

УДК 528

СЕТИ СПУТНИКОВЫХ ПОСТОЯННО ДЕЙСТВУЮЩИХ РЕФЕРЕНЦНЫХ СТАНЦИЙ В ТВЕРСКОЙ ОБЛАСТИ

В.В. Венчакова, Д.С. Лебедев, О.Е. Лазарев

Тверской государственный технический университет, Тверь

В статье рассмотрены наиболее популярные сети постоянно действующих референцных станций. Проведен анализ размещения базовых станций на территории Тверской области и зон покрытия территории области при использовании RTK-режима и режима постобработки при проведении геодезических съемок.

Ключевые слова: базовая станция, сеть спутниковых постоянно действующих референцных станций, режим RTK, режим постобработки, радиус зоны покрытия.

В последнее время с развитием глобальных навигационных спутниковых систем (ГНСС) при межевании земель всё активнее используется новая геодезическая технология – использование геодезических спутниковых приемников (базовых станций) для картографо-геодезических работ. Осуществление съемки с помощью геодезических спутниковых приемников обусловлено рядом преимуществ, к которым относятся: оперативность, всепогодность, максимальная точность и эффективность.

Для того чтобы сократить время на геодезическую съемку и оптимизировать процесс спутниковых измерений на территории регионов устанавливают постоянно действующие референцные станции. Относительно этих станций можно производить съемку объекта, который необходимо закоординировать.

Одиночная постоянно действующая базовая станция включает в себя: ГНСС-приемник, спутниковую антенну, источник бесперебойного питания, средства связи, системы грозозащиты и молниеотводы, которые устанавливаются стационарно на специально подготовленное место [1].

Совокупность одиночных постоянно действующих референцных станций образует единую сеть пунктов, установленных на зданиях или на специальных конструкциях. Сети пунктов референцных станций дополняют сеть пунктов государственной геодезической сети (ГГС) и позволяют решать задачу координатного обеспечения регионов.

Первая в России спутниковая система точного позиционирования, включающая аппаратно-программный комплекс сети постоянно действующих спутниковых референцных станций, была создана в 2004 г. по заказу ВИСХАГИ (Всероссийского института сельскохозяйственных и аэрофотогеодезических изысканий). Она состояла из 22 референцных станций, расположенных на территории Московской области [2]. В

дальнейшем это направление приобрело более широкое распространение. Стали появляться современные инфраструктурные проекты, направленные на поддержку пользователей спутникового геодезического оборудования других регионов Российской Федерации. Сети могут варьироваться по размеру от небольших локальных сетей, состоящих из нескольких базовых станций, до обширных национальных проектов, которые покрывают территорию всей страны.

Необходимо отметить, что координаты базовых станций сети в качестве геодезической основы для Единого государственного реестра недвижимости (ЕГРН) использоваться не могут. В ст. 6 федерального закона от 13.07.2015 № 218-ФЗ «О государственной регистрации недвижимости» прописано, что геодезической основой ЕГРН являются государственные геодезические сети, а также геодезические сети специального назначения (опорные межевые сети) [3]. Следовательно, координаты базовых станций не могут указываться в технических и межевых планах в качестве геодезической основы ЕГРН. Базовые станции необходимо рассматривать как средство измерений, с помощью которого при выполнении кадастровых работ осуществляется передача координат от пунктов исходной геодезической основы к определяемым точкам местности для получения значений координат характерных точек границ объектов недвижимости.

Для определения координат используются такие глобальные навигационные спутниковые системы, как ГЛОНАСС (Россия), GPS (США), Галилео (Европейский Союз) и Компас (Китай).

Единая сеть постоянно действующих референцных станций задает единую геодезическую основу и позволяет автоматизировать процесс определения координат объектов в режимах реального времени (RTK – Real Time Kinematic – «кинематика реального времени») и режиме постобработки.

В обоих случаях принцип работы заключается в передаче спутниками GPS/ГЛОНАСС/Галилео/Компас навигационной информации референцным станциям и затем уже от них подвижным приемникам (роверам).

Геодезист с помощью контроллера подключается к центральному серверу, который управляет сетью референцных станций, и отправляет координаты, после чего ему передаются от сервера поправки. В результате геодезист получает данные непосредственно на объекте за несколько секунд с точностью до нескольких сантиметров. Для этого требуется либо радиосвязь, либо GSM-связь между базовым и роверным приемниками, снабженными радио- или GSM-модемами. Таким образом осуществляются измерения в режиме RTK.

При использовании режима постобработки сначала выполняются полевые измерения заданных точек, а затем осуществляется перенос данных с приемника на компьютер, и производится обработка измерений

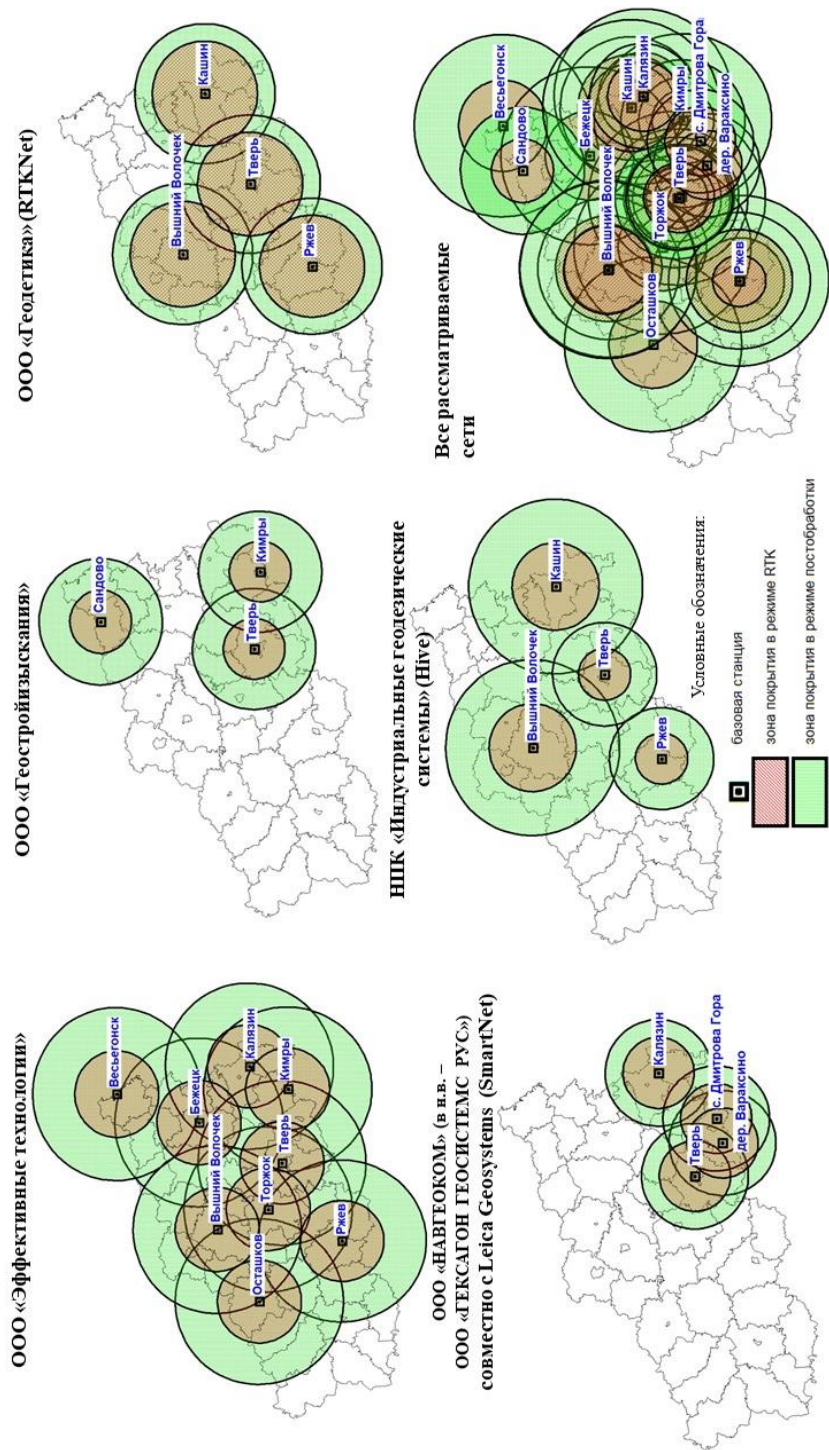
с использованием специализированного программного обеспечения. Режим постобработки требует более продолжительного сеанса по времени, зато достигается более высокая точность.

Режим реального времени (RTK) является самым быстрым методом съемки спутниковыми приемниками, но менее точным по сравнению с режимом постобработки. Он подходит для топографической съемки, межевания земель, выноса точек в натуру. Минимально рекомендуемое количество базовых станций для обеспечения бесперебойной работы сети с гарантированной выдачей сетевых RTK-поправок составляет 4-5 станций [4].

В настоящее время на территории Тверской области, как и в других регионах, постепенно осуществляется развитие сетей постоянно действующих базовых станций (рис. 1).

На рис. 1 представлены наиболее популярные и активно развивающиеся сети постоянно действующих референчных станций следующих компаний: ООО «Эффективные технологии», ООО «Геостройизыскания», ООО «Геодетика» (RTKNet), ООО «НАВГЕОКОМ» (с 16 мая 2017 года – ООО «ГЕКСАГОН ГЕОСИСТЕМС РУС») совместно с Leica Geosystems (SmartNet) и НПК «Индустриальные геодезические системы» (Hive).

Постоянно действующие базовые станции на территории региона установлены неравномерно. Станции сетей размещаются не по принципу равносторонних треугольников (триангуляция), а по принципу близости к существующим и потенциальным потребителям этих услуг. Такой вариант расположения базовых референчных станций на территории региона объясняется тем, что экономически не целесообразно размещать их в районах Тверской области с малой плотностью населения, поскольку вероятность их потенциального использования крайне мала. Если посмотреть на рис. 1, то можно увидеть, что станции всех вышеназванных компаний располагаются в областном центре – Тверь, а также в районах, граничащих с областным центром и вблизи границ с Московской областью. В этой части Тверской области активнее идет освоение земель под частное строительство жителями Московского региона и области. Важную роль также играют хорошо развитая транспортная сеть, промышленность и сельское хозяйство.



Р и с. 1. Сети спутниковых постоянно действующих референсных станций в Тверской области

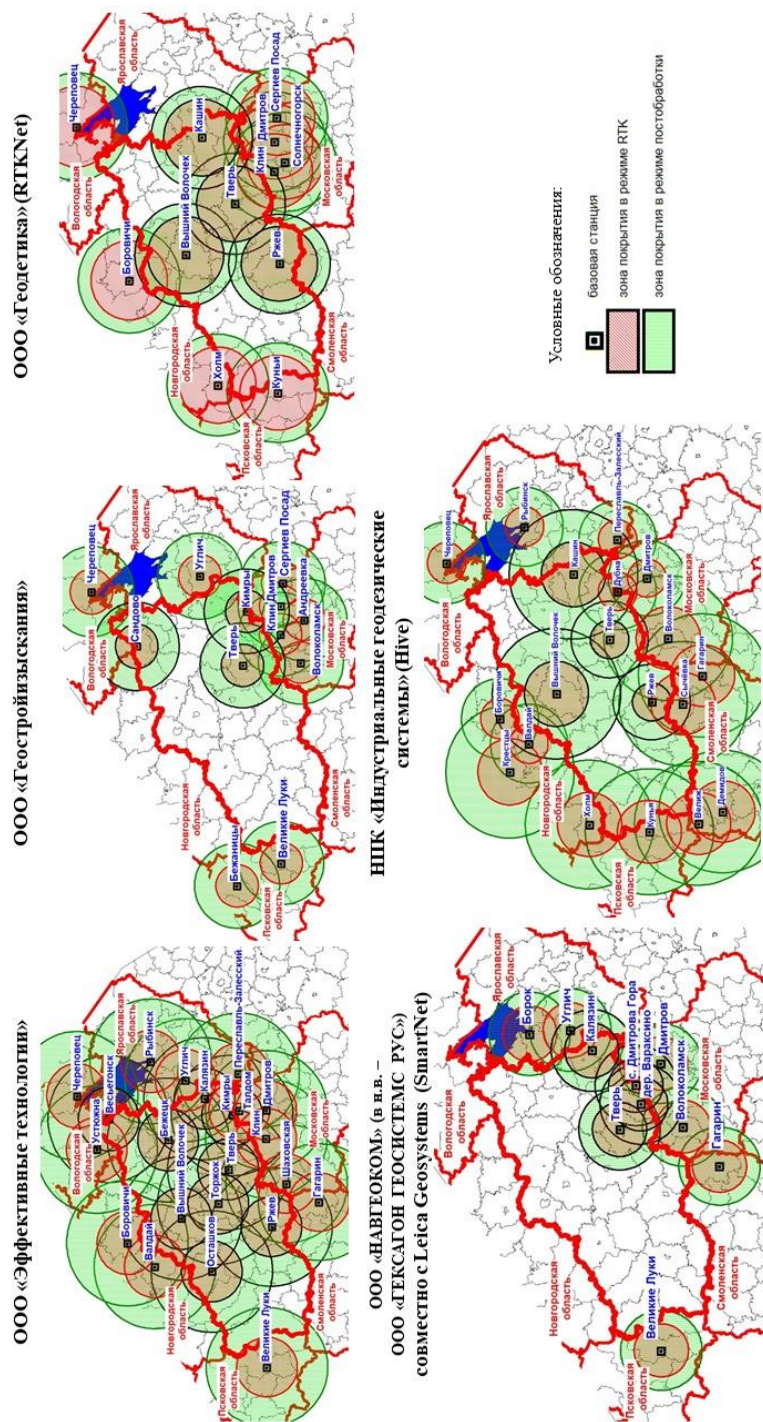
Количество базовых референционных станций на территории Тверского региона рассматриваемых компаний сильно отличается (рис. 1). Это связано, вероятно, с разной скоростью развития проектов по поддержке пользователей геодезического спутникового оборудования.

Видно, что ООО «Эффективные технологии» разместила свои референционные станции (РС) относительно равномерно по территории области. В результате этого практически в любой точке зоны покрытия станций геодезист получит данные или в режиме РТК, или в режиме постобработки. Напротив, компания ООО «Геостройизыскания» имеет всего лишь три РС в рассматриваемом регионе, что негативно сказывается на получении координат геодезистом, особенно если он находится в центральной или западной части Тверской области. По мере удаления от базовых станций увеличиваются погрешности в измерениях пропорционально расстоянию [5].

Используя доступ к станциям сети RTKNet и Nive, можно с высокой точностью определить координаты объекта на местности только в северной, южной и юго-восточной части субъекта РФ, в то время как размещение референционных станций компании ООО «НАВГЕОКОМ» объясняется несколько иначе. SmartNet – это сеть, которая обслуживает в основном Московскую область, то появление РС на границе Тверской и Московской областей – вполне закономерное событие.

Обращая внимание на совместное расположение сразу всех базовых РС рассматриваемых компаний (рис. 1), можно видеть, что юго-западная территория Тверской области не оказывается в зоне покрытия ни одной из сетей базовых станций, что сказывается на неточном определении координат объекта из-за удаленности РС.

Если рассмотреть расположение базовых станций в смежных Тверской области административных областях, то картина будет несколько иная (рис. 2). Так, базовые станции компании ООО «Эффективные технологии» располагаются недалеко от границ Тверской области, практически опоясывают ее контур за исключением юго-западной и северо-западной части Тверской области. При проведении картографо-геодезических работ такое расположение базовых станций выгодно, так как геодезист с ровером, находясь вблизи



Р и с. 2. Сети спутниковых постоянно действующих референсных станций в Тверской области и смежных областях

границы Тверского региона, получает информацию не только со станций Тверской области, но и со станций соседних областей.

Поскольку на западе Тверской области постоянно действующих станций крайне мало, «Эффективные технологии» расположили РС в Великих Луках. Однако зоны покрытия этой базовой станции не достаточно, чтобы получить данные об объекте, находящемся на территории юго-запада Тверского региона с минимальной погрешностью в режиме постобработки, а зона покрытия станции в режиме РТК вовсе доходит лишь до границы области (рис. 2).

Базовые станции ООО «Геостройизыскания» плотно расположены на севере Московской области. Зоны покрытия РС, расположенных в Псковской области, захватывают незначительную территорию на западе Тверской области. Базовая станция, располагающаяся в г. Угличе Ярославской области, также захватывают незначительную территорию на востоке Тверской области.

ООО «Геодетика» (RTKNet) распределила свои базовые станции аналогично станциям компании «Геостройизыскания», лишь с тем отличием, что в зону покрытия станции в Боровичах Новгородской области попадает незначительная часть территории на севере Тверской области. Также, видно, что на западе Тверского субъекта РС сети RTKNet расположены ближе к границе. Очевидно, что при необходимости произвести съемку в реальном времени в западных районах Тверской области, целесообразно будет использовать станции именно этой сети, поскольку, ко всему прочему, радиус зоны покрытия станций в режиме РТК у нее больше, чем у РС других компаний.

Кроме одной РС, расположенной в Великих Луках, компания ООО «НАВГЕОКОМ» разместила свои постоянно действующие станции вблизи южной, юго-восточной и восточной границы Тверского региона. Стоит отметить, что на границе Тверской и Московской области РС расположены особенно плотно, что позволяет геодезисту, работая в тех районах, непосредственно на месте получать РТК-поправки и осуществлять свою деятельность.

Постоянно действующие референчные станции сети Nive распределены практически равномерно вдоль линии границы Тверской области, кроме ее северо-восточной части. Однако зоны покрытия приграничных РС и станций, расположенных в пределах Тверского региона, не достаточно, чтобы обеспечить получение точных координат в режимах РТК и постобработки в юго-западном и северо-восточном районах Тверской области.

Также нужно помнить, что в каждом субъекте Российской Федерации при ведении государственного кадастра недвижимости используется своя местная система координат (МСК). Например, для Тверской области это МСК-69 (в которой имеются 3 координатные зоны), а для Московской – МСК-50 (2 координатные зоны). Это значит, что

координаты одного и того же объекта в МСК-69 и МСК-50 отличаются. Поэтому при сборе информации об объекте, находящемся в Тверской области, и использовании данных с референчных станций соседних областей, необходимо выполнить пересчет координат из одной местной системы в другую или же перейти из обоих МСК в единую государственную систему координат.

Также следует отметить, что радиус действия всех референчных станций сетей различен. Так, в режиме реального времени (RTK) он доходит до 60 километров. А в статическом режиме до 100 километров. Зона покрытия каждой базовой станции зависит от множества различных факторов: типа оборудования, которое на станциях установлено, количества частот, офисного ПО, времени и места измерений и т.д.

Таким образом, при планировании геодезических работ на территории Тверской области необходимо учитывать расположение ближайших базовых станций на территории Тверской и граничащих с ней областей, а также понять, к какой из существующих сетей удобнее и целесообразнее получить доступ, поскольку расположение РС, а также радиусы покрытия зон разных компаний заметно отличается друг от друга.

Немаловажным является тот факт, что количество базовых РС, расположенных на территории Тверской области, является недостаточным для геодезического обеспечения кадастровых работ. В юго-западной и западной части региона отсутствуют постоянно действующие референчные станции, и, как следствие, определение координат в этой зоне получается неточным, особенно в режиме RTK. Для проведения геодезических работ с использованием сетей спутниковых постоянно действующих референчных станций в юго-западной и западной части Тверской области необходимы дополнительные референчные станции.

Список литературы

1. Михеев С.П., Казаков Д.Ю. Развитие опорных геодезических сетей для контроля безопасной эксплуатации подводных переходов магистральных трубопроводов. [Электронный ресурс] // Научная статья из журнала «Наука и технологии трубопроводного транспорта нефти и нефтепродуктов». Режим доступа: https://elibrary.ru/download/elibrary_22806374_38849770.pdf.
2. Официальный сайт компании SmartNet Russia [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://smartnet-ru.com/o-proekte_874.htm.
3. Федеральный закон от 13.07.2015 N 218-ФЗ «О государственной регистрации недвижимости» (с изм. и доп., вступ. в силу с 11.08.2017) [Электронный ресурс]: // Консультант Плюс: справочно-правовая система / Компания «Консультант Плюс». – Электрон, дан. – Режим доступа: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_182661/cec950b7d67461cec8418d349b532c4574a9db11.

4. Козел А.Е. Использование сети постоянно действующих базовых станций для оценки характеристик дорожного движения. [Электронный ресурс]://Научная статья из журнала «Научные чтения памяти профессора М.П. Даниловского». Режим доступа: https://elibrary.ru/download/elibrary_20534143_98035867.pdf .
5. Евстафьев О.В. Наземная инфраструктура ГНСС для точного позиционирования//Под ред. В.В. Грошева. – М.: ООО «Издательство «Перспект», 2009. С.10.

PERMANENTLY OPERATING BASE STATION NETWORKS IN TVER REGION

V.V. Venchakova, D.S. Lebedev, O.E. Lazarev

Tver State Technical University, Tver

The article considers the most popular networks of permanent reference stations. The analysis of the placement of base stations in the Tver region and coverage areas of the field when using RTK mode and post-processing when conducting surveys.

Keywords: *base station, permanently operating base stations satellite network, RTK-mode, postprocessing mode, the radius of the coverage area.*

Об авторах:

ВЕНЧАКОВА Виктория Викторовна – студентка 4-го курса кафедры геодезии и кадастра ФГБОУ ВО «Тверской государственный технический университет», г. Тверь. E-mail: nearthesun1996@mail.ru

ЛЕБЕДЕВ Дмитрий Сергеевич – студент 3-его курса кафедры конструкций и сооружений ФГБОУ ВО «Тверской государственный технический университет», г. Тверь. E-mail: lebedevdiman97@yandex.ru

ЛАЗАРЕВ Олег Евгеньевич – заведующий лабораторией кафедры геодезии и кадастра ФГБОУ ВО «Тверской государственный технический университет», г. Тверь. E-mail: Lazarev_TVGU@mail.ru