



**ИСПОЛЬЗОВАНИЕ GPS ТЕХНОЛОГИИ В КАДАСТРОВОЙ  
ДЕЯТЕЛЬНОСТИ**

**USE OF GPS TECHNOLOGY IN CADASTRE ACTIVITIES**

**Ариан Сергеевич Далбараев**, ассистент, Северо-Восточный федеральный университет имени М.К.Аммосова

**Давыдов Эдгар Эдуардович**, Студент, Кафедра «Экспертиза управление и кадастр недвижимости», Северо-Восточный федеральный университет им. М.К.Аммосова

**Arian Sergeevich Dalbaraeв**, North-Eastern Federal University. M.K. Ammosova  
**Davydov Edgar Eduardovich**, North-Eastern Federal University named after M.K. Ammosova

**Аннотация.** В настоящее время при кадастровой съемке применяется множество приемов и методов позиционирования. Начиная с последнего десятилетия, позиционирование GPS стало одной из наиболее часто используемых методологий благодаря быстрому развитию спутникового позиционирования. Методы, основанные на этих инструментах, более доступны и эффективны, чем традиционные. Технологии GPS в кадастровой деятельности в настоящее время используются для выполнения полевых съемок для различных приложений, начиная с мониторинга, быстрого

## Международный журнал прикладных наук и технологий "Integral"

картирования и заканчивая кадастровыми съемками и определением местоположения пешеходов. Позиционирование GNSS возможно практически где угодно: распространение наборов микросхем GNSS стало возможным благодаря их небольшому размеру (несколько миллиметров), что позволило интегрировать их также в портативные устройства.

**Annotation.** Currently, many techniques and methods of positioning are used in cadastral surveying. Since the last decade, GPS positioning has become one of the most commonly used methodologies due to the rapid development of satellite positioning. Methods based on these tools are more accessible and effective than traditional ones. GPS technologies in cadastral activities are currently used to perform field surveys for various applications, starting with monitoring, rapid mapping and ending with cadastral surveys and determining the location of pedestrians. GNSS positioning is possible almost anywhere: the distribution of GNSS chipsets became possible due to their small size (several millimeters), which allowed them to be integrated into portable devices as well.

**Ключевые слова:** кадастровая съемка, GPS, инновационные технологии, геодезические методы.

**Keywords:** cadastral survey, GPS, innovative technologies, geodetic methods.

Геодезическую съемку можно определить как метод, полезный для определения абсолютного или относительного трехмерного положения точек на поверхности Земли или над ней. С развитием технологий геодезические методы быстро улучшились. Что касается топографической съемки, то она прошла путь от древних методов, таких как тахеометр, геодиметр, до электромагнитного дальномера, тахеометров, до лазерных сканеров и приемников GPS [5].

Улучшение с точки зрения точности и времени съемки было достигнуто с момента появления спутниковой системы глобального позиционирования. В начале 1990-х необходимо было собрать несколько

## Международный журнал прикладных наук и технологий "Integral"

часов GPS-измерения в статическом режиме для оценки фазовой неоднозначности как целочисленного значения для достижения точности в несколько сантиметров. С появлением нескольких созвездий (спутники ГЛОНАСС, Galileo и Beidou, в дополнение к группировке GPS), а также благодаря развитию спутниковых и приемных систем в течение следующих двадцати лет, появились новые методы, основанные на высокоточных системах реального времени [4].

Кинематическая (RTK) съемка была разработана с использованием одной или нескольких фиксированных базовых станций с известными координатами (называемых ведущими) и одного приемника, местоположение которого неизвестно, определенного как ровер. Это позволило увеличить расстояние между станциями и сократить время съемки. Указанные параметры связаны друг с другом: развитие сети опорных станций позволило лучше оценить атмосферные отклонения и значения фазовой неоднозначности, уменьшив временной интервал для получения «фиксированного» решения (где «фиксированное» означает, что оцениваются фазовые неоднозначности и определяются как целочисленные значения).

С прошлого десятилетия массовые приемники GNSS используются для точного определения местоположения, учитывая некоторую проницательность с точки зрения методов определения местоположения, чтобы уменьшить шум измерений и повысить точность и точность. Эти инструменты более портативны, чем геодезические, и их можно использовать также для определенного типа съемок, известных как кадастровые съемки, когда должны быть определены границы собственности, проектирования, планирования и регулирования. Этот вид съемки ранее основывался на контроле горизонтального и вертикального положения точек с высокой точностью: классический подход основан на измерении углов и расстояний для определения разностей высот, площадей и объемов с использованием тахеометров и отражателей [4].

## Международный журнал прикладных наук и технологий "Integral"

Начиная с начала 2000-х годов, также были введены инструменты GPS для такого рода приложений. Другими словами, проводятся кадастровые изыскания для определения текущих границ недвижимого имущества. С этой целью геодезист должен использовать методы пространственного измерения и правовые нормы для определения положения углов земельных участков и границ собственности [2].

Использование массовых приемников GNSS для приложений реального времени широко распространено по многим причинам, особенно из-за их низкой стоимости и портативных размеров. Очень часто эти приемники собираются в «оценочные комплекты» (состоящие из приемника и патч-антенны) и могут отслеживать не только спутники GPS, но и ГЛОНАСС. Некоторые из них также могут выполнять сетевое кинематическое позиционирование в реальном времени (NRTK) и, в некоторых случаях, использоваться для хранения необработанных данных (измерения псевдодальности, фазы несущей и доплеровские измерения) во внутренней памяти.

Классическим подходом к кинематическому позиционированию в кадастровой деятельности в реальном времени (RTK) является метод с одной базой. Он состоит из одной главной станции, установленной в точке с хорошо известными координатами, и одного подвижного устройства, используемого для измерения неизвестных координат точек в реальном времени.

В настоящее время наиболее распространен сетевой подход. Сеть постоянных станций можно определить как инфраструктуру, состоящую из трех основных частей:

- все постоянные станции GNSS, расположенные в определенной области (среднее расстояние между станциями варьируется от 40 км до 100 км), с точно известными местоположениями, которые передают свои данные в центр управления в режиме реального времени;

## Международный журнал прикладных наук и технологий "Integral"

– центр управления, состоящий из сервера, который принимает и обрабатывает данные всех станций в режиме реального времени, пытается исправить фазовые неоднозначности для всех спутников каждой постоянной станции и оценить все смещения (например, ионосферные и тропосферные задержки и т. д.);

– сетевые продукты, содержащие поправки, которые подвижный приемник должен применить для выполнения съемки NRTK. Эти продукты предоставляются центром управления и транслируются пользователю [5].

В режиме реального времени можно получить различные уровни точности в зависимости от типа приемника (многочастотный, одночастотный или недорогой) и используемой антенны, а также размер сетевого измерения [1].

Помимо необработанных измерений постоянных станций GNSS, из центра управления можно получить потоковые данные, называемые «дифференциальными поправками», для выполнения позиционирования в реальном времени. Смещения, оцененные из центра управления, пространственно сильно коррелированы и могут быть интерполированы в положение различных приемников ровера тремя основными способами:

– с применением основной вспомогательной концепции (MAC): данные от одного из CORS, называемого «ведущим», и первые отличия некоторых других мастер-станций, которые находятся рядом с приемником подвижного приемника, называемые «вспомогательными», передаются на подвижный приемник. Поскольку требуется двухчастотный прибор, этому подходу не могут следовать приемники массового рынка, поскольку они не обладают достаточной вычислительной мощностью для использования этого метода и не используют более одной частоты GNSS;

– с применением параметра Flächen-Korrektur-Parameter (FKP): сеть моделирует все смещения внутри области сети, используя очень простые линейные функции, и передает данные станции, обычно ближайшей к марсоходу, вместе с параметрами этой модели. Ровер должен

## Международный журнал прикладных наук и технологий "Integral"

интерполировать эти данные в своем местоположении и применять это с учетом его приблизительного местоположения;

– с применением виртуальной эталонной станции (VRS®): программное обеспечение сети моделирует, а также интерполирует все смещения в положении приемника подвижного приемника, как если бы они исходили от существующей реальной главной станции [4].

Этот последний метод идеален для одночастотных или массовых приемников, несмотря на то, что он более сложен для сетевого программного обеспечения. Он также позволяет напрямую генерировать из центра управления «синтетический» файл данных, который в идеале эквивалентен файлам, которые могут быть сгенерированы постоянной станцией, расположенной рядом с площадкой ровера, что особенно полезно для постобработки. Эти файлы создаются в стандартном формате RINEX и также называются «Virtual Rinex».

Также можно получить ближайшую поправку (NRT) и использовать ее в подходе NRTK: в этом случае поправки получают непосредственно с ближайшей постоянной станции. Таким образом, это неправильная сетевая коррекция, даже если сетевое программное обеспечение вычисляет сетевое решение с ближайшей станцией и оценивает коррекцию после этого вычисления. Этот факт снижает вероятность неправильной оценки систематических ошибок на этой постоянной станции.

Когда подвижный приемник использует и применяет дифференциальные поправки, предоставляемые сетью, он также может исправлять фазовые неоднозначности и может достигать высокой точности позиционирования в режиме реального времени. В дополнение к точности интересным параметром, который можно проанализировать, является время до первого исправления (TTFF), которое представляет минимальное время, которое требуется приемнику, прежде чем объявить фазовые неоднозначности как фиксированные [4].

## Международный журнал прикладных наук и технологий "Integral"

Чтобы исследовать результаты позиционирования, которые можно получить с помощью различных методов GNSS для кадастровой съемки с учетом массовых приемников, были использованы одночастотный (L1) и многоканальный (GPS, ГЛОНАСС и Beidou) приемник и недорогая антенна.

При использовании геодезических инструментов программное обеспечение для получения решения в реальном времени должно быть предоставлено компанией, продающей устройство. Таким образом, необходимо рассмотреть программное обеспечение, которое способно управлять сигналами GNSS и обрабатывать их, чтобы обеспечить решение в реальном времени [3].

Кроме того, геодезические инструменты также оснащены дисплеем, на котором отображаются результаты и карты в реальном времени; опять же, в ситуации с недорогими устройствами этого не произойдет: поэтому, чтобы преодолеть эти проблемы, можно рассмотреть ноутбук или мобильное устройство с дисплеем, на котором установлено программное обеспечение обработки GNSS. Это программное обеспечение позволяет управлять как исходными данными (измерения псевдодальности и фазы несущей) многих массовых приемников GNSS (в том числе u-blox), так и потоковыми данными, поступающими из сети постоянных станций, использующей аутентификацию NTRIP. Он позволяет осуществлять многочастотное (L1, L2, L5) и мульти-позиционирование (GPS, ГЛОНАСС, Galileo, BeiDou, QZSS) с возможностью установки различных параметров, начиная с базовых до более конкретных.

Использование одночастотных приемников GNSS для массового рынка можно считать полезным для кадастровых съемок с некоторыми корректировками. Если расстояние между главным приемником и подвижным приемником составляет менее 5 км, можно использовать методологию с одной базой, а при увеличении расстояния между станциями лучше использовать определение местоположения NRTK, если доступна сеть CORS. Эти результаты открывают новые перспективы в кадастровой съемке

## Международный журнал прикладных наук и технологий "Integral"

GNSS, позволяя использовать портативные и недорогие устройства без потери точности или точности в оценке координат точек [3].

Таким образом, технологии GPS в кадастровой деятельности в настоящее время используются для выполнения полевых съемок для различных приложений, начиная с мониторинга, быстрого картирования и заканчивая кадастровыми съемками и определением местоположения пешеходов. Позиционирование GNSS возможно практически где угодно: распространение наборов микросхем GNSS стало возможным благодаря их небольшому размеру (несколько миллиметров), что позволило интегрировать их также в портативные устройства.

### Список литературы

1. Хабарова И.А., Хабаров Д.А., Попова О.О., Кожевников В.А. Цифровизация процесса осуществления кадастрового учёта // Вектор ГеоНаук. 2019. №3.
2. Бугаевский Л.М. Геоинформационные системы: Учебное пособие для вузов.- М.: Златоуст, 2016. - 222с
3. M. Tsakiri Evaluation of GPS/Galileo RTK network configuration: case study in Greece J. Surv. Eng., 137 (4) (2011), pp. 156-166
4. P.J.G. Teunissen, R. Odolinski, D. Odijk Instantaneous BeiDou+GPS RTK positioning with high cut-off elevation angles J. Geod., 88 (4) (2014), pp. 335-350
5. R. CuneytErenoglu A comprehensive evaluation of GNSS- and CORS-based positioning and terrestrial surveying for cadastral surveys Surv. Rev., 49 (352) (2017), pp. 28-38

### List of literature

1. Khabarov I. A., Khabarov D. A., Popova O. O., Kozhevnikov V. A. Digitalization of the cadastral accounting process / / Vector Geosciences. 2019. No. 3.
2. Bugaevsky L. M. Geoinformation systems: A textbook for universities. - M.: Zlatoust, 2016. - 222s



3. M. Committed resulting in the Assessment of network configuration GPS/Galileo RTK: a case study in Greece J. surg. Eng., 137 (4) (2011), p. 156-166
4. P. John. G. Teunissen, R. Dolinsky, D. about one Instant positioning of BeiDou+GPS RTK with high elevation angles of the cut J. God., 88 (4) (2014), p. 335-350
5. R. KuneitErenoglu Comprehensive assessment of positioning based on GNSS and CORS and ground survey for cadastral surveys. Rev., 49 (352) (2017), pp. 28-38

