хозяйственного баланса территории Темниковского района Республики Мордовия с использованием ГИС-технологий на основе данных дистанционного зондирования // Геодезия и

- картография. – 2016. – № 1. – С. 44-52.
2. Логинов В. Ф., Манухов В. Ф. GPS в геодезическом обеспечении кадастра // Геодезия и картография. – 2005. – № 3. – С. 34-35.
3. Манухов В. Ф. Применение GPS-технологий в инженерно-геодезических разбивочных работах // Актуальные вопросы строительства: мат-лы Всероссийской науч.-тех. конф. – Саранск: Изд-во Морд.ун-та, 2006. – С. 336-337.
4. Манухов В. Ф. Развитие и совершенствование подготовки инженера-картографа в новых экономических условиях // Геодезия и картография. – 2006. – № 7. – С. 35-37.
5. Манухов В. Ф., Ивлиева Н. Г., Манухова В. Ф. Геоинформационные технологии в междисциплинарных исследованиях // Современное образование: содержание, технологии, качество. – 2016. Т.2. – С.35-37.
6. Манухов В. Ф., Ивлиева Н. Г., Муженикова О. И. Основы геодезии, инженерного благоустройства и транспорт: учеб.-метод. комплекс / № 0320702803. гос. регистрации издания в Информрегистре. – Саранск, 2007. – 42 с.
7. Манухов В. Ф., Кислякова Н. А., Варфоломеев А. Ф. Информационные технологии в аэрокосмической подготовке выпускников географов-картографов // Педагогическая информатика. – 2013. – № 2. – С. 27-33.
8. Манухов В. Ф., Разумов О. С., Тюряхин А. С. и др. Определение координат геодезических пунктов спутниковыми методами: учеб. пособие. – Саранск, 2006. – 164 с.
9. Манухов В. Ф., Тюряхин А. С. Глоссарий геодезических терминов: учеб. пособие – Саранск: Изд-во Морд. ун-та, 2005. – 44 с.
10. Родькин И.А., Юртаев А. И., Манухов В. Ф. Создание опорной межевой сети GPS // Естественно-технические исследования: теория, методы, практика. Межвуз. сб. научных трудов. – Вып. IV. – Саранск, 2004. – С.113-114.
11. Ткачев А. Н., Зараев Д. М., Манухов В. Ф. Использование GPS-технологий для проведения землеустроительных работ // Естественно-технические исследования. Теория, методы, практика. – Саранск, 2005. – С.121-122.