

**ТИМОФЕЕВ М. В.**

**RTK-РЕЖИМ СИСТЕМЫ ГЛОБАЛЬНОГО ПОЗИЦИОНИРОВАНИЯ  
ПРИ ТОПОГРАФИЧЕСКОЙ СЪЕМКЕ ЛИНЕЙНЫХ ОБЪЕКТОВ**

**Аннотация.** В статье были рассмотрены возможности использования RTK-режима глобальных систем позиционирования (GPS и ГЛОНАСС) при проведении топографических работ для реконструкции ЛЭП. 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.

**TIMOFEEV M. V.**

**RTK-MODE OF GLOBAL POSITIONING SYSTEM  
FOR SURVEYING OF LINEAR OBJECTS**

**Abstract.** The article considers the using of RTK-mode of global positioning systems (GPS and GLONASS) in a topographical survey for the power line reconstruction. A list of necessary equipment and software is included. The technology of hardware setting and the survey results are presented.

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

В последние два десятилетия в технологии топографо-геодезических работах произошли коренные изменения. Можно говорить о новой фундаментальной основе геодезических наук – спутниковых системах. В настоящее время спутниковые приемники находят широкое практическое применение во всех видах геодезических работах, а также используются в процессе проведения учебных и научно-исследовательских работ [2; 5; 10]. Они активно вытесняют традиционные методы, которые в будущем, по всей вероятности, будут играть вспомогательную роль и уйдут в историю. Спутниковые технологии определения местоположения точек земной поверхности прочно вошли в геодезическую практику. Они основаны на использовании искусственных спутников Земли (ИСЗ) как носителей координат. Благодаря высокой точности таких методов, независимости от их погодных условий и времени суток, быстроте и простоте измерений, они многократно повышают производительность труда и удешевляют стоимость работ. Федеральное агентство геодезии и картографии с учетом новых обстоятельств своевременно приняло

концепцию перевода топографо-геодезического производства на спутниковые методы координатных определений, которые постепенно будут вытеснять традиционные способы создания опорных геодезических сетей рабочего обоснования топографических съемок и решения многих инженерно-геодезических задач [3; 4]. Использование американской системы GPS (NAVSTAR) и советской системы ГЛОНАСС [6–9]. предоставляют геодезистам новые, более производительные возможности при выполнении различных видов топографических работ.

Термин GPS-технологии (или ГЛОНАСС/GPS технологии) применяются для способов определения координат с применением спутниковых радионавигационных систем (СРНС) – американской системы GPS и российской ГЛОНАСС. Каждая из этих СРНС при полном развертывании состоит из 24 спутников, вращающихся на орбитах с высотой около 20000 км. Спутники непрерывно передают сигналы, содержащие информацию об их положении и точном времени, а также дальномерные коды, позволяющие измерять расстояния.

В настоящее время одним из эффективных методов GPS-съемки является кинематическая съемка в режиме RTK, благодаря которой геодезисты могут получать координаты с точностью до нескольких сантиметров непосредственно в полевых условиях. Но, помимо стандартного GPS-оборудования, работа в режиме реального времени требует наличия дорогостоящих средств радиосвязи и, самое главное, получения специального разрешения на использование радиочастоты. Съемки в реальном времени могут быть: одночастотными, двухчастотными и многочастотными.

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.

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, устанавливают 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.

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. 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 индустриальных районах.

Исследовательская часть включала выполнение топографической съемки для реконструкции ВЛ-6 кВ от ТП-388 до ТП-132 в п. Николаевка г.о. Саранск Республики Мордовия. Для работы было выбрано следующее оборудование: двухчастотные GPS приемники Javad Triumph-1, один полевой контроллер Javad Victor с программным обеспечением Тгасу (см. рис. 1 и 2).



Рис. 1. Приемник Triumph-1.



Рис. 2. Контроллер Javad Victor.

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.

Вначале запускается базовый GPS – приемник в режиме базовой RTK – станции. Выбор базового GPS – приемника связано с тем, что в пределах г.о. Саранск в последние годы наблюдается процесс масштабного дорожного строительства и градостроительной деятельности, сопровождающийся массовой утратой ранее заложенных пунктов опорных межевых сетей, полигонометрии, нивелирования и это ведет к усложнению геодезических и кадастровых работ [1]. Базовый GPS-приемник размещается в ООО «РНИИЦ» г. Саранска. База имеет прямой постоянный IP-адрес (public static IP address). 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.

Проведенные полевые измерения и полученные результаты импортируются в программу CredoMix. CredoMix – программное обеспечение, предназначенное для обработки материалов геодезических изысканий с целью проектирования объектов промышленного, гражданского и транспортного строительства, создания и ведения крупномасштабных цифровых планов городов и промышленных предприятий и т.д. После проведения работы в CredoMix, весь материал импортируется в AutoCad для графической обработки. AutoCAD – двух- и трехмерная система автоматизированного проектирования, черчения и графического

редактирования, разработанная компанией Autodesk. На выходе с контроллера формируется итоговый файл с координатами и высотными отметками пикетов (см. рис. 3).

```
Николаевка ЛЭП — Блокнот
Файл  Правка  Формат  Вид  Справка
[JOB INFO]
Job name: watt
Export date (UTC): 21.11.2014, 06:51:43
Coordinate system: локальная
Height system: высоты эллипсоида
CSID: CSL_LOCAL515
Transformation:
Units: Метры
Delimiter:

[SURVEY POINTS]
Count: 278
Format: Имя  x  y  h
1 386473.999 1288611.178 130.834
2 386475.768 1288612.011 129.984
3 386474.675 1288594.531 130.795
4 386486.524 1288592.726 130.999
5 386491.886 1288604.470 130.907
6 386492.178 1288605.340 130.054
7 386499.646 1288606.396 130.606
8 386498.448 1288603.925 131.016
9 386506.874 1288604.190 130.063
10 386505.447 1288599.497 131.242
11 386510.626 1288597.871 130.068
12 386509.428 1288596.368 130.942
13 386511.581 1288600.320 130.045
14 386512.967 1288604.914 131.367
15 386506.862 1288607.759 130.078
16 386499.642 1288610.983 130.087
17 386500.496 1288613.198 131.271
18 386501.851 1288618.290 130.610
19 386489.893 1288623.629 130.677
20 386483.071 1288621.321 131.633
21 386481.898 1288618.135 130.031
22 386482.827 1288618.906 131.000
23 386501.780 1288627.025 130.647
24 386518.545 1288618.559 131.036
25 386527.075 1288615.451 130.477
26 386535.043 1288613.399 130.864
27 386522.637 1288604.712 130.704
```

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

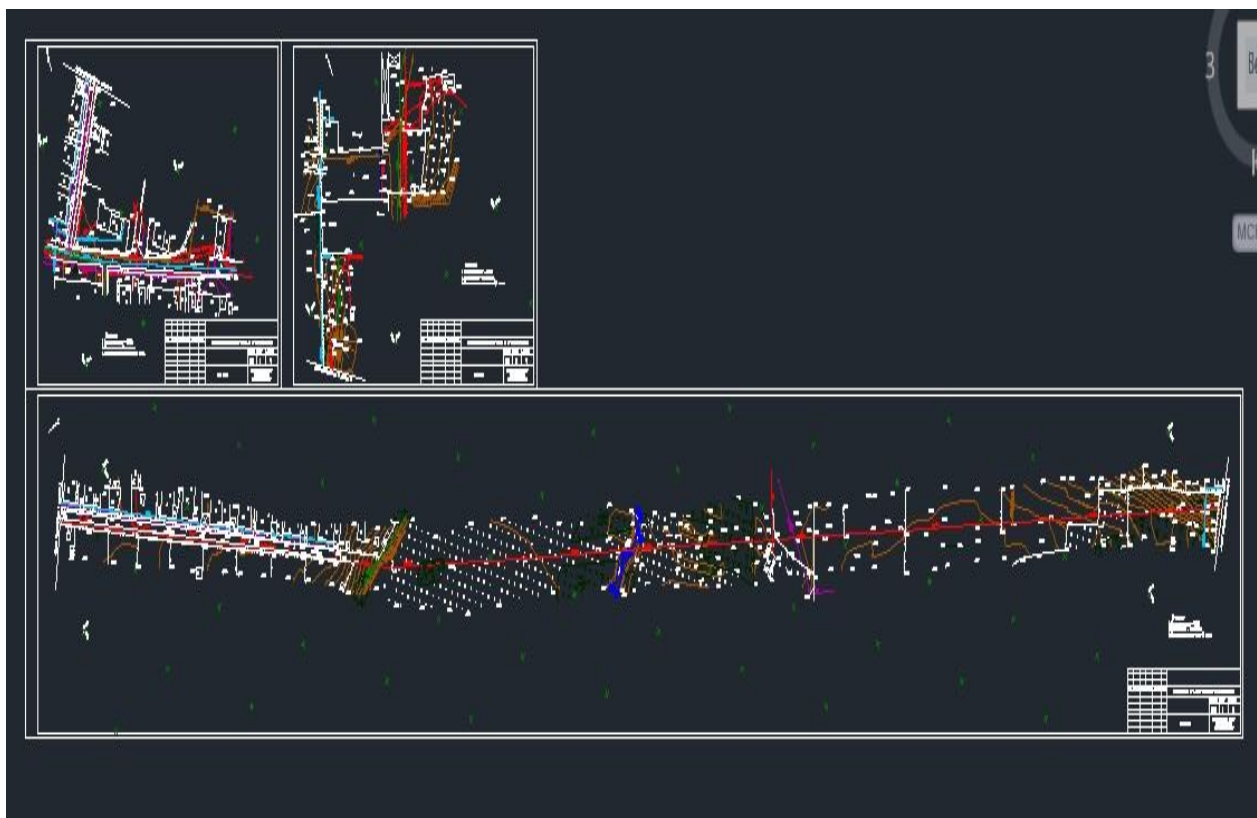


Рис. 4. Итоговый ситуационный план для реконструкции ЛЭП.

Результатом научно-исследовательской работы явилось освоение методики работы с базовым GPS-приемником в режиме базовой RTK-станции, современным оборудованием JAVAD TRIUMPH-1, полевым контроллером JAVAD Victor и программным обеспечением Трасу с построением ситуационного плана для реконструкции ЛЭП.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Логинов Д. В., Сульдин М. И. Опыт создания постоянно действующей референционной станции на территории городского округа Саранск [Электронный ресурс] // Огарев-online. Раздел "Науки о Земле". – 2015. – № 4. – Режим доступа: <http://journal.mrsu.ru/arts/opyt-sozdaniya-postoyanno-dejstvuyushhejj-referencnojj-stancii-na-territorii-gorodskogo-okruga-saransk>.
2. Логинов В. Ф., Манухов В. Ф. GPS в геодезическом обеспечении кадастра // Геодезия и картография. – 2005. – № 3. – С. 34–35.
3. Манухов В.Ф. Совершенствование методов топографических съемок и инженерно-геодезических работ с использованием современных технологий // Вестник Мордов. ун-та. – 2008. – № 1. – С. 105–108.
4. 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.
5. Манухов В. Ф., Ивлиева Н. Г., Логинов В. Ф. Методика использования инновационных технологий в учебном процессе // Инновационные процессы в высшей школе: мат-лы XIV Всероссийской научно-практической конференции. Краснодар, 24–28 сентября 2008 г. – Краснодар, 2008. – С. 214–215.
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 Морд. ун-та, 2011. – 128 с.
7. Манухов В. Ф., Тюряхин А. С. Глоссарий геодезических терминов: учеб. пособие – Саранск : Изд-во Морд. ун-та, 2005. – 44 с.
8. Манухов В. Ф., Тюряхин А. С. Глоссарий терминов спутниковой геодезии: учеб. пособие. – Саранск: Изд-во Морд. ун-та, 2006. – 48 с.
9. Манухова В.Ф., Тимофеев М.В. Об учебном пособии по спутниковым методам определения координат пунктов геодезических сетей // Научные труды Sworld. – 2015. – Т. 6. – № 2(39). – С. 4–7.
10. Манухов В.Ф., Щевелева Г.М. Формирование компетенций в профессиональном образовании картографо-геоинформационного направления // Интеграция образования. – 2014. – № 3. – С. 39–45.