

ЭТАПЫ СОЗДАНИЯ В РОССИИ СЕТЕЙ ПОСТОЯННО ДЕЙСТВУЮЩИХ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫХ ГЕОДЕЗИЧЕСКИХ СТАНЦИЙ

Левитская Т.И.¹, Сысолятина Л.В.², Родионов Ф.В.²

¹ *Уральский федеральный университет, Екатеринбург, Россия,
t.i.levitskaya@urfu.ru*

² *«Эталон Урал Плюс», Екатеринбург, Россия*

Всероссийская астрометрическая конференция “Пулково-2018”

Обзор состояния существующих постоянно действующих дифференциальных геодезических станций ГНСС

Актуальность создания в России постоянно действующих спутниковых станций возникла вследствие выявления существенных недостатков традиционных методов измерений в геодезии.

Рассмотрим имеющиеся в настоящее время сети в России, начало их появления, а также разработанный авторами проект постоянно действующей дифференциальной геодезической станции на территории Свердловской области.

В настоящее время одним из современных перспективных направлений в геодезии является технология оперативного и точного определения пространственных координат – система точного позиционирования (СТП) с использованием глобальных навигационных спутниковых систем (ГНСС) на сетях постоянно действующих дифференциальных геодезических станций.

С 2003 г. по настоящее время в России имеется более 1500 постоянно действующих дифференциальных станций (ПДДС) ГНСС, установленных за счет средств федерального и регионального бюджетов, частного капитала.

Однако остаются нерешенными ряд вопросов создания и эксплуатации СТП: разработка правовой основы для легитимного использования информации и нормативно-технические документы, дающие единые требования к созданию и эксплуатации сетей на территории РФ.



Рисунок 1 – Расположение спутниковых систем точного позиционирования (СП) на территории России [Евстафьев О.В. Тенденции и проблемы развития спутниковых СП в России // Геопрофи . – 2012. – № 3]



Рисунок 2 - Постоянно действующая базовая станция ГНСС
[<https://sibas.info/studconf/science/XXIX/83041>]

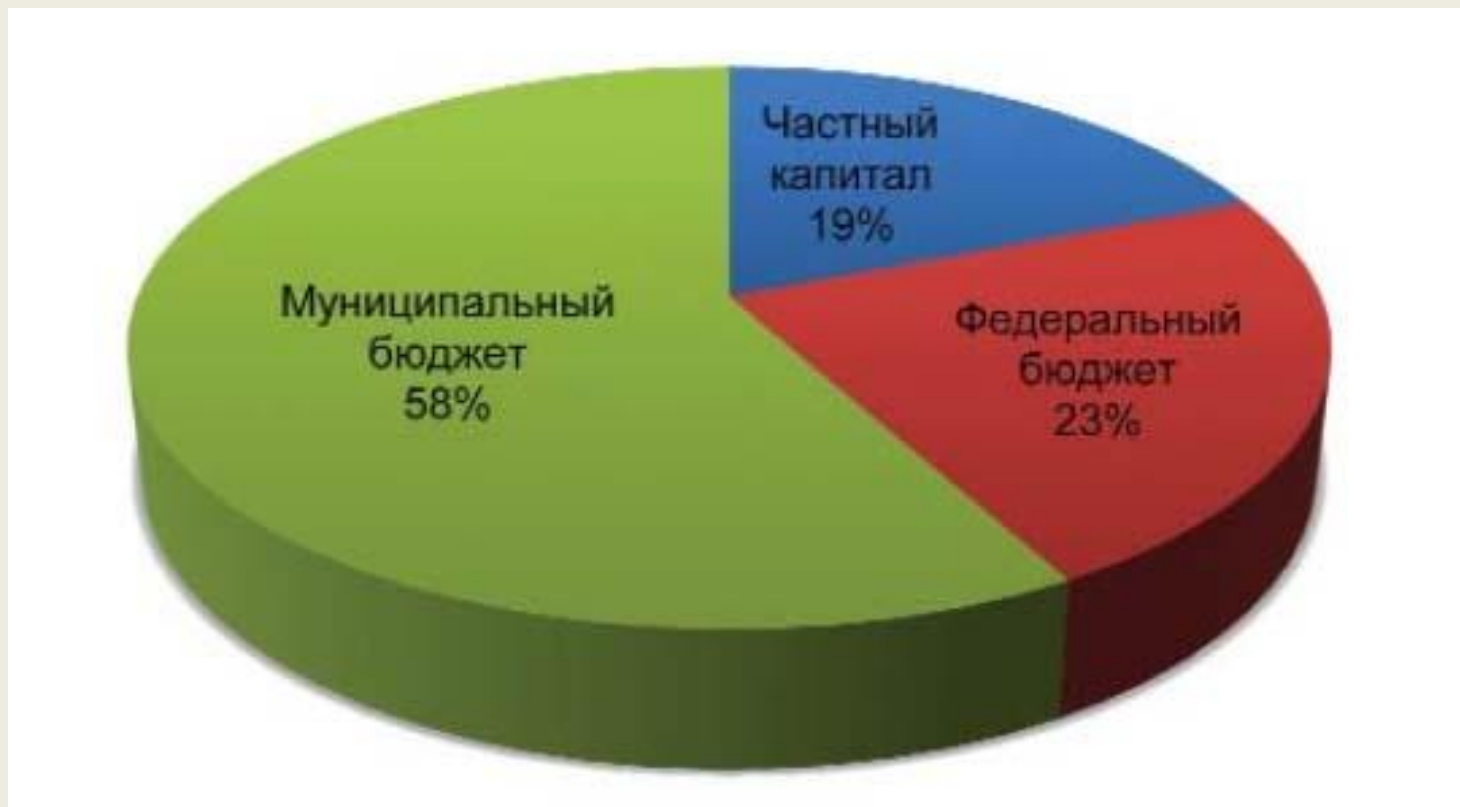


Рисунок 3 – Источники финансирования проектов по созданию сетей спутниковых базовых станций [Евстафьев О.В. Тенденции и проблемы развития спутниковых СТП в России // Геопрофи . – 2012. – № 3]

Системы точного позиционирования на основе технологий ГНСС в России

Федеральный закон от 30 декабря 2015 г. №431-ФЗ «О геодезии, картографии и пространственных данных и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации» заменил использование фразы «спутниковые референцные (базовые) станции» на новое понятие «дифференциальные геодезические станции».

Сеть постоянно действующих дифференциальных геодезических станций ГНСС, расположенных на местности в определенном порядке, оснащенных каналами коммуникаций для сбора и обработки спутниковых данных в едином центре, дает возможность исполнителям геодезических спутниковых измерений определять координаты объектов в единой системе отсчета и с одинаковой точностью.

История появления дифференциальных спутниковых станций в России

Первая сеть постоянно действующих геодезических станций была создана в России в 2002 г. на грант правительства Швейцарии на основе соглашения между Правительством РФ и Правительством Швейцарской Конфедерации от 9 июля 2001 г. Эта сеть получила название – спутниковая система межевания земель (ССМЗ) г. Москвы и Московской области (проект «Москва»), которая начала функционировать с 2004 г., обеспечивая определение координат объектов со средней квадратической погрешностью 2-3 см.

Следующим проектом была сеть из 18 постоянно действующих дифференциальных станций ГНСС на территории Красноярского края. Лидирующее место в создании сетей СТП занимает Новосибирская область. Постановлением Администрации Новосибирской области от 25 декабря 2009 г. №471–па была введена в действие региональная (местная) система координат СК НСО. В 2012 г. сеть состояла из 19 пунктов, планировалось увеличить ее еще на 12 пунктов, что было и сделано.

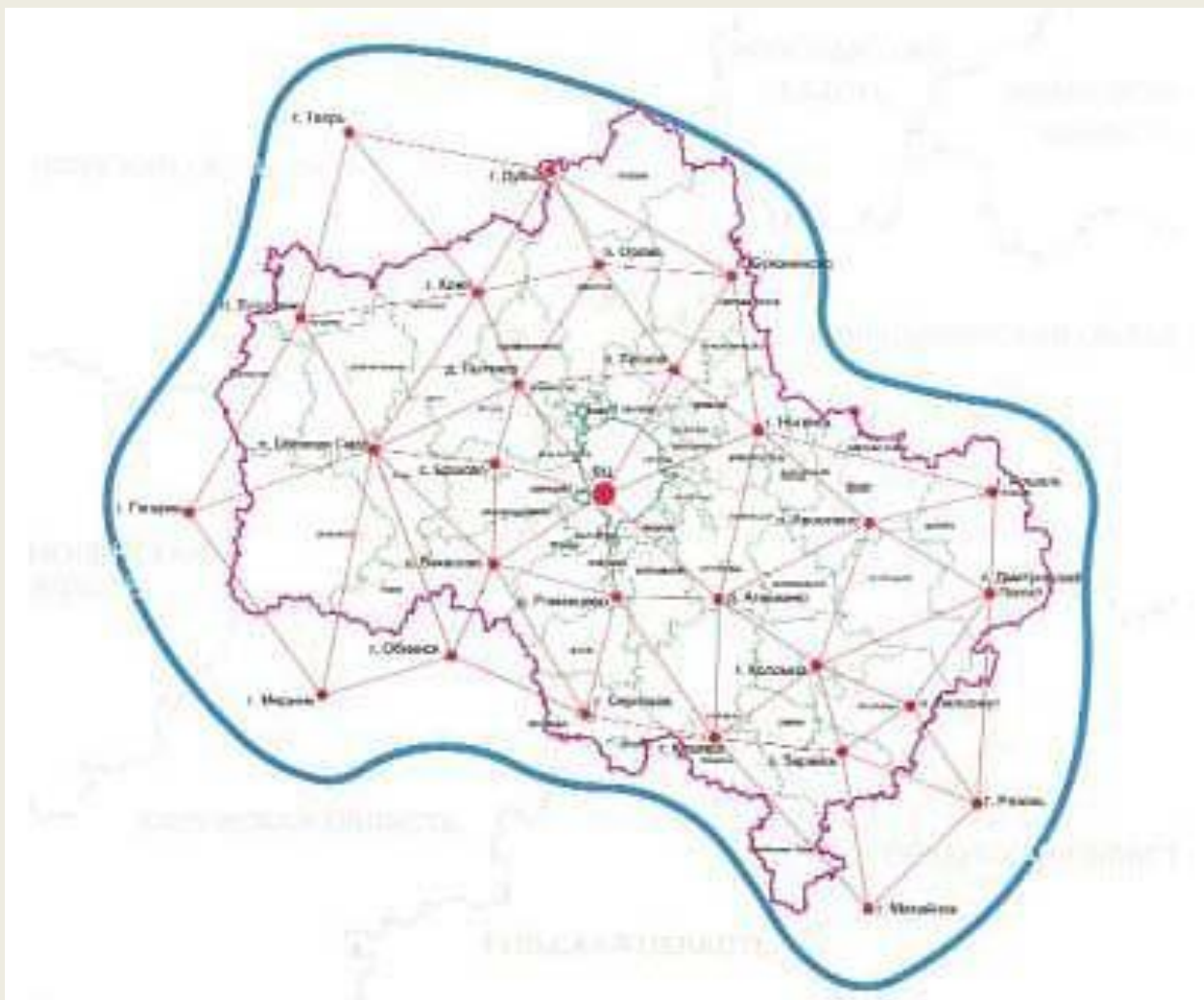


Рисунок 4 - Схема расположения базовых станций Московской опорной межевой сети [Евстафьев О.В. Наземная инфраструктура ГНСС для точного позиционирования – М.: ООО «Издательство «Проспект». 2009. – 48 с.]

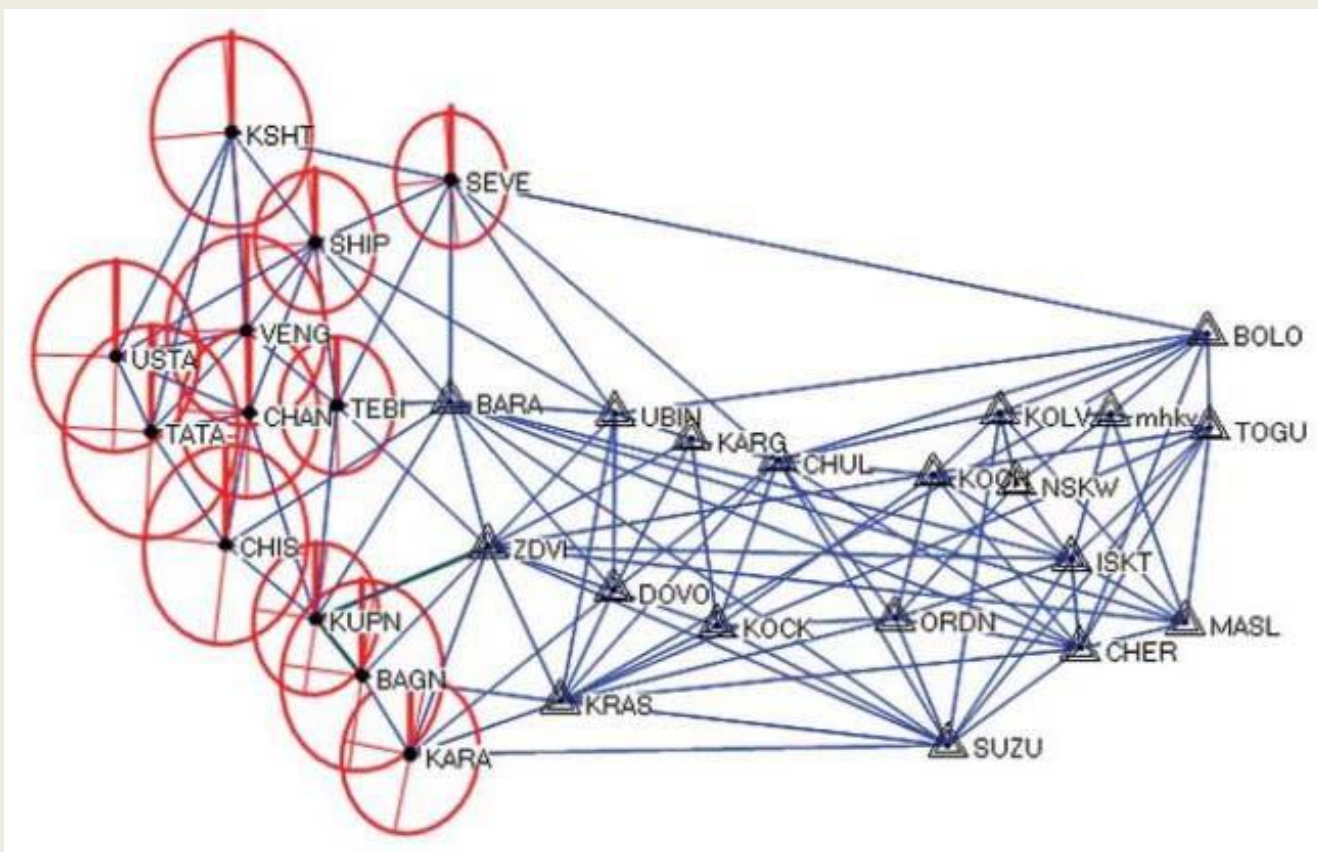


Рисунок 6 - Схема объединенной сети пунктов постоянно действующих базовых станций (ПДБС) Новосибирской области [Геопрофи. – 2018. - № 1]

В 2014 г. на территории Республики Башкортостан была создана базисная сеть «Республика Башкортостан» – «Курай» из 24 пунктов с постоянно действующими дифференциальными станциями ГНСС. Сеть прошла сертификацию и включена в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений.

Допустимая абсолютная погрешность определения координат характерных точек объектов составила в режиме реального времени – в плане 60 мм и по высоте 90 мм. Среднее расстояние между смежными станциями составляло 70 – 80 км.

В 2014 г. ООО «НАВГЕОКОМ» совместно с компанией Leica Geosystems начали коммерческий проект под названием StartNet Russia. К 2016 г. в рамках этого проекта было заложено более 200 дифференциальных геодезических станций ГНСС и в дальнейшем работы будут продолжаться.

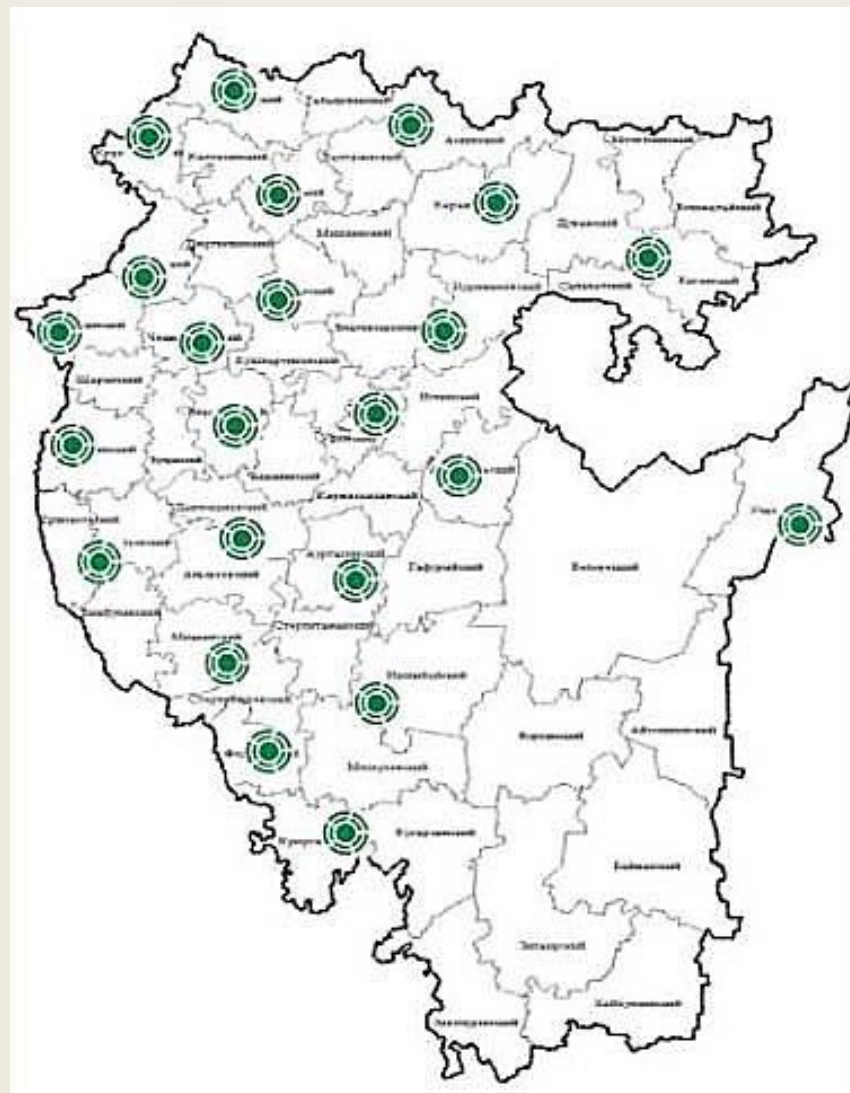


Рисунок 7 – Расположение пунктов сети «Республика Башкортостан»
– «Курай» [Сысолятина Л.В., Левитская Т.И., Родионов Ф.В.
//Геопрофи. 2018. - № 1. – С. 14-19]

Сравнительный анализ существующих систем точного позиционирования в России и за рубежом

Имеющиеся на территории России системы точного позиционирования значительно проигрывают по точности и величине расстояния между станциями ГНСС по сравнению с сетями в других странах. В большинстве случаев координаты пунктов, на которых установлены спутниковые приемники, не включены в государственные каталоги координат, поэтому такие пункты не могут использоваться при выполнении кадастровых работ в качестве геодезической основы.

Опыт использования СТП за рубежом имеет богатую историю. Рассмотрим на примере США. В 1995 г. в США началось создание сети постоянно действующих спутниковых станций CORS (Continuously Operating Reference Station) для целей повышения оперативности и точности выполнения геодезических работ. Спутниковая сеть CORS более двадцати лет стабильно функционирует, благодаря совместной кооперации правительственных, научных и частных организаций. Эта работа проходит под руководством NGS (National Geodetic Survey) и NOAA (National Oceanic and Atmospheric Administration). NGS предлагает всем организациям и лицам, имеющим ПДСС, сервис для обмена данными, которые анализируются, обрабатываются и распространяются между пользователями. Появление новых станций CORS примерно 150 в год. Сеть на август 2015 г. содержала порядка 2000 станций.

Проект сети постоянно действующих дифференциальных геодезических станций ГНСС на территории Свердловской области

В настоящее время на территории Свердловской области нет сетей точного позиционирования, имеются лишь отдельные пункты, где установлены спутниковые приемники.

Авторы сделали первый шаг в разработке такой сети, используя рекомендации, изложенные в монографии О.В. Евстафьева «Наземная инфраструктура ГНСС для точного позиционирования». М.: ООО «Издательство «Проспект»», 2009. – 48 с. Предварительный расчет количества станций СТП, охватывающих сервисом всю территорию Свердловской области, был выполнен по формуле, предложенной О.В. Евстафьевым:

$$N = LW / (2R - O)^2 ,$$

где N – количество станций, L – длина территории, W – ширина территории, R – радиус рабочей зоны одной станции (максимум от 80 до 100 км), O – область перекрытия рабочих зон между станциями.

Для территории Свердловской области имеем следующие сведения: длина территории $L = 560$ км, ширина $W = 660$ км, площадь - 194800 кв. км.

При расчете количества станций в сети радиус R рабочей зоны каждой станции был принят равным 50 км, область перекрытия рабочих зон станций 0 – 5 км.

Было получено, что для охвата сетью всей территории Свердловской области необходимо иметь порядка 40 постоянно действующих дифференциальных станций ГНСС, равномерно расположенных друг от друга.

На рисунке 9 приведена схема проекта сети для территории Свердловской области из 22 пунктов. Необходимо отметить, что места установки спутниковых приемников были выбраны в населенных пунктах с количеством жителей не менее 15000. Расстояния между пунктами составляют от 40 до 200 км.

Главная проблема реализации данного проекта – значительные экономические затраты, а значит – источник финансирования.

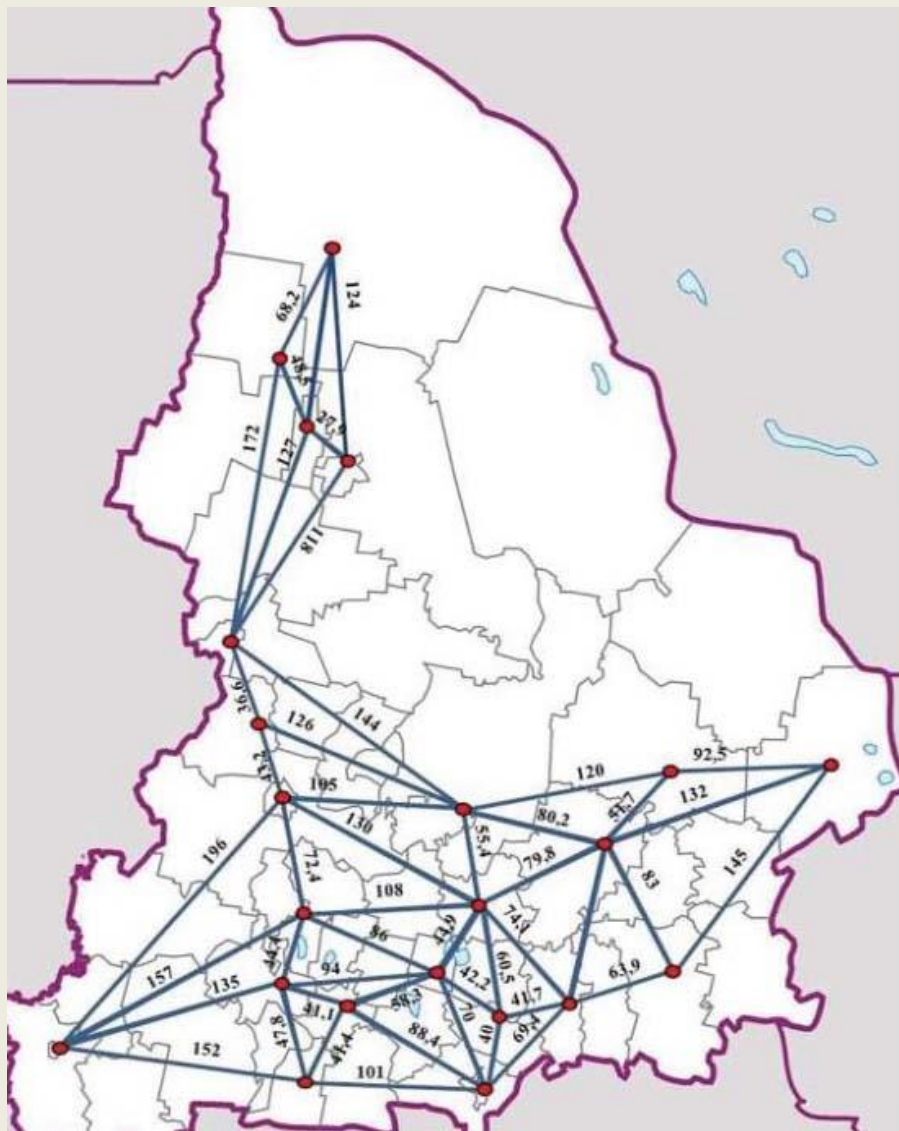


Рисунок 8 – Схема расположения пунктов проектируемой сети с постоянно действующими дифференциальными геодезическими станциями ГНСС на территории Свердловской области [Сысолятина Л.В., Левитская Т.И., Родионов Ф.В. //Геопрофи. 2018. - № 1. – С. 14-19]

Состояние развития спутниковых СТП в России

С 2002 г. по 2012 г в России был реализован 41 проект по созданию сетей СТП. В настоящее время в стадии проектирования находится 14 проектов.

Остановимся на основных проблемах, возникающих при создании и эксплуатации спутниковых СТП ГНСС. Перечислим некоторые из них:

- 1) требуются большие инвестиции на создание СТП;
- 2) отсутствует правовая нормативная документация для сетей постоянно действующих дифференциальных станций, определяющих статус таких станций относительно государственной геодезической сети и опорного обоснования специального назначения;
- 3) имеются режимные ограничения относительно пользования данными дифференциальных станций СТП;
- 4) отсутствует высокоточная отечественная спутниковая аппаратура и специальное программное обеспечение;
- 5) не разработаны вопросы привлечения к работе в сетях дифференциальных спутниковых станций пользователей и вопросы окупаемости.

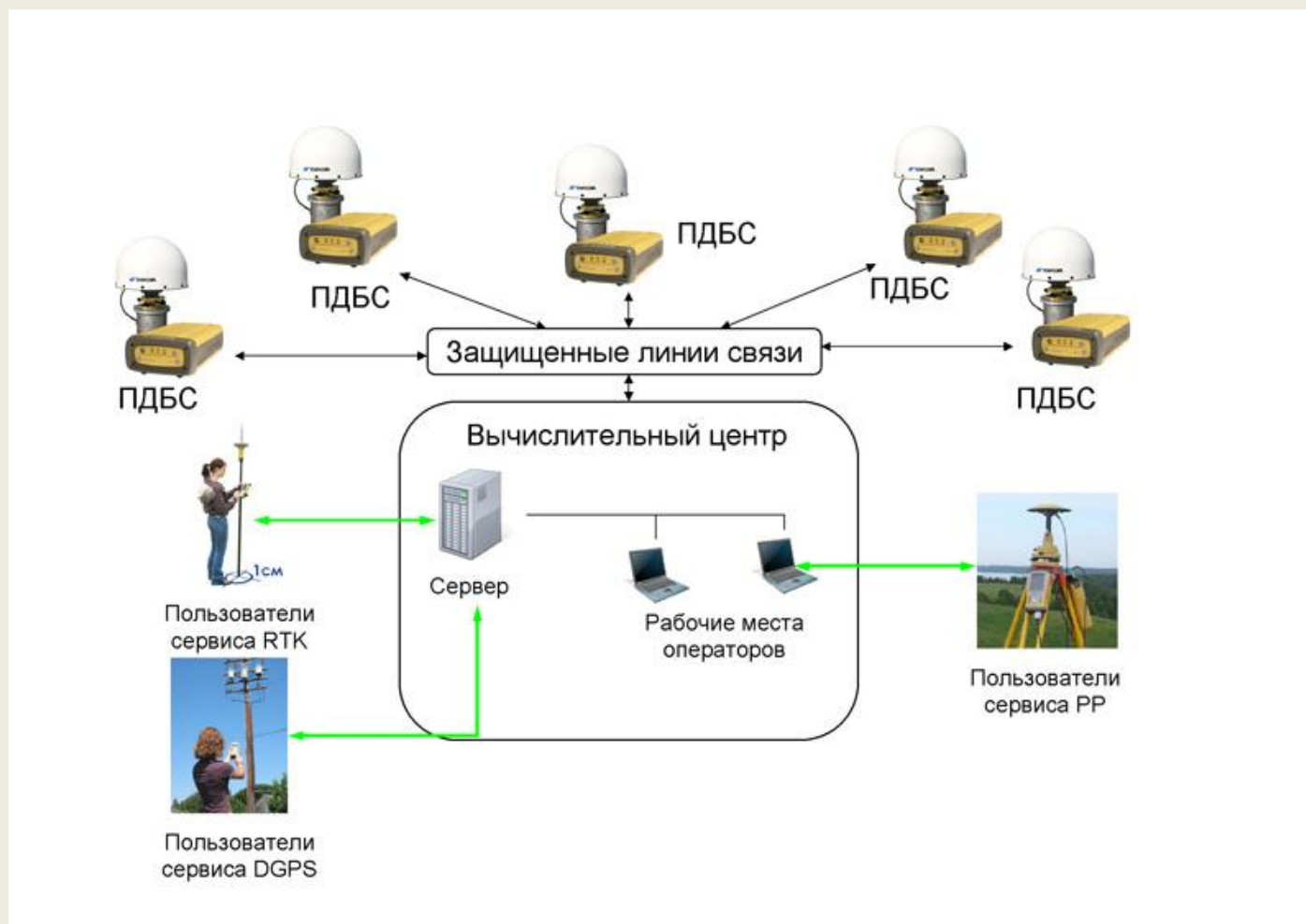


Рисунок 9 – Технология работы с использованием постоянно действующих базовых станций (<https://www.gsi.ru/art.php?id=325>)

СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ!