

**ВАРФОЛОМЕЕВ А. Ф., ЧУДАЙКИНА О. Ю.**  
**ИСПОЛЬЗОВАНИЕ RTK-РЕЖИМА СИСТЕМ ГЛОБАЛЬНОГО**  
**ПОЗИЦИОНИРОВАНИЯ GPS И ГЛОНАСС ПРИ ПРОВЕДЕНИИ**  
**ТОПОГРАФИЧЕСКИХ РАБОТ**

**Аннотация.** В статье рассматриваются возможности использования RTK-режима глобальных систем позиционирования (GPS и ГЛОНАСС) при проведении топографических работ. Приводится перечень необходимого оборудования и программного обеспечения для реализации метода. Описывается технология настройки оборудования для проведения съемки и приводятся полученные результаты.

**Ключевые слова:** система глобального позиционирования, GPS, ГЛОНАСС, приемник JAVAD TRIUMPH-1, полевой контроллер JAVAD Victor, программное обеспечение Tracy.

**VARFOLOMEYEV A. F., CHUDAYKINA O. YU.**  
**RTK MODE OF GLOBAL POSITIONING SYSTEMS OF GPS AND GLONASS**  
**FOR TOPOGRAPHICAL WORKS**

**Abstract.** The article considers the use of RTK mode of global positioning systems (GPS and GLONASS) for topographical works. The list of necessary equipment and software for realization of the method is provided. The authors describe the technology of equipment adjustment and control as well as present the shooting results.

**Keywords:** system of global positioning, GPS, GLONASS, JAVAD TRIUMPH-1 receiver, JAVAD Victor field controller, Tracy software.

В конце XX в. для определения местоположения точек земной поверхности были развернуты глобальные радионавигационные спутниковые системы. В настоящее время в практике геодезических измерений находят широкое применение системы глобального позиционирования GPS и ГЛОНАСС. Использование данных систем предоставляет геодезистам новые, более производительные возможности при выполнении различных видов топографических работ [3; 7-8]. В рамках использования этих систем фирмами-изготовителями оборудования разработана технология кинематической GPS-съемки в режиме RTK (Real Time Kinematics – реальный кинематический режим).

GPS-съемка в реальном времени – это кинематическая съемка, когда оценка результатов может быть проведена непосредственно в поле. Съемки в реальном времени

могут быть: одночастотными; 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 эффективного использования GPS в геодезических целях необходимо внимательно подходить к выбору метода наблюдений, пунктов сети, оборудования, к планированию и организации наблюдений. GPS состоит из трех отдельных, связанных элементов: наземного сегмента (наземных станций слежения), космического сегмента (спутников) и пользовательского сегмента (персональных приемников GPS). Все три сегмента объединяются посредством передачи и приема радиосигналов.

Обычно в состав спутникового оборудования для RTK-съемки входит комплект из двух или более двухчастотных приемников GPS с антеннами, как минимум одним контроллером, штативом, трегерной установкой для крепления антенны базовой станции и вехой для подвижного приемника. Один комплект, называемый базовой (опорной или референцной) станцией, устанавливается на пункте с известными координатами. Остальные комплекты, называемые мобильными (подвижными или роверами) приемниками, используют для определения координат объектов съемки. Для получения высокоточных координат в режиме реального времени в состав каждого комплекта включают радиомодемы, задача которых принимать спутниковую и служебную информацию, передаваемую от базовой станции [4; 6].

Достоинство съемки в режиме RTK следующие. Во-первых, обеспечивается высокая производительность работы, так как на каждую точку съемки уходит несколько секунд. Во-вторых, качество результатов измерений гарантировано. Исполнитель может записывать готовые координаты в контроллер, отслеживать их качество и точность в любой момент времени, а при необходимости повторить измерения. Режим RTK-съемки позволяет работать в любых системах координат, включая местные системы координат [1; 5].

К сожалению, в режиме RTK есть и ограничения. Основная проблема – ограничение дальности радиоканала, как правило, до 10–15 километров и наличие видимости между модемами базовой станции и подвижного приемника. Кроме того, высока вероятность помех при работе в промышленных районах.

Для успешной работы в режиме RTK необходимо соблюдать следующие условия:

- требуется надежный канал для передачи поправок RTK от базовой станции к подвижному приемнику;
- для успешной инициализации съемки важно, чтобы все приемники одновременно и непрерывно отслеживали сигналы минимум от пяти общих спутников по двум частотам.

В качестве примера с использованием RTK-режима при проведении топографической съемки был выбран объект линейного протяжения в с. Старое Шайгово Республики Мордовия.

Было использовано следующее оборудование: двухчастотные GPS-приемники JAVAD TRIUMPH-1 (47XX – базовый, 48XX – мобильный), один полевой контроллер JAVAD Victor с программным обеспечением Trasy (RUS) (см. рис.1).



Рис. 1. Комплект оборудования для проведения GPS-съемки с использованием RTK-режима.

Начальный этап работ подразумевает включение базового приемника и настройку контроллера на переносном приборе. Производится операция настройки параметров связи базового и мобильного GPS-приемника. Она выполняется с помощью программы Trasy, которая установлена в контроллере и используется для управления GPS-приемником и ведения съемки.

Первоначально запускается приемник, установленный на базе (точке с известными координатами) в режиме базовой станции. Желательно установить базовую станцию непосредственно в районе работ, что позволит качественно выполнить съемку близлежащей

территории. Далее запускается подвижный приемник (ровер) в режиме RTK-съемки. После завершения инициализации на дисплей выводится текущая точность, после чего можно приступить непосредственно к определению координат точек (см. рис. 2).

После проведенных полевых измерений, полученные результаты импортируются в программу ГИС ИнГЕО. На выходе с контроллера формируется итоговый файл с координатами и высотными отметками пикетов (см. рис. 3). ГИС ИнГЕО представляет собой инструментальную многоцелевую ГИС для решения муниципальных задач с использованием крупномасштабных топографических планов (см. рис. 4).



Рис. 2. Настройка контроллера JAVAD Victor на RTK-режим.

```
[SURVEY POINTS]
Count: 134
Format: Имя Север Восток Выс. (эл) Описание
74 404905.121 1244679.337 148.973 точка
75 404882.270 1244709.152 149.157 люк
76 404849.132 1244745.910 149.083 люк
77 404920.118 1244801.012 149.991 люк
78 404962.056 1244834.131 150.218 люк
79 405029.519 1244886.836 150.438 люк
80 405030.261 1244886.439 150.342 точка
81 405029.977 1244887.495 150.427 точка
82 405028.929 1244887.069 150.480 точка
83 405029.221 1244886.073 150.386 точка
84 405079.727 1244924.575 150.007 точка
85 405094.499 1244910.392 150.571 точка
86 405102.822 1244899.581 150.519 точка
87 405148.455 1244885.834 150.807 точка
88 405137.708 1244889.390 150.739 люк
89 405130.466 1244887.469 150.898 люк
90 405119.147 1244882.036 150.588 люк
91 405129.218 1244911.994 150.842 люк
92 405149.863 1244921.761 151.980 люк
93 405160.908 1244926.586 152.014 люк
94 405099.715 1244940.564 151.259 люк
95 405077.867 1244960.205 149.750 люк
96 405079.231 1244960.069 149.701 точка
97 405077.980 1244961.504 149.719 точка
98 405076.635 1244960.290 149.692 точка
```

Рис. 3. Фрагмент выходного файла с контроллера JAVAD Victor.

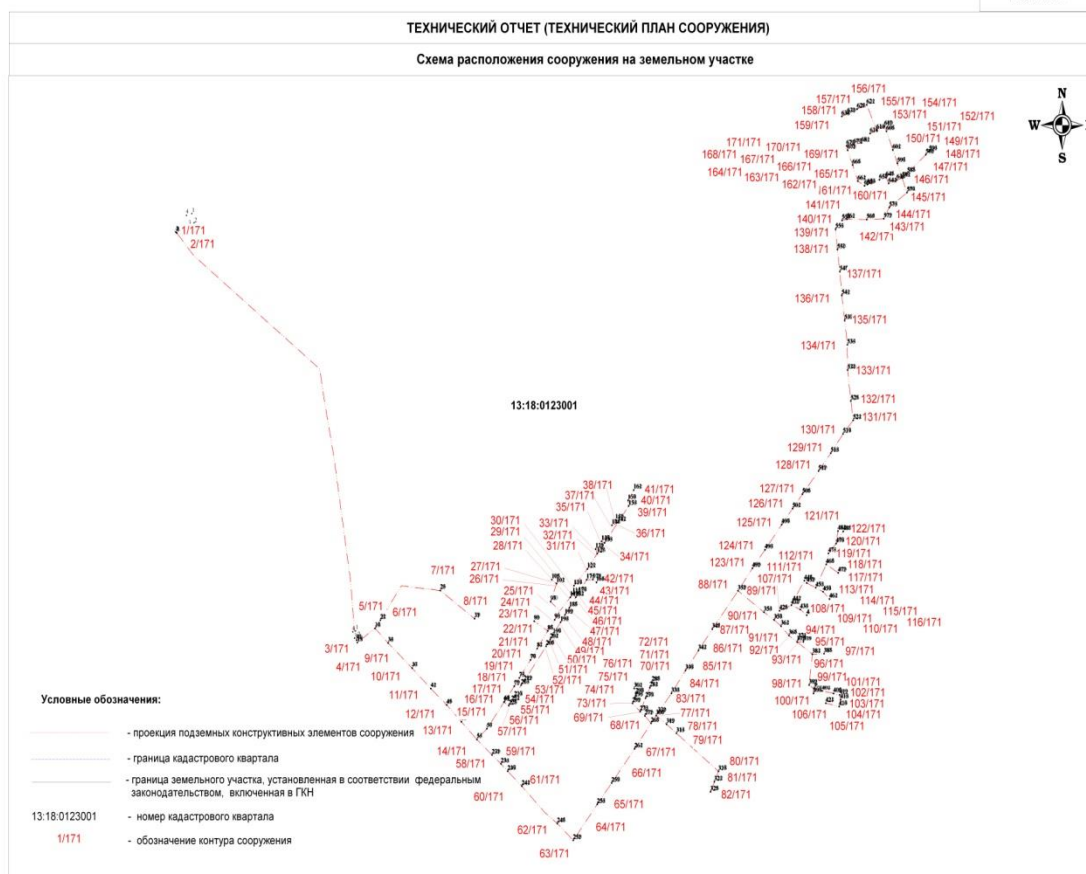


Рис. 4. Итоговый ситуационный план.

Программный продукт предоставляет возможность создания крупномасштабных топографических электронных карт и планов городов с корректной топологической структурой и дежурства по ним; решения комплексных задач градостроительного и земельного кадастров; проведения инвентаризации земель и т. д. [2; 9; 10]. На заключительном этапе в ГИС ИнГЕО формируется окончательный вариант технического отчета.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Варфоломеев А. Ф., Казакова И. А., Молчанова Ю. А. Создание геодезического полигона МГУ им. Н. П. Огарёва с использованием GPS // Картография и геодезия в современном мире: мат-лы Всеросс. науч.-практич. конф., посвященной 50-летию кафедры геодезии, картографии и геоинформатики Мордовского государственного

- университета им. Н. П. Огарева. Саранск, 1 декабря 2010 г. [ред. кол.: В.Ф. Манухов (отв. ред.) и др.]. – Саранск : Изд-во Мордов. ун-та, 2011. – С.157–164.
2. Логинов В. Ф., Манухов В. Ф. Применение глобальной спутниковой системы определения местоположения в геодезическом обеспечении кадастра // Вестник Мордовского университета. – 2005. – № 3-4. – С. 121–123.
  3. Манухов В. Ф. Применение GPS-технологий в инженерно-геодезических разбивочных работах // Актуальные вопросы строительства: мат-лы Всеросс. науч.-тех. конф. – Саранск: Изд-во Мордов. ун-та, 2006. – С. 336–337.
  4. Манухов В. Ф., Тюряхин А. С. Глоссарий терминов спутниковой геодезии: учеб. пособие – Саранск : Изд-во Мордов. ун-та, 2006. – 48 с.
  5. Манухов В. Ф., Разумов О. С., Тюряхин А. С. и др. Определение координат геодезических пунктов спутниковыми методами: учеб. пособие – Саранск, 2006. – 164 с.
  6. Манухов В. Ф., Разумов О.С., Спиридонов А.И. и др. Спутниковые методы определения координат пунктов геодезических сетей: учеб. пособие. – Изд.2-е, испр. и доп. – Саранск : Изд-во Мордов. ун-та, 2011. – 128 с.
  7. Манухов В. Ф. Совершенствование методов топографических съемок и инженерно-геодезических работ с использованием современных технологий // Вестник Мордовского университета. – 2008. – № 1. – С. 105–108.
  8. Манухов В. Ф., Ивлиева Н. Г., Логинов В. Ф. Методика использования инновационных технологий в учебном процессе // Инновационные процессы в высшей школе: мат-лы XIV Всеросс. науч.-практич. конф. Краснодар, 24–28 сентября 2008 г. – Краснодар, 2008. – С. 214–215.
  9. Манухов В. Ф., Коваленко А. К., Логинов В. Ф. Использование современных технологий в учебном процессе // XXXV Огаревские чтения: мат-лы науч. конф.: в 2 ч. Ч. 2. Естественные и технические науки. – Саранск : Изд-во Мордов. ун-та, 2007. – С. 37–39.
  10. 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.