

ООО «ИНДОРСОФТ»

УДК 528.411

№ госрегистрации _____

Инв. №

УТВЕРЖДАЮ:

Генеральный директор

ООО «ИндорСофт», д.т.н., проф.

А.В. Скворцов

_____ 2015 г.



НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ОТЧЁТ

по договору № 351 - 2014 - 1241

от 22.12.2015г.

теме:

**«Сопровождение технических и технологических решений для
создания единого координатного пространства на объектах**

Государственной компании «Автодор»»

(заключительный):

Научный руководитель:

Директор по стратегическому развитию

ООО «ИндорСофт», к.т.н.

Д.С. Сарычев

Москва 2015

НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ОТЧЁТ

по договору № ЭБД-2014-1241
от 22.12.2015г.

теме:

**«Сопровождение технических и технологических решений для создания
единого координатного пространства на объектах
Государственной компании «Автодор»»
(заключительный):**

Список исполнителей

Отчет подготовлен ООО «ИндорСофт» в рамках исполнения договора № 35А-2014-1241 от 22 декабря 2014 г. на оказание услуг по сопровождению технических и технологических решений для создания единого координатного пространства на объектах Государственной компании «Автодор».

Руководитель темы:

Директор по стратегическому развитию
ООО «ИндорСофт», к.т.н.

 Д.С. Сарычев

Ответственный исполнитель темы:

Директор по технологиям
ООО «ИндорСофт»

 В.Н. Гулин

Исполнители темы:

Профессор кафедры «Геодезия и
геоинформатика» МАДГТУ (МАДИ), д.т.н.

 В.Н. Бойков

Генеральный директор ООО «ИндорСофт»,
д.т.н., проф.

 А.В. Скворцов

Технический директор ООО «ИндорСофт»

 Д.А. Петренко

Ведущий программист ООО «ИндорСофт», к.т.н.

 Н.С. Мирза

Директор ООО «Индор-Центр», к.т.н.

 А.А. Неретин

Технический директор ООО «Индор-Центр»

 С.А. Миронов

Ведущий инженер ООО «Индор-Центр»

 Н.М. Матвеев

Техник-геодезист ООО «Индор-Центр»

 И.С. Миронов

Техник ООО «Индор-Центр»

 И.Г. Майсурадзе

Техник ООО «Индор-Центр»

 Ш.Г. Майсурадзе

Реферат

Отчет 98 с., 23 рис., 19 табл., 15 источников, 15 приложений.

АВТОМОБИЛЬНЫЕ ДОРОГИ, ВЕДОМСТВЕННАЯ ОПОРНАЯ ГЕОДЕЗИЧЕСКАЯ СЕТЬ, ГЕОМЕТРИЧЕСКОЕ НИВЕЛИРОВАНИЕ, ГЛОНАСС, GPS, ГНСС, ЕДИНСТВО КООРДИНАТНОГО ПРОСТРАНСТВА, ИНФОРМАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ, ПРЕОБРАЗОВАНИЕ КООРДИНАТ, СИСТЕМЫ ВЫСОТ, СИСТЕМЫ КООРДИНАТ.

Объектом исследования являются технические и технологические решения для создания единого координатного пространства на объектах Государственной компании «Автодор».

Цель работы – апробация новых решений по закладке пунктов опорного планово-высотного обоснования, выполнению наблюдений и обработке результатов измерений с целью формирования единого координатного пространства линейно протяженного участка автомобильной дороги.

В процессе работы были заложены 10 новых пунктов ведомственной опорной геодезической сети (ВОГС), выполнены ГНСС наблюдения, проложены ходы геометрического нивелирования II класса, произведена обработка результатов измерений с целью вычисления координат и высот новых пунктов ВОГС в различных системах, выполнен анализ точности полученных решений.

Отчет содержит предложения касательно оптимальных способов закладки новых пунктов опорной геодезической сети в зависимости от их назначения в рамках структуры опорной геодезической сети.

Впервые в автодорожной отрасли пункты ВОГС были привязаны к единой государственной геодезической системе координат ГСК-2011. Кроме того, пункты ВОГС были привязаны к местным системам координат Московской (МСК-50) и Тульской (МСК-71.1) области, к общемировой системе координат ITRF2008, системам эллипсоидальных, ортометрических и нормальных высот. Отчет содержит каталоги пунктов ВОГС во всех перечисленных системах координат и высот.

Отчет содержит анализ возможности применения ГНСС методов наблюдений и обработки данных для высокоточной передачи высотных отметок в Балтийской системе высот 1977 года, достигаемой при этом точности измерений.

Содержание

Определения, обозначения и сокращения	7
Введение	9
1. Полевые мероприятия	13
1.1. Выбор исходных пунктов	13
1.1.1. Выбор исходных пунктов ГГС	13
1.1.2. Выбор исходных пунктов ГВО	13
1.2. Инвентаризация пунктов ОГС	14
1.3. Рекогносцировка и закладка пунктов ВОГС	15
1.3.1. Залладка пунктов каркасной сети	15
1.3.2. Залладка рабочих реперов ВОГС	17
1.4. Выполнение ГНСС наблюдений	22
1.4.1. Выполнение ГНСС наблюдений на пунктах каркасной сети	23
1.4.2. Выполнение наблюдений на пунктах ВОГС (ОГС)	24
1.4.3. Выполнение наблюдений на нивелирных реперах ГВО	24
1.4.4. Выполнение наблюдений на пунктах ГГС	26
1.5. Выполнение контрольных измерений в парах реперов ВОГС	27
1.6. Выполнение работ по геометрическому нивелированию II класса.	28
2. Обработка данных и анализ результатов	31
2.1. Свободное уравнивание сети векторов ГНСС измерений	31
2.2. Привязка пунктов ВОГС к ITRF2008	32
2.3. Привязка пунктов ВОГС к ГСК-2011	36
2.4. Привязка пунктов ВОГС к МСК регионов	37
2.5. Определение параметров пространственных связей между различными системами координат	39
2.6. Сравнительный анализ точности передачи нормальных высот ГНСС методами и геометрическим нивелированием II класса	39
Заключение	48

Список литературы	50
Приложения.....	52
Приложение А. Техническое задание	52
Приложение Б. Сведения о пунктах ГГС и ГВО	58
Приложение В. Ведомость обследования пунктов ГГС	63
Приложение Г. Ведомость обследования нивелирных реперов ГВО	64
Приложение Д. Карточки закладки пунктов ВОГС	65
Приложение Е. Свидетельства о поверке	75
Приложение Ж. Ведомость превышений и высот реперов нивелирования, II класс	84
Приложение И. Сводка пунктов, использованных при обработке ГНСС наблюдений	85
Приложение К. Сводка результатов свободного уравнивания сети	86
Приложение Л. Каталог исходных пунктов IGS в системе ITRF2008 на исходную и определяемую даты	87
Приложение М. Каталоги уравнированных координат пунктов в системе ITRF2008	88
Приложение Н. Каталог координат пунктов ФАГС в системе ГСК-2011	91
Приложение П. Каталоги уравнированных координат пунктов в системе ГСК-2011	92
Приложение Р. Каталоги координат и высот пунктов в МСК регионов	95
Приложение С. Параметры преобразований между системами координат	98

Определения, обозначения и сокращения

Ведомственная опорная геодезическая сеть (ВОГС) – геодезическая сеть сгущения Государственной компании «Российские автомобильные дороги», развернутая с целью поддержки единого координатного пространства при выполнении геодезических, разбивочных и кадастровых работ на сети автомобильных дорог.

Геоид – фигура Земли, образованная уровенной (эквипотенциальной) поверхностью потенциала силы тяжести, совпадающей с поверхностью Мирового океана в состоянии полного покоя и равновесия и продолженной под материками.

Главная высотная основа (ГВО) – совокупность реперов ходов нивелирования I и II класса, закрепленных на местности специальными центрами, обеспечивающими их сохранность и устойчивость по высоте в течение длительного времени.

ГЛОНАСС – глобальная навигационная спутниковая система Российской Федерации.

ГНСС – глобальные навигационные спутниковые системы (GPS, ГЛОНАСС, Galileo, Beidou и прочие);

Государственная геодезическая сеть (ГГС) – совокупность геодезических пунктов, расположенных равномерно по всей территории РФ и закрепленных на местности специальными центрами, обеспечивающими их сохранность и устойчивость в плане и по высоте в течение длительного времени.

ГСК-2011 – единая государственная геодезическая система координат РФ, введенная Постановлением Правительства РФ от 28 декабря 2012 г. № 1463 «О единых государственных системах координат».

МСК – местная система координат.

СК-42, СК-95 – государственные геодезические системы координат РФ.

ФАГС – фундаментальная астрономо-геодезическая сеть, являющаяся главной геодезической основой для формирования всей государственной геодезической сети и состоящая из постоянно действующих и периодически определяемых пунктов, формирующих единую сеть на территории Российской Федерации.

EGM 2008 – общемировой геоид, модель которого является открытой для публикации, свободно распространяется в виде приложений к программным продуктам, служит отсчетной основой для пересчета эллипсоидальных высот спутниковых измерений в ортометрические. В настоящее время модель геоида EGM 2008 представлена в виде матрицы аномалий высоты с шагом 2 угловые минуты.

GPS – глобальная навигационная спутниковая система США, также обозначается аббревиатурой NAVSTAR;

IGS (International GNSS Service) – международная служба глобальных навигационных спутниковых систем (международная служба ГНСС), представляющая собой спутниковую геодезическую сеть закрепленных на земной поверхности пунктов, используемую, главным образом, для глобальных геодинамических исследований. Координаты и сырые данные ГНСС наблюдений на пунктах IGS имеются в открытом доступе через сеть Интернет.

ITRF (International Terrestrial Reference Frame) – международная земная система отсчета, являющаяся реализацией на земной поверхности земной системы координат ITRS (International Terrestrial Reference System).

ITRF2008 – международная земная система отсчета, отнесенная к начальной эпохе 2008 года.

RINEX (Receiver Independent Exchange) – независимый от производителя оборудования единый формат обмена данными спутниковых геодезических измерений.

WGS-84 (World Geodetic System 1984) – всемирная система геодезических параметров Земли 1984 года, используемая в спутниковых геодезических приемниках и сетях в качестве единой геоцентрической системы координат.

Введение

Выполнение геодезических измерений с использованием сигналов глобальных навигационных спутниковых систем (ГНСС) [4], проведение съемок системами мобильного лазерного сканирования [10], аэрофотосъемок, в том числе, с беспилотных летательных аппаратов, а также внедрение технологии информационного моделирования автомобильных дорог на всех этапах их жизненного цикла [1,12,14] требуют обеспечения единства координатного пространства на всей территории расположения объекта.

Применительно к дорожной отрасли задача обеспечения единства координатного пространства имеет два аспекта:

- обеспечение преемственности перехода на локальных участках автомобильной дороги в различные системы координат и обратно без потери целостности координатного описания линейно-протяженного объекта;
- создание планово-высотного обоснования в непосредственной близости от автомобильной дороги, обеспечивающего требуемый уровень точности выполнения различных работ на всех этапах жизненного цикла объекта.

Используемые в настоящее время государственные системы координат СК-42 и СК-95, а также местные системы координат (МСК) регионов основаны на картографической проекции Гаусса-Крюгера, имеющей свои особенности. Эта проекция позволяет отображать угловые величины без искажений, а линейные величины подвержены искажениям, и их распределение неоднородно. Линейные искажения минимальны вдоль осевого меридиана зоны проекции (в направлении север-юг), тогда как на границах зоны линейные искажения составляют уже несколько метров.

Отдельно следует отметить особенности местных систем координат регионов. МСК регионов были созданы на базе государственной системы координат СК-63, которая, в свою очередь, была разновидностью СК-42, имеющей с ней общую метрику, но отличающейся от нее положением начала отсчета в каждой зоне картографической проекции. Ввиду такой особенности задания МСК регионов, значения начала отсчета смежных МСК (зон МСК) скачкообразно меняются при переходах между соседними регионами, и даже между соседними зонами МСК в рамках одного региона. Как следствие, плановые прямоугольные координаты одной и той же точки земной

поверхности, представленные в двух смежных системах координат, будут значительно различаться, и величины различий могут составлять метры и даже десятки метров.

Автомобильные дороги, входящие в зону ответственности Государственной компании «Автодор», как правило, пересекают несколько административных образований РФ и несколько зон картографической проекции Гаусса-Крюгера. На основании вышесказанного использование государственных систем координат СК-42, СК-95 или МСК регионов не обеспечивает возможность целостного координатного описания таких линейно-протяженных объектов.

Что касается создания пунктов планово-высотного обоснования для обеспечения различных видов работ на всех этапах жизненного цикла автомобильной дороги, точность координат и высот этих пунктов напрямую зависит от точности положений исходных пунктов государственной геодезической сети (ГГС) и государственной нивелирной сети (ГНС).

Государственная геодезическая сеть РФ развивалась поэтапно на протяжении нескольких десятилетий с использованием различных геометрических построений, позволяющих передавать координаты исходных пунктов на всю территорию страны [5]. Сеть создавалась с использованием доступных на тот момент средств и методов геодезических измерений, дальность действия которых ограничивалась прямой оптической видимостью между соседними пунктами. В процессе передачи координат на значительные расстояния происходило накопление ошибок измерений, для учета и компенсации которых выполнялось уравнивание сетей по методу наименьших квадратов. Ограниченные на тот момент вычислительные мощности не позволяли создавать единых массивов уравнивания на территории большой протяженности. Как результат, государственная система координат СК-42, развертывание которой было начато еще в предвоенные годы, в окончательной редакции была принята только в начале 90-х годов 20 века.

Развитие технологий спутниковых ГНСС наблюдений, позволяющих выполнять высокоточные измерения на большие расстояния и не зависящих от наличия оптической видимости между пунктами измерений, позволило выявить наличие и неоднородное распределение ошибок в каталогах координат исходных пунктов ГГС. Конфликт данных ГНСС измерений и каталогов ГГС в системе СК-42 послужил основанием для переиздания каталогов в новой системе координат СК-95, имеющей лучшие, чем у СК-42,

характеристики взаимного положения смежных пунктов. Тем не менее, на сегодняшний день точность взаимного положения смежных пунктов ГГС 1-2 класса в системе СК-42 составляет 0,35 м, а в системе СК-95 0,1 м [11]. В то же время ошибки координат пунктов ГГС даже в пределах одного административного района могут достигать метра и более [5].

Решить перечисленные выше проблемы призвана единая государственная геодезическая система координат ГСК-2011, введенная Постановлением Правительства РФ от 28 декабря 2012 г. № 1463 «О единых государственных системах координат». Но на сегодняшний день ГСК-2011 имеет недостаточную плотность пунктов, реализующих в каталогах картографо-геодезических фондов эту систему на поверхности Земли. По этой причине плотность пунктов ГГС с известными значениями координат в системе ГСК-2011 недостаточна для обеспечения целостного координатного описания линейно-протяженных объектов.

Имеются проблемы и с текущим состоянием государственной нивелирной сети, которая также создавалась на протяжении очень продолжительного времени и имела те же проблемы с накоплением ошибок измерений и с ограничениями массивов уравнивания, что и плановая сеть [6]. Кроме того, метод геометрического нивелирования представляет собой крайне трудоемкий процесс с точки зрения покрытия какой-либо территории реперами требуемой точности.

Высотные реперы 1-2 класса нивелирной сети формируют главную высотную основу (ГВО) страны. Они проложены, главным образом, вдоль существующих автомобильных и железных дорог. Однако плотность пунктов ГВО такова, что не всегда удастся проложить достаточно короткий ход нивелирования к району работ, чтобы передать высотную отметку с высокой точностью, востребованной современными измерительными и строительными технологиями. А сегодняшнее положение дел с утратой части высококласных реперов ГВО делает процесс высокоточного высотного обеспечения еще более продолжительной процедурой, требующей значительных затрат людских и финансовых ресурсов [8].

Наряду со всем вышесказанным современные технологии ГНСС наблюдений и программные средства постобработки результатов ГНСС измерений характеризуются более высокими точностями определений плановых координат и высотных отметок по сравнению с методами классической геодезии. Причем ГНСС измерения не зависят от наличия

прямой видимости между точками измерений, которая необходима для классических средств геодезических измерений. Более того, появилась возможность передачи координат и высот на расстояния в сотни и даже тысячи километров на миллиметровом уровне точности [9,15]. Все это открывает совершенно новые возможности для решения задачи формирования единого координатного пространства линейно-протяженных объектов, в частности, автомобильных дорог.

Для решения задачи формирования единого координатного пространства автомобильных дорог ГК «Автодор» предлагается создание ведомственной опорной геодезической сети (ВОГС), состоящей из пунктов каркасной сети и пар рабочих реперов, расположенных в непосредственной близости от автомобильных дорог [7,8].

Апробация новых решений выполнялась на участке км 21 – км 225 автомобильной дороги М-4 «Дон» в рамках предоставления услуг по сопровождению технических и технологических решений для создания единого координатного пространства на объектах Государственной компании «Автодор». Техническое задание на объемы и состав услуг приведено в приложении А.

Отчет содержит анализ точности использованных методик по привязке местоположения пунктов ВОГС к местным, государственным и общемировым системам координат и высот, а также рекомендации по процедурам постобработки ГНСС наблюдений.

1. Полевые мероприятия

1.1. Выбор исходных пунктов

Для привязки новых пунктов ВОГС к местным системам координат регионов и Балтийской системе высот 1977 года были запрошены данные об исходных пунктах в подразделениях Росреестра (приложение Б).

1.1.1. Выбор исходных пунктов ГГС

Для привязки новых пунктов ВОГС к местным системам координат Московской и Тульской области необходимо было выбрать исходные пункты ГГС, пригодные для ГНСС наблюдений. В обследование пунктов ГГС были включены пункты, ранее использованные для ГНСС наблюдений в 2011 году при закладке пунктов опорной планово-высотной геодезической сети (ОГС) вдоль автомобильной дороги М-4 «Дон», а также дополнительные пункты, расположенные поблизости от участка работ с возможностью непосредственного подъезда к пункту на автотранспорте. Ведомость обследования пунктов ГГС представлена в приложении Б.

Всего было обследовано 29 пунктов ГГС, из них сохранными было обнаружено 13 (45%), а пригодными для ГНСС наблюдений всего 9 (31%).

По результатам обследования для ГНСС наблюдений были выбраны следующие пункты: Белые Столбы, Матвеевка, Мордвес, Кашира Новая, Ситне-Щелканово, Шереметьево, Шилово, Шугарово, Юлинка. Поскольку пункт Шереметьево расположен непосредственно на границе Московской и Тульской области, было решено использовать его для привязки к местным системам координат обоих регионов, как МСК-50, так и МСК-71.1.

Сведения о пунктах ГГС Шереметьево, Матвеевка и Кашира Новая отсутствовали в фондах в местных системах координат, поэтому был заказан пересчет координат этих пунктов из СК-42 в МСК регионов. Результаты пересчета представлены в приложении Б.

Таким образом, в каждом регионе было выбрано по 5 исходных пунктов ГГС, которые будут использоваться для привязки к местным системам координат регионов. Каталоги координат этих пунктов в МСК соответствующего региона также представлены в приложении Б.

1.1.2. Выбор исходных пунктов ГВО

Для привязки новых пунктов ВОГС к Балтийской системе высот 1977 года необходимо было выбрать два нивелирных репера главной высотной основы, максимально близко расположенных к автодороге М-4 «Дон» вдоль

участка работ. Такое расположение позволит в дальнейшем минимизировать ошибки определения высотных отметок новых пунктов ВОГС с помощью геометрического нивелирования II класса для контроля точности определения нормальных высот пунктов ВОГС из ГНСС наблюдений.

Было выполнено обследование 15 нивелирных реперов не ниже 2 класса точности, и только 2 из них (13%) оказались в сохранном состоянии, пригодном для выполнения ГНСС наблюдений. Ведомость обследования нивелирных реперов ГВО представлена в приложении В. Для последующих наблюдений были выбраны пункты Вельяминово (Московская область) и Александровка (Тульская область).

1.2.Инвентаризация пунктов ОГС

В 2011 году выполнялись работы по созданию и внедрению геопространственной базы данных и геоинформационной системы для управления автомобильной дорогой Государственной компании «Автодор» М-4 «Дон». В рамках этой работы вдоль автомобильной дороги М-4 «Дон» на всем ее протяжении были заложены пункты ОГС и определены их координаты в различных системах координат. Пункты ОГС закладывались парами с обеспечением прямой видимости между пунктами в паре.

Задачей инвентаризации ранее заложенных пунктов ОГС, расположенных вблизи участка км 21 - км 225, было выявление минимум одной пары сохранившихся пунктов для их включения в последующие ГНСС измерения. Такие совместные измерения позволяют обеспечить связь между существующими пунктами ОГС и вновь заложенными. Результаты инвентаризации приведены в таблице 1.

Таблица 1 - Ведомость инвентаризации пунктов ОГС

№п/п	Название пункта	Расположение (км)	Марка (сохранность)
Московская область			
1.	5001	км 21	Да
2.	5002	км 21	Да
3.	5003	км 46	Нет
4.	5004	км 46	Нет
5.	5005	км 78	Да
6.	5006	км 78	Нет
7.	5007	км 106	Нет
8.	5008	км 106	Да
Тульская область			
9.	7101	км 139	Нет
10.	7102	км 139	Нет
11.	7103	км 165	Нет
12.	7104	км 165	Нет
13.	7105	км 196	Да
14.	7106	км 196	Да
15.	7107	км 222	Да
16.	7108	км 222	Да

Исходя из расположения сохранившихся пар пунктов ОГС и удобства подъезда к ним, для последующих ГНСС наблюдений была выбрана пара реперов 7105+7106, расположенных на 196 км автодороги М-4 «Дон» в Тульской области.

1.3. Рекогносцировка и закладка пунктов ВОГС

1.3.1. Закладка пунктов каркасной сети

Для закладки пунктов каркасной сети ВОГС подбирались здания с хорошим обзором неба и отсутствием препятствий для распространения спутниковых сигналов, с наличием доступа к сети переменного тока 220 В, а также с возможностью обеспечения круглосуточной сохранности ГНСС оборудования на протяжении всего периода измерений (не менее 5 суток). В качестве мест размещения пунктов каркасной сети были выбраны отдельно стоящие постройки на территории подразделений ЗАО «МТТС». Один пункт

расположен в Московской области на территории Домодедовского филиала ЗАО «МТТС» (52 км Каширского шоссе) (рисунок 1), второй пункт расположен в Тульской области на территории и Богородицкого филиала ЗАО «МТТС» (168 км автодороги М-4 «Дон») (рисунок 2).



Рисунок 1. Размещение пункта на территории Домодедовского филиала ЗАО «МТТС» (52 км Каширского шоссе)



Рисунок 2. Размещение пункта на территории Богородицкого филиала ЗАО «МТТС» (168 км автодороги М-4 «Дон»)

Для закрепления центров пунктов использовалась марка, представляющая собой металлический стержень длиной 150 мм и диаметром 19 мм. С одного торца на стержне имеется резьба 5/8 дюйма для принудительной установки спутниковой антенны (рисунок 3).

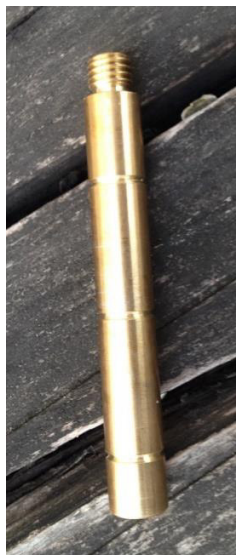


Рисунок 3. Марка для закрепления центра пункта каркасной сети

Для фиксации марок на крышах выбранных построек в несущих конструкциях были пробурены отверстия диаметром 20 мм. Фиксация марок в отверстиях производилась с помощью химического анкера. Использование марок с возможностью принудительной установки спутниковых антенн позволяет обеспечить возможность повторной установки ГНСС антенны для выполнения новой серии измерений в будущем с высокой точностью на уровне долей миллиметра.

1.3.2. Закладка рабочих реперов ВОГС

Для закладки рабочих реперов ВОГС подбирались элементы дорог с бетонными основаниями (путепроводы и оголовки водопропускных труб). Рабочие реперы закладывались парами при условии соблюдения прямой видимости между реперами в паре. Расстояния между парами реперов не превышают 35 км. Две пары рабочих реперов были заложены в Московской области, и еще две пары в Тульской области. Таким образом, всего было заложено 4 пары рабочих реперов (8 новых пунктов).

Для закрепления центров рабочих реперов использовались стальные марки, соответствующие Приложению 11 документа [12]. Общий вид закладываемых марок показан на рисунке 4.



Рисунок 4. Марки для закрепления центров рабочих реперов ВОГС

Все марки имеют маркировку: буквы ВОГС и цифры от 01 до 08. Отверстия для марок в бетонных основаниях элементов дорог готовились с помощью перфоратора. Фиксация марок в отверстиях выполнялась с помощью химических анкеров. Общий вид подготовленного отверстия и зафиксированной в нем марки показан на рисунке 5.



Рисунок 5. Подготовка отверстий и фиксация центров рабочих реперов

Места заложения новых рабочих реперов описаны ниже.

Московская область:

Марки 01 и 02 заложены в бетонные основания путепровода, пересекающего автодорогу М-4 «Дон» в районе 68 км (рисунок 6).



Рисунок 6. Расположение пары рабочих реперов 01-02

Марка 03 заложена в оголовок водопропускной трубы, а марка 04 – в бетонное основание путепровода, пересекающего автодорогу М-4 «Дон» в районе 94 км (рисунок 7).

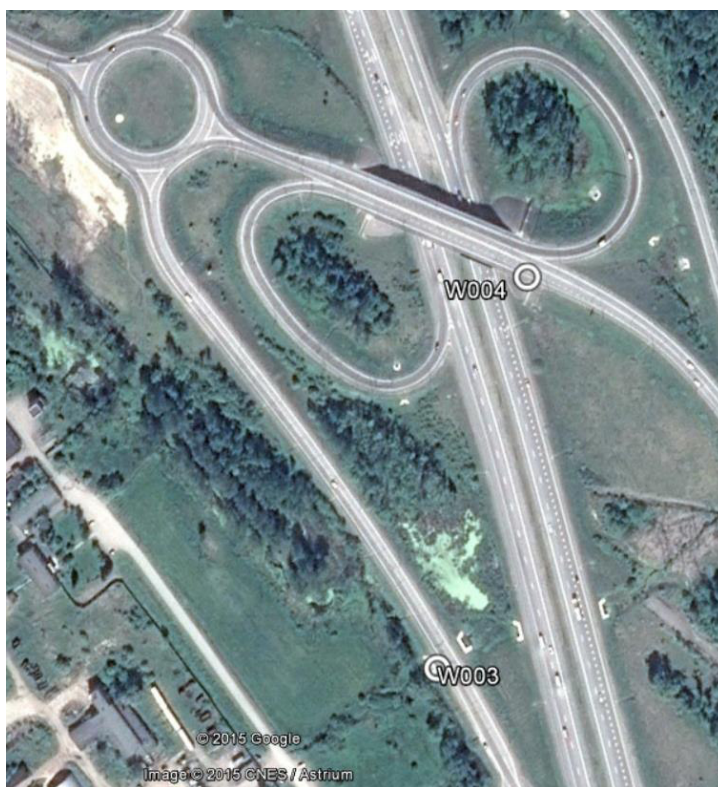


Рисунок 7. Расположение пары рабочих реперов 03-04

Тульская область:

Марки 05 и 06 заложены в бетонные основания водопропускных труб в районе развязки у населенного пункта Теребуш, 180 км автодороги М-4 «Дон» (рисунок 8).



Рисунок 8. Расположение пары рабочих реперов 05-06

Марки 07 и 08 заложены в бетонные основания путепровода над железной дорогой в районе 210 км автодороги М-4 «Дон» (рисунок 9).



Рисунок 9. Расположение пары рабочих реперов 07-08

Подробные описания мест заложения пунктов каркасной сети и рабочих реперов ВОГС приведены в приложении Г.

Общая схема расположения пунктов каркасной сети и рабочих реперов ВОГС на участке км 21 – км 225 автодороги М-4 «Дон» приведена на рисунке 10.



Рисунок 10. Общая схема расположения пунктов ВОГС

1.4.Выполнение ГНСС наблюдений

Спутниковые наблюдения выполнялись в соответствии с требованиями Технического Задания по методикам высокоточных статических измерений с постобработкой результатов. ГНСС наблюдения выполнялись с целью привязки всех новых пунктов ВОГС к государственным и общемировым системам координат и высот. Важно отметить, что в настоящее время как в нашей стране, так и во всем мире имеется большое число пунктов, на которых выполняются круглосуточные непрерывные ГНСС наблюдения. К таким пунктам относятся пункты ФАГС, формирующие геодезическую опорную сеть наивысшей точности для реализации государственных систем координат РФ, к ним также относятся пункты IGS, расположенные по всему миру (в том числе, на территории РФ) и реализующие на земной поверхности мировую систему координат ITRF2008. Кроме того, в нашей стране имеется достаточно большое число постоянно действующих ГНСС станций различной организационной и ведомственной принадлежности, которые также можно использовать при решении глобальных и прикладных задач. В последующей обработке результатов ГНСС наблюдений были использованы находящиеся в открытом доступе сырые данные ГНСС наблюдений с пунктов IGS, ФАГС, а также сервиса NIVE3 (<http://hive.geosystems.aero/>), объединяющего более 200 постоянно действующих базовых станций на территории нашей страны.

Программа ГНСС измерений была составлена таким образом, чтобы обеспечивалась синхронность наблюдений между пунктами каркасной сети и всеми остальными пунктами ВОГС, ОГС прежнего заложения, ГГС и реперами ГВО. Более детально процесс наблюдений на каждом из перечисленных выше типов пунктов описан в последующих разделах отчета.

Для выполнения ГНСС измерений использовались комплекты оборудования Javad Sigma (2 шт.), Trimble R7 (2 шт.), Trimble 5700 (3 шт.). Копии свидетельств о поверке этого оборудования представлены в приложении Д.

При ГНСС наблюдениях спутниковые антенны устанавливались либо стационарно на резьбовые марки (на пунктах каркасной сети), либо на штативы с помощью трегеров с оптическими центрами, либо на вехи. Примеры различных способов установки оборудования показаны на рисунке 11.



Рисунок 11. Различные способы установки ГНСС антенны

1.4.1. Выполнение ГНСС наблюдений на пунктах каркасной сети

Основным предназначением пунктов каркасной сети является высокоточная привязка этих пунктов к государственным и общемировым системам координат и высот для последующей передачи координат и высотных отметок на остальные пункты (рабочие реперы) ВОГС.

Поскольку в Российской Федерации государственная основа требуемой точности представляет собой весьма разреженную сеть пунктов ФАГС с векторами между соседними пунктами по 500 и более километров, для высокоточных решений требуются ГНСС наблюдения длительностью не менее пяти суток. Это связано с глобальными явлениями "дыхания земли", выражающемся в виде лунно-солнечных приливов в твердой земле, способных вносить изменения в длины и превышения до нескольких сантиметров на тысячу километров. При обработке длительных сессий ГНСС наблюдений (не менее 5 суток) и учете циклических вариаций приливных эффектов земной коры (tide corrections) удастся выйти на суб-сантиметровый уровень точности определения векторов длиной в несколько сотен километров.

Для достижения максимальной точности ГНСС определений пунктов каркасной сети на них были стационарно установлены два комплекта ГНСС оборудования Trimble R7 для выполнения синхронных измерений. Спутниковые антенны были зафиксированы на резьбовых марках, закрепленных на крышах зданий, и с помощью антенных кабелей соединены с приемниками, расположенными внутри помещений и подключенными к сети переменного тока 220В для обеспечения их бесперебойной работы на протяжении длительного времени. Продолжительность синхронных ГНСС измерений на пунктах каркасной сети в общей сложности составила порядка 7 суток, интервал записи 15 секунд, длительность файлов суточная безостановочная. Приемники выполняли непрерывные и синхронные ГНСС

наблюдения на пунктах каркаса до тех пор, пока не были завершены ГНСС наблюдения на всех пунктах ВОГС, ОГС прежнего заложения, ГГС и нивелирных реперах ГВО.

1.4.2. Выполнение наблюдений на пунктах ВОГС (ОГС)

ГНСС наблюдения на новых пунктах ВОГС и ОГС прежнего заложения выполнялись парами приемников. Интервал записи данных 1 сек., продолжительность каждой сессии ГНСС наблюдений на пунктах составила не менее 3 часов. Синхронность наблюдений обеспечивалась в каждой паре пунктов.

1.4.3. Выполнение наблюдений на нивелирных реперах ГВО

Целью ГНСС наблюдений на реперах ГВО являлась высокоточная передача высотных отметок на все новые пункты ВОГС. ГНСС наблюдения на нивелирных реперах ГВО выполнялись синхронно с ближайшей парой рабочих реперов ВОГС. Интервал записи 15 сек., продолжительность измерений составляла не менее 2,5 часов. При выполнении ГНСС наблюдений на стенном нивелирном репере Вельяминово потребовалось осуществить вынос отметки стенного репера на временный репер (закрепленный на поверхности земли), пригодный для установки ГНСС оборудования.

Дело в том, что нивелирная сеть страны начинала развиваться более 140 лет назад, когда о спутниковых измерениях не было речи. Достаточно распространенным методом закрепления нивелирных реперов было их размещение в стенах фундаментальных зданий.

Так, репер 662 (Вельяминово) расположен в стене казенного железнодорожного здания вблизи ст. Вельяминово Павелецкого направления Московской железной дороги (рисунок 12).



Рисунок 12. Расположение стенного репера Вельяминово

Данная конструкция репера не является удобной для непосредственного производства на нем ГНСС наблюдений, да и для современных методов нивелирования предусматриваются более простые конструкции для установки реек и снятия отсчетов начальных превышений.

Начальное превышение в нивелирных ходах с подобными реперами определяется непосредственным наведением визирной оси нивелира в точку на марке, соответствующую нулевому превышению к каталожной отметке. Все остальные методы снятия отсчетов по подвесным рейкам, прикрепляемым к отверстию в марке, сопряжены с дополнительным источником погрешностей неоднозначности нуля шкалы подвесной рейки. В случае установки уровенной оси прибора в точку марки, что является довольно затратным во времени процессом, следующая точка нивелирного хода получает превышение непосредственно от марки.

Поскольку ГНСС наблюдения нежелательны вблизи стен зданий, экранирующих часть небесной сферы и создающих паразитные многолучевые отражения сигналов от спутников, рекомендуется их производить в местах, более для этого приспособленных. Для производства ГНСС наблюдений отметка репера 662 была снесена на временный репер в 15 метрах от здания.

Снесение отметки на временный репер произведено цифровым нивелированием по программе II класса. В дальнейших вычислениях и сравнениях нивелирования и ГНСС используется отметка временного репера, которому для удобства расчетов в различных программах присвоены идентификаторы G662 (при обработке нивелирования) и R662 (при обработке спутниковых наблюдений).

Схема выноса отметки репера на временный пункт наблюдений показана на рисунке 13.

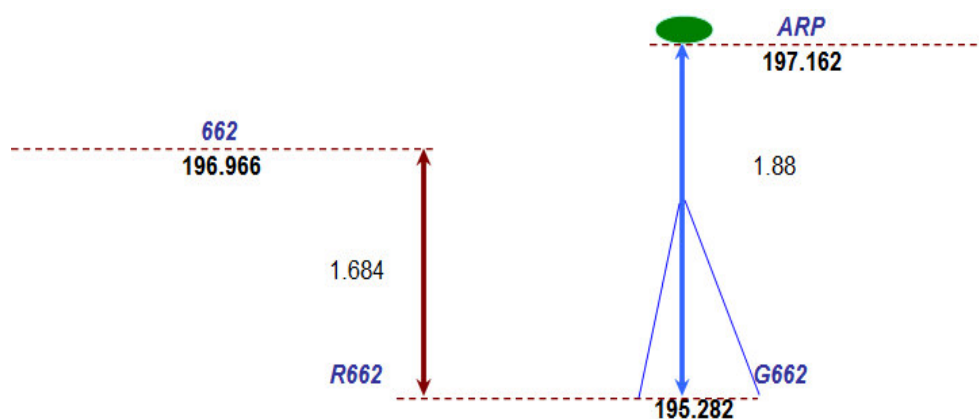


Рисунок 13. Вынос отметки репера Вельяминово на временный пункт наблюдений

Тип и расположение нивелирного репера Александровка позволили выполнить ГНСС измерения путем непосредственного центрирования спутниковой антенны над репером без выполнения промежуточных мероприятий, как в случае с репером Вельяминово.

Спутниковые наблюдения на нивелирных реперах ГВО выполнялись с использованием вехи для установки спутниковой антенны. Это позволяет максимально точно измерить высоту спутниковой антенны относительно репера, что крайне важно для точной передачи высотных отметок ГНСС методами.

1.4.4. Выполнение наблюдений на пунктах ГГС

ГНСС наблюдения на пунктах ГГС выполнялись с целью привязки новых пунктов ВОГС к местным система координат Московской и Тульской

области. Продолжительность ГНСС наблюдений на пунктах ГГС составляла не менее 1,5 часов с интервалом записи данных 15 сек. При этих измерениях требовалось обеспечить синхронность наблюдений только с пунктами каркасной сети, от которой впоследствии осуществлялась привязка всех остальных пунктов ВОГС в ходе совместной обработки данных измерений. В результате были выполнены ГНСС наблюдения на 5 пунктах ГГС как в Московской, так и в Тульской области соответственно.

1.5.Выполнение контрольных измерений в парах реперов ВОГС

Контроль точности определения взаимного положения новых пунктов ВОГС в парах выполнялся с помощью оптического электронного тахеометра Sokkia SET 530R (рисунок 14).

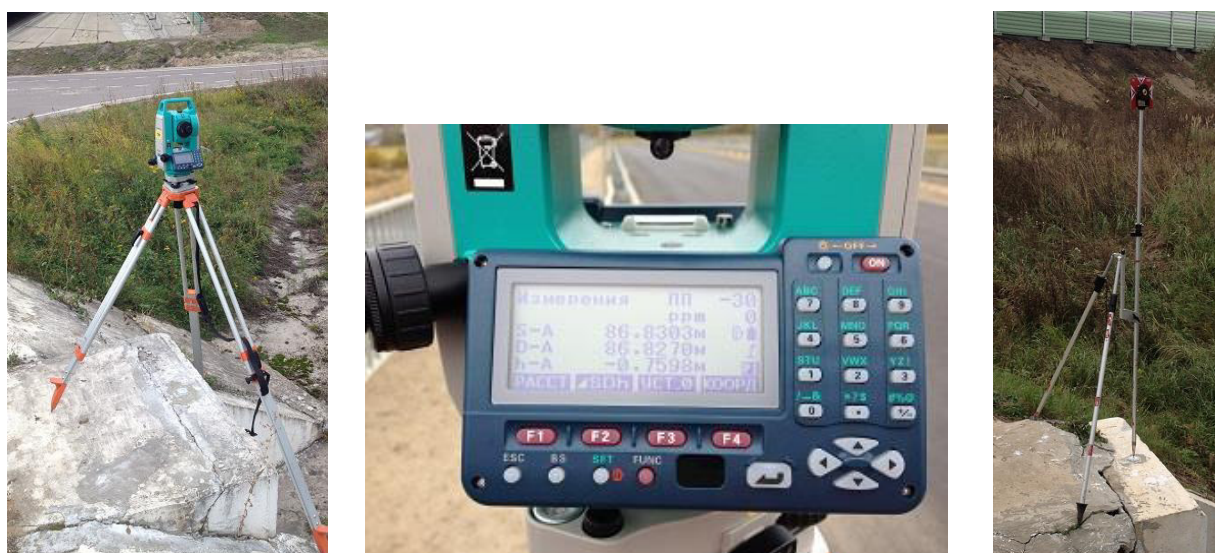


Рисунок 14. Выполнение контрольных измерений

Тахеометром были выполнены многократные измерения расстояний (горизонтальных проложений) и превышений между реперами в парах, после чего были получены средние значения этих измерений для каждой пары рабочих реперов ВОГС. По результатам обработки ГНСС наблюдений также были вычислены значения расстояний и превышений между теми же парами рабочих реперов ВОГС. Расхождения между измерениями электронным тахеометром и результатами камеральной обработки данных ГНСС наблюдений представлены в таблице 2.

Таблица 2 - Ведомость полевого контроля

№	Название пункта	Вычисленные камерально		Измеренные		$\Delta h, \text{м}$	$\Delta l, \text{м}$
		превышение	расстояние	превышение	расстояние		
1	W001	0.660	86.831	0.661	86.829	0.001	-0.002
	W002						
2	W003	-10.443	239.297	-10.440	239.300	0.003	0.003
	W004						
3	W005	-1.162	118.196	-1.159	118.199	0.003	0.003
	W006						
4	W007	-0.436	60.615	-0.4354	60.612	0.000	-0.003
	W008						
5	7105	-6.372	352.302	-6.384	352.299	-0.012	-0.003
	7106						

1.6.Выполнение работ по геометрическому нивелированию II класса

Геометрическое нивелирование II класса использовалось в качестве альтернативного метода передачи отметок в Балтийской системе высот 1977 года с нивелирных реперов ГВО на пункты ВОГС. Для выполнения измерений использовался электронный нивелир Trimble Dini 03 с комплектом инварных кодовых реек. Копии свидетельств о поверке данного оборудования приведены в приложении Д.

Ходы нивелирования II класса были проложены в прямом и обратном направлении от репера Вельяминово (рп.662) до пунктов ВОГС W001 и W002 в Московской области, и от репера Александровка (рп.8537) до пунктов ВОГС W007 и W008 в Тульской области. Схемы ходов нивелирования II класса в Московской и Тульской областях приведены на рисунках 15-16.

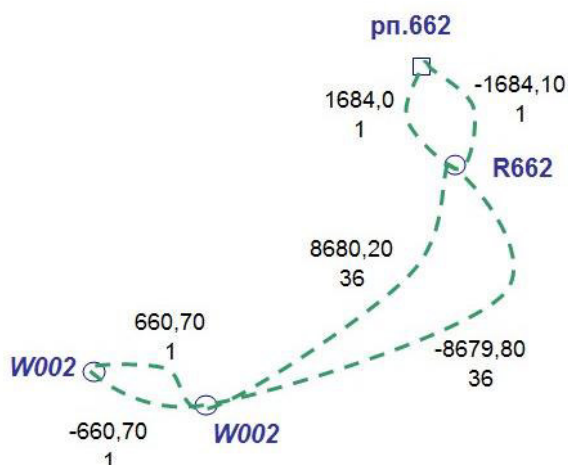


Рисунок 15. Схема ходов нивелирования II класса в Московской области

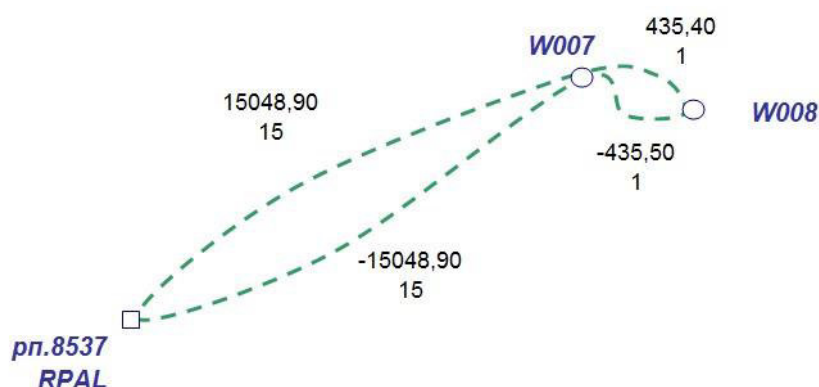


Рисунок 16. Схема ходов нивелирования II класса в Тульской области

Цифрами на схемах показаны превышения в каждом сегменте хода в направлении прямо и обратно, ниже которых указано общее число штативов в каждом сегменте. Именем R662 на рисунке 15 обозначен временный репер, вынесенный для выполнения ГНСС наблюдений, как описано в разделе 1.4.3.

Обработка данных выполнялась в программе CREDO. Ведомость превышений и высот нивелирования приведена в приложении Ж. Результаты оценки точности нивелирования II класса приведены в таблицах 3-4.

Таблица 3 - Результаты нивелирования II класса, Московская область

Разность высот исходных пунктов:	$H_k - H_n =$	-11,0247	м
Полученная невязка:	$V_{пол} =$	-0,0	мм
Допустимая невязка:	$V_{доп} = \pm 5 \text{ мм} \sqrt{L} =$	8,9	мм
Поправка на 1 км хода	$- V / L =$	0,00	мм
Средние квадратические ошибки нивелирования на 1 км хода:			
случайная:	$\eta = \pm$	0,2	мм
систематическая:	$\sigma = \pm$	0,06	мм

Таблица 4 - Результаты нивелирования II класса, Тульская область

Разность высот исходных пунктов:	$H_k - H_n =$	15,4840	м
Полученная невязка:	$V_{пол} =$	-0,1	мм
Допустимая невязка:	$V_{доп} = \pm 5 \text{ мм} \sqrt{L} =$	5,7	мм
Поправка на 1 км хода	$- V / L =$	0,04	мм
Средние квадратические ошибки нивелирования на 1 км хода:			
случайная:	$\eta = \pm$	0,3	мм
систематическая:	$\sigma = \pm$	0,27	мм

Ведомость высотных отметок пунктов ВОГС, полученных из геометрического нивелирования II класса, представлена в таблице 5.

Таблица 5 - Ведомость высот пунктов ВОГС

Имя пункта	Отметка в Балтийской системе высот 1977 года
W001	186,602
W002	185,941
W007	259,974
W008	260,410

2. Обработка данных и анализ результатов

Постобработка результатов ГНСС наблюдений выполнялся программой Pinnacle. Исходные координаты станций IGS и контрольные векторы привязки длинных линий сети получены программой GAMIT. Исходные координаты пунктов ФАГС и контрольные векторы привязки длинных линий сети получены программой Bernese.

Помимо результатов ГНСС наблюдений, выполненных в ходе выполнения данной работы на пунктах ВОГС, ОГС прежнего заложения, ГГС и ГВО, для постобработки были использованы находящиеся в открытом доступе в сети Интернет сырые данные ГНСС наблюдений на пунктах IGS (<http://sopac.ucsd.edu/sector.shtml>), ФАГС (<http://geod.ru/data/fags/>) и двух станций ФГБУ «Ростехинвентаризация – Федеральное БТИ», доступ к которым был получен через сервис HIVE3 (<http://hive.geosystems.aero/>).

Следует отметить, что в соответствии со стандартом RINEX имена точек, определяемых ГНСС методом, должны содержать не более четырех символов. Первый символ - обязательно буква латинского алфавита, остальные символы могут быть буквами или цифрами. По этой причине все пункты, участвовавшие в обработке данных, получили короткие имена из 4 символов (если этот код не был присвоен ранее). Сводка всех пунктов, использованных в постобработке данных, с соответствующими четырехзначными кодами приведена в приложении И.

Также важно отметить тот факт, что для достижения максимальной точности высотных определений с помощью ГНСС методов необходимо учитывать точные параметры калибровок применявшихся спутниковых антенн, которые можно найти на сайте геодезической службы США по ссылке <http://www.ngs.noaa.gov/ANTCAL/>.

2.1.Свободное уравнивание сети векторов ГНСС измерений

Свободное уравнивание позволяет оценить точность геометрического построения ГНСС векторов по внутренней сходимости, без фиксирования координат или высот каких-либо пунктов. Такой подход позволяет исключить влияние возможных ошибок в координатах исходных пунктов.

Общий вид конфигурации сети и оценка масштаба эллипса ошибок положений пунктов сети представлены на рисунке 17.

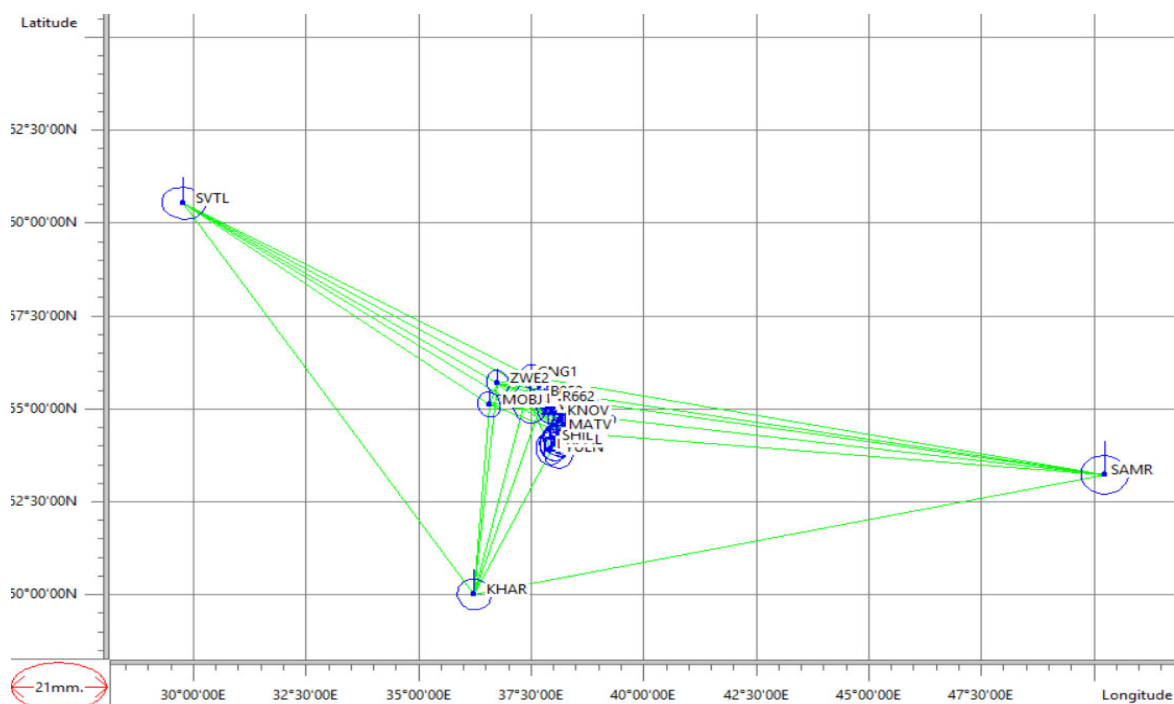


Рисунок 17. Результат свободного уравнивания сети ГНСС векторов

Сводка результатов свободного уравнивания сети представлена в приложении К. Оценка результатов уравнивания свидетельствует о максимальной погрешности определения высот 8 мм и плановых координат 6 мм. Данные ГНСС измерений произведенного комплекса работ имеют заведомо лучшую точность, чем в официальных каталогах ГГС и ФАГС.

2.2. Привязка пунктов ВОГС к ITRF2008

Для осуществления привязки к мировой системе ITRF2008 сформируем сеть из совокупности всех измерений проекта, включая определяемые пункты ВОГС новой закладки, базовые станции каркаса ВОГС, пункты ОГС прежней закладки, пункты ГГС, реперы ГВО, станции международного мониторинга IGS, пункты ФАГС. Две последние категории пунктов в списке выше частично совпадают, поскольку пункты ФАГС SVTL, MOBJ, ZWE2 и KCHAR одновременно являются и пунктами IGS.

Международная система земной относимости ITRF2008 в отличие от привычных каталогов ГГС и ГВО не является стабильной во времени системой учета координат и высот, приведенных к неизменным величинам. Пункты высокоточной международной сети описывают относительно принятого центра масс Земли и положения осей мировой геоцентрической декартовой системы смещения, которые обычно представляют векторами.

Представление векторов смещений пунктов ведется в двух системах:

- геоцентрической декартовой системе ITRF2008 в виде ежегодных линейных приращений по каждой из осей;
- геодезической системе на эллипсоиде WGS-84 в виде ориентированных по широтам, долготам и высотам смещений, эквивалентных геоцентрическим.

Второй метод является более наглядным для картографического представления векторов смещений, тогда как первый более прост в линейной оценке масштабов смещений.

Решение задачи определения геоцентрических (геодезических) координат возможно двумя способами:

- путем приведения каталогов решений на нулевую дату системы;
- путем приведения каталогов решений на дату измерений.

Осуществление обоих вариантов решений возможно с использованием открытого ресурса данных и алгоритмов преобразований координат и высот на эти даты. Этот сервис представлен на сайте Скриппсовского центра мониторинга точных орбит ГНСС и мировой геодинамики (Scripps Orbit and Permanent Array Center) в Калифорнийском университете Сан-Диего (<http://sopac.ucsd.edu/sector.shtml>).

Воспользовавшись этим ресурсом, получаем возможность генерации (выписки) по требуемому числу пунктов постоянных ГНСС наблюдений на любую дату. Далее остается определиться с выбором стратегии формирования отчетного каталога.

При известных скоростях движений пунктов оба решения равноценны и равнозначны. Преемственность любой из форм представления данных уравнивания легко приводит один вид решения к другому.

Например, если мы производим измерения в 2015-м году в 290-й день, то можно взять каталог на любую предшествующую дату и, уравнив сеть на эту дату, добавить к линейным величинам XYZ известные коэффициенты годовых скоростей, отнесенные к числу дней разности дат измерения и исходной даты, на которую был взят каталог.

Равно, как и возможно решение обратной задачи – определения каталога координат сети, редуцированного на исходную дату относительно каталога, зафиксированного на текущую дату измерений.

Нулевая дата международной системы ITRF с точки зрения практического интереса не так для нас важна, как дата 01 января 2011 года (2011.0), которая является датой начала отсчета единой государственной геодезической системы ГСК-2011, на которую сегодня публикуются весьма скудные сведения в открытом доступе.

Руководствуясь целесообразностью сопоставления двух высокоточных систем ITRF2008 и ГСК-2011, далее будем вести все представления данных решений в них на две даты:

- 2011.0 (001.2015) в качестве исходной для обеих систем;
- 2015.7932 (290.2015) в качестве определяемой даты проекта.

Для корректного сравнения скоростей смещений пунктов мировой сети, совпадающих с пунктами ФАГС, на сайте <http://sopac.ucsd.edu/sector.shtml> был запрошен каталог этих пунктов на дату 2011.0. На тот же перечень пунктов IGS, на том же сайте были получены координаты этих пунктов на 290 дату 2015 года (2015.7932).

Каталог координат исходных пунктов IGS в системе ITRF2008 на две даты, исходную и искомую, приведен в приложении Л.

На рисунке 18 графически представлены результаты уравнивания пунктов в системе ITRF2008, на котором видно, что максимальные значения ошибок определения координат пунктов не превышают 1 см.

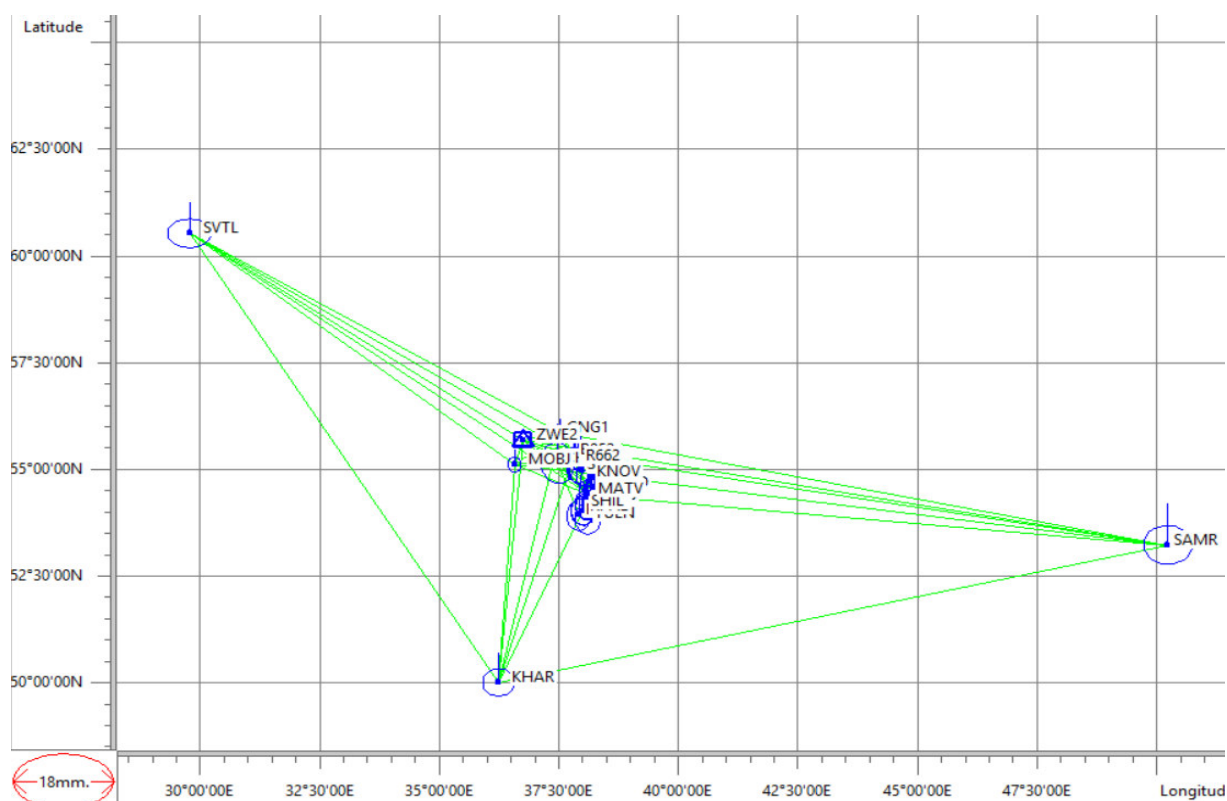


Рисунок 18. Результат уравнивания сети с одним исходным пунктом IGS ZWE2 для обеих системных дат.

Каталоги уравненных координат пунктов в системе ITRF2008 на исходную и текущую системные даты приведены в приложении М.

На основании вышесказанного можно сделать следующие выводы:

- Исходная дата системы ITRF2008 не имеет для ГНСС измерений на территории Российской федерации практического значения во всех геодезических задачах, за исключением научных изысканий в области современных движений земной коры и прогноза землетрясений.
- Для остальных случаев обеспечения единства измерений ITRF2008 является эталоном точности, пока что непревзойденным отечественным подходом науки и регламентов к этой проблеме.
- Для прикладных задач учета малых скоростей смещений геодезической основы в средствах глобальных спутниковых измерений важно не абсолютное смещение центра масс Земли в мировой системе ITRF2008, а его величина, соответствующая национальной (государственной) системе.
- Поэтому в рамках данного проекта взяты за нулевую эпоху ITRF2008 координаты на начальную эпоху нашей государственной системы ГСК-2011, а именно, на первое января 2011 года. К этой дате сегодня

надлежит приводить все высокоточные измерения в РФ. Координаты пунктов IGS и ФАГС, которые являются общими для двух систем наблюдения и координатных систем, на удивление совпадают в эту дату, чего нельзя сказать обо всех последующих датах.

2.3. Привязка пунктов ВОГС к ГСК-2011

Координаты исходных пунктов ФАГС в системе ГСК-2011 были взяты в официальном каталоге, опубликованном на сайте ФГБУ «Центр геодезии, картографии и ИПД» (<http://geod.ru/data/fags/>). Каталог координат исходных пунктов ФАГС приведен в приложении Н. В качестве исходного пункта плановой основы были зафиксированы значения координат пункта ZWE2, приведенные на дату 01 января 2011г.

В качестве высотной основы приведения отметок от эллипсоидальных к нормальным высотам (Балтика 77) были приняты отметки реперов RPA1 и R662. При уравнивании использовалась модель геоида EGM 2008. Уравнивание сети с вышеописанными исходными позволяет получить каталог всех пунктов сети в системе ГСК2011 на её нулевую (исходную) дату.

Сеть используем в той же конфигурации, что и в определении IGS-ITRF, включая в нее связи всех искомым пунктов (рисунок 19).

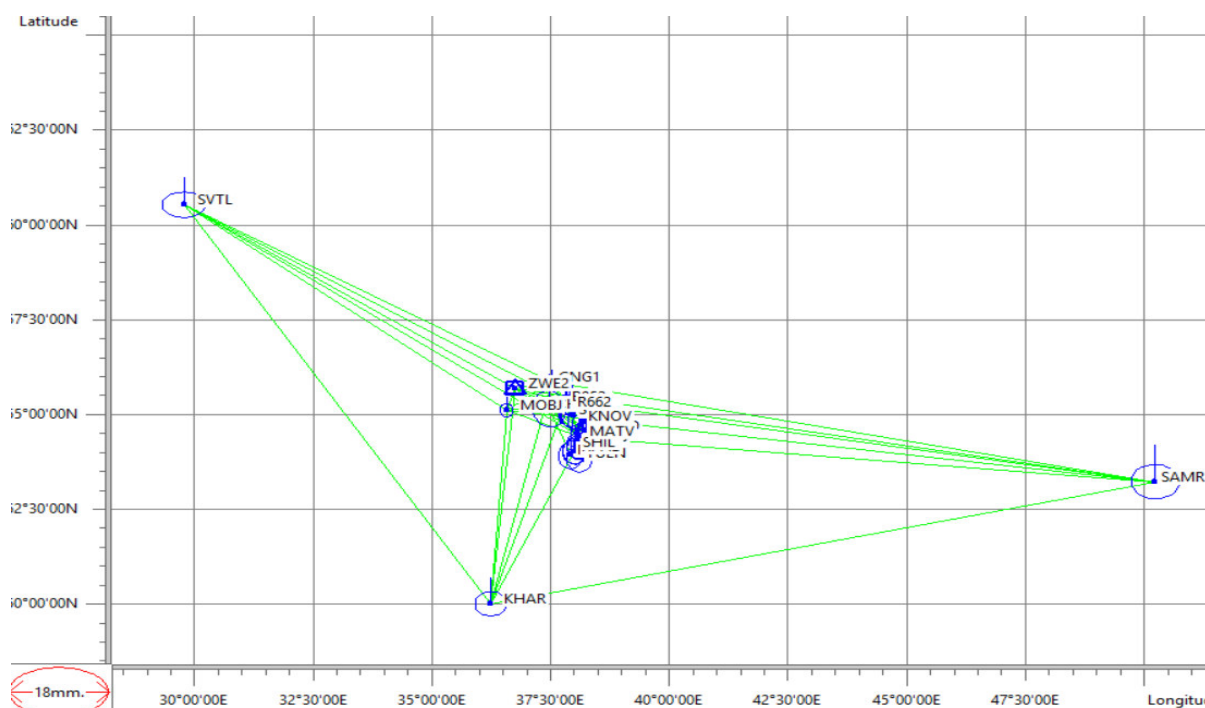


Рисунок 19. Результат уравнивания сети для привязки к ГСК-2011

В приложении П приведены каталоги уравненных координат пунктов в системе ГСК-2011. Каталоги представлены как в геодезических координатах

ГСК-2011, так и в декартовых прямоугольных координатах. В обоих случаях значения координат пунктов редуцированы на нулевую дату системы ГСК-2011.

2.4. Привязка пунктов ВОГС к МСК регионов

Для оценки точности сети по внутренней сходимости все пункты ГГС для обеих систем МСК Московской и Тульской областей были объединены в единый сегмент подсети и уравнены вместе с каркасом и пунктами IGS, ФАГС, БТИ. Такой подход позволил получить большее число связей для контроля качества ГНСС измерений (рисунок 20).

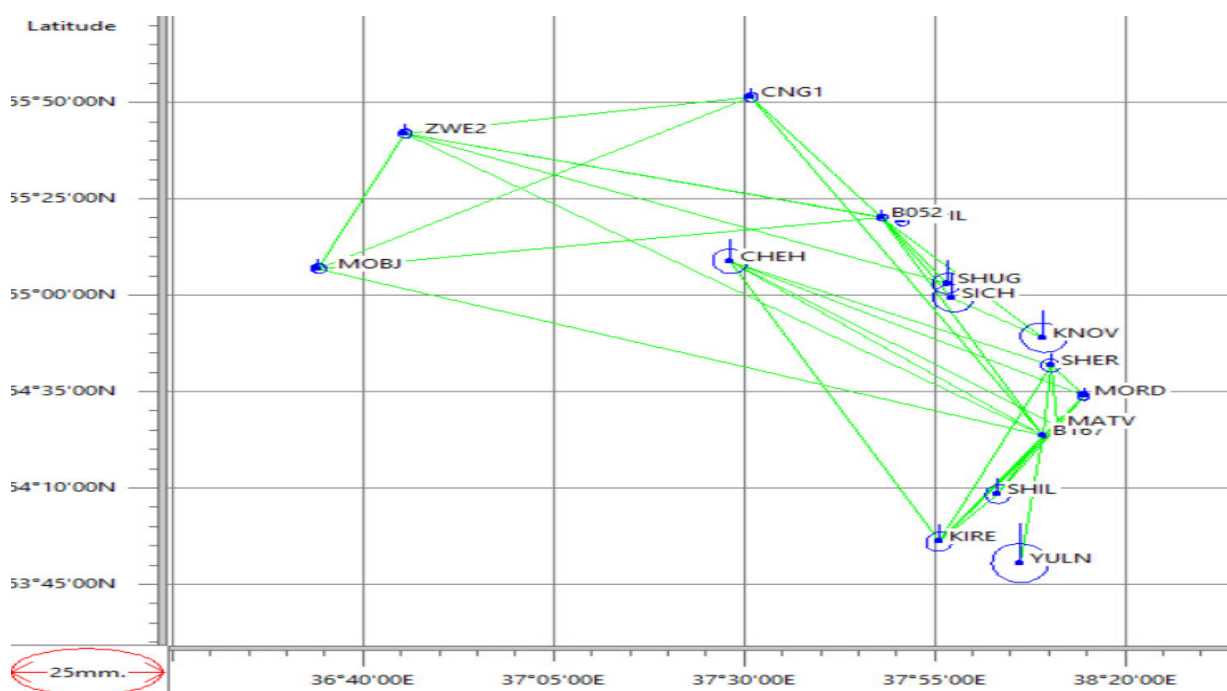


Рисунок 20. Результат уравнивания сети для привязки к МСК

На рисунке 20 представлена сеть определений пунктов ГГС МСК в совместном уравнивании. Масштаб эллипсов ошибок свидетельствует о точности полученных взаимных положений в пределах 1 см.

Об этом же и свидетельствуют численные оценки точности (значения Sigma в мм) в таблице 6 результатов свободного уравнивания пунктов ГГС и пунктов каркасной сети.

Таблица 6 - Результаты свободного уравнивания пунктов ГГС и каркаса

КООРДИНАТЫ				SIGMAS (mm)			
#	Имя	Широта	Долгота	Высота (m)	s(N)	s(E)	s(U)
1	B052	55°20'10.60165"N	37°48'06.75125"E	196.3767	1.2	0.8	2.6
2	B167	54°23'35.95321"N	38°09'15.05536"E	224.5309	0.6	0.5	1.3
3	CHEH	55°08'45.17366"N	37°28'11.13142"E	237.5431	4.0	2.9	7.6
4	CNG1	55°51'18.12371"N	37°30'57.72987"E	192.3658	1.5	1.1	3.4
5	KIRE	53°56'04.48686"N	37°55'40.46922"E	236.6214	3.1	2.2	5.8
6	KNOV	54°48'57.92651"N	38°09'15.85605"E	236.9329	4.8	3.7	9.2
7	MATV	54°25'59.10157"N	38°11'10.96974"E	236.0896	0.8	0.6	1.5
8	MOBJ	55°06'53.59356"N	36°34'10.96543"E	183.3277	1.6	1.2	3.5
9	MORD	54°33'51.80418"N	38°14'32.64863"E	238.8344	1.5	1.0	2.9
10	SHER	54°41'45.25888"N	38°10'11.88729"E	236.0924	2.2	1.5	4.3
11	SHIL	54°08'22.96349"N	38°03'19.32134"E	237.8645	3.1	2.0	5.3
12	SHUG	55°03'03.48139"N	37°56'39.44316"E	190.2622	3.4	2.4	7.9
13	SICH	54°59'05.06734"N	37°57'23.50733"E	200.0105	4.5	3.3	8.4
14	WPIL	55°19'17.29985"N	37°50'44.76444"E	213.0526	1.6	1.1	3.5
15	YULN	53°50'30.76159"N	38°06'13.40917"E	269.2716	6.4	4.6	13.4
16	ZWE2	55°41'57.43501"N	36°45'30.19864"E	208.8545	1.5	1.1	3.3

Максимальная погрешность независимых ГНСС определений пунктов ГГС составила 13.4 мм по высоте для пункта YULN, все остальные решения точнее сантиметра.

Получив оценку качества каркаса относительно ГГС по внутренней сходимости, в эту сеть были добавлены все определяемые пункты (рабочие реперы ВОГС, пункты ОГС прежнего заложения), а также нивелирные реперы высотной основы для обеспечения единства высотных определений всей конструкции сети.

Совместное уравнивание всех пунктов без исходных представлено в разделе 2.1. и приложении К.

Для получения каталогов определяемых реперов и пунктов каркасной сети ВОГС было выполнено фиксирование исходных координат по пунктам с наилучшей надежностью данных по измерениям ГНСС. Для фиксирования высотной основы за исходные приняты реперы RPA1 и R662. Для перехода в системы МСК в качестве исходных принят пункт Ситне-Щелканово (МСК 50-2) и пункт Мордвес (МСК 71.1).

Каталоги уравненных значений координат и высот пунктов в МСК обоих регионов с оценкой точности даны в приложении Р.

2.5.Определение параметров пространственных связей между различными системами координат

В процессе рассмотренных выше процедур уравнивания пунктов сети были получены их координаты в различных системах, причем в процессе уравнивания была достигнута очень высокая точность взаимного положения пунктов сети по внутренней сходимости. Это позволяет рассчитать параметры преобразований между различными системами координат, и эти параметры будут наиболее полно обеспечивать целостность координатного описания нашего объекта в различных системах.

Наш объект исследования имеет протяженность порядка 200 км и проходит по территории двух регионов со своими местными системами координат. Однако благодаря проведенным измерениям и уравниванию исходных пунктов ГГС в различных системах координат мы имеем возможность получить точные параметры связи между геоцентрическими (ITRF2008, ГСК-2011) и местными (МСК-50, МСК-71.1) системами. Более того, эти параметры преобразований позволят обеспечить единство координатных описаний объекта в любой из упомянутых выше систем координат, избежав при этом каких-либо скачкообразных изменений в координатах при переходе между регионами.

Параметры преобразований между системами ITRF2008 и МСК-50, ITRF2008 и МСК-71.1, ITRF2008 и ГСК-2011 приведены в приложении С.

Отдельно следует отметить, что результаты привязки наших пунктов к системам ITRF2008 и ГСК-2011 продемонстрировали полную идентичность этих систем в пределах точности измерений. Это означает, что отдельно вычислять параметры перехода между ГСК-2011 и МСК-50 или МСК-71.1 не нужно, поскольку они будут такими же, как параметры преобразований между ITRF2008 и МСК. Используя официально опубликованные параметры связи между ITRF2008 и ГСК-2011 (также приведены в приложении С) всегда можно осуществить переход между любой геоцентрической и местной системой из упомянутых выше.

2.6.Сравнительный анализ точности передачи нормальных высот ГНСС методами и геометрическим нивелированием II класса

Корректное сравнение методов ГНСС наблюдений и нивелирования по точности стало возможным при такой схеме наблюдений, которая бы обеспечивала множественные варианты независимых решений ГНСС из различных комбинаций векторов.

Имея два известных репера, разнесенных на более чем 130 км, мы не имеем возможности в рамках данного проекта проверить точность их взаимного положения по высоте геометрическими нивелированием. Это потребовало бы более двух месяцев работы.

Поэтому ограничимся доверием к сведениям из каталогов ГВО, которые уверяют нас в том, что исходные реперы 2 класса определены не хуже, чем с абсолютной погрешностью в 2 мм.

Рисунок 21 ниже иллюстрирует схему между определяемыми станциями каркасной сети В167 и В052, рабочими реперами W001-W002, W007-W008 и реперами 2 класса нивелирной сети RPA и R662.

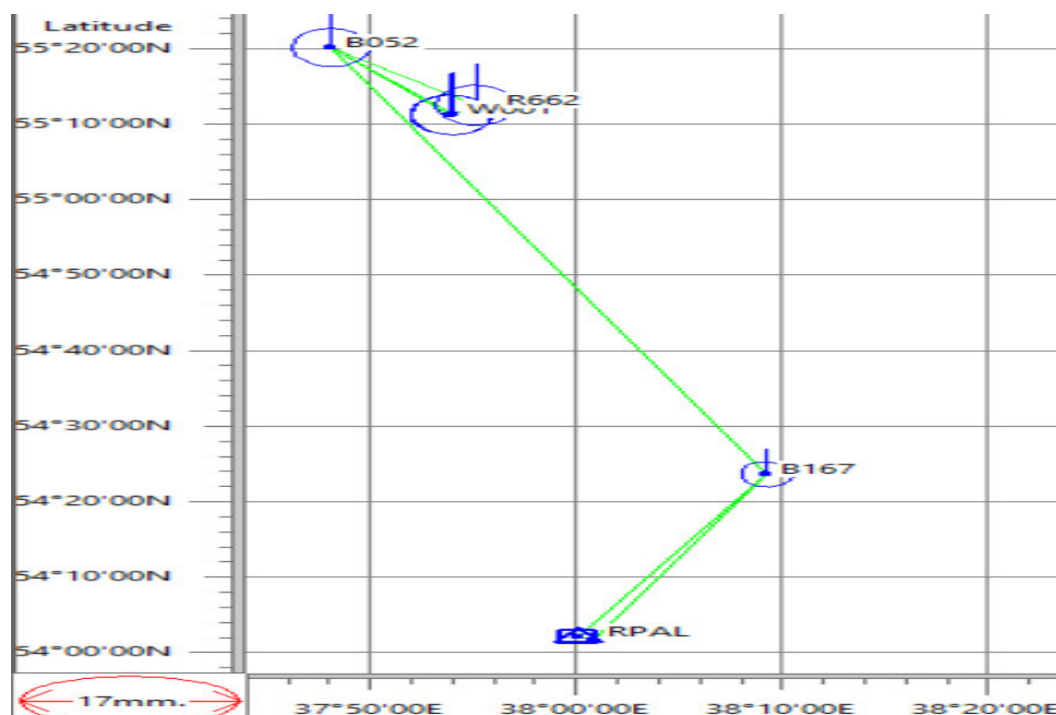


Рисунок 21. Схема связей между реперами ГВО и пунктами ВОГС

Рисунки 22 и 23 иллюстрируют локальные связи вблизи каждого репера ГВО.

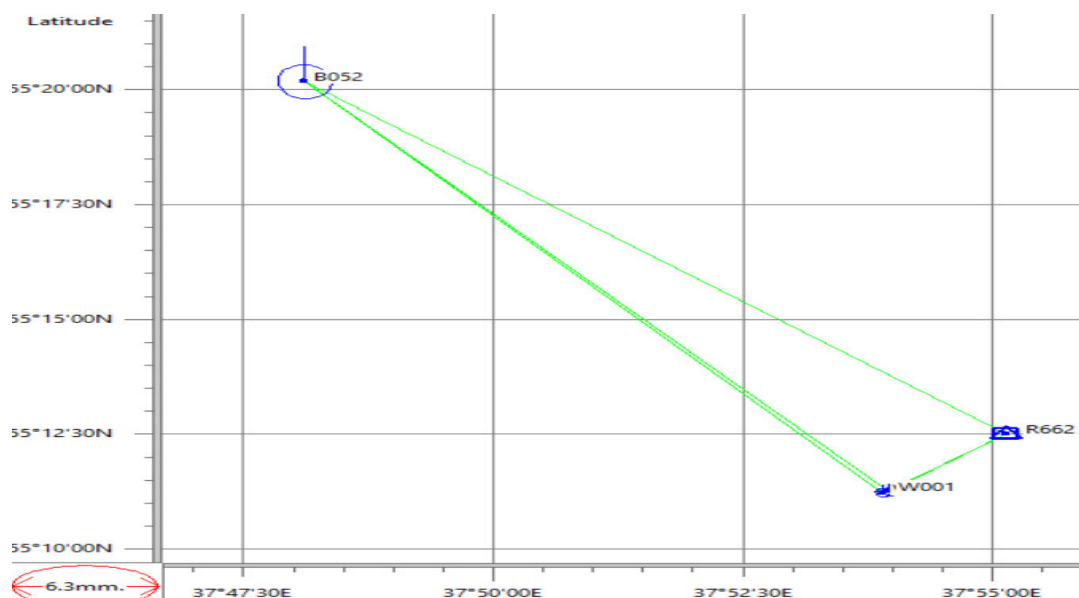


Рисунок 22. Сегмент сети, связывающий базу B052, репер R662 и пункты W001 и W002

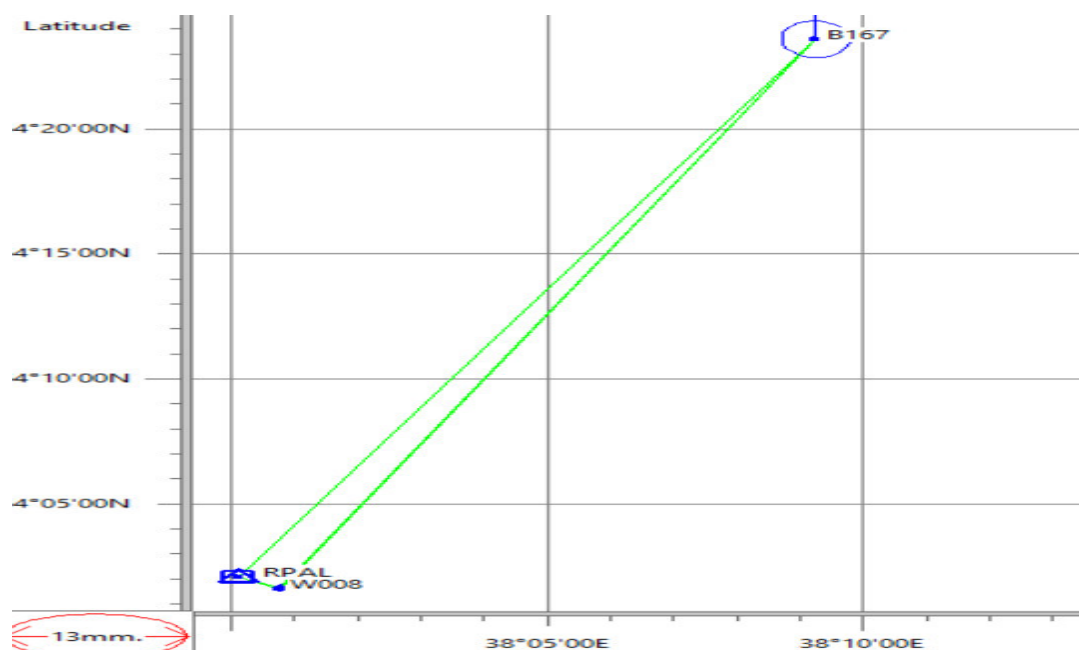


Рисунок 23. Сегмент сети, связывающий базу B167, репер RPAL и пункты W007 и W008

Для обеспечения независимости определений высот методами ГНСС, показанные выше сегменты определялись в разные даты.

Показанный на рисунке 21 вектор, соединяющий обе базовые станции B052 и B167, был определен из обработки наблюдений за 7 суток.

В представленных сегментах связей пространственными векторами ГНСС возникает несколько условий контроля при комбинировании измерений разными полигонами.

При уравнивании векторов с базы B052 на пункты W001 - W002, и векторов связей этих пунктов с R662 возникает условие четырех полигонов высотных определений:

- 1) R662- W001- B052- R662 (L=33км);
- 2) R662- W002- B052- R662 (L=33км);
- 3) R662- W002- W001- R662 (L=3.2км);
- 4) R662- B052- W001- W002- R662 (L=33км);

Рассмотрим разности отметок в вариантах ГНСС решений для каждого случая (таблицы 7-9).

Таблица 7 - Первый полигон высотных определений в Московской области

Point			Coordinates				Sigmas(mm)			Corr.(%)		
#	Name	Comment	Latitude	Longitude	height(m)	Ortho H(m)	s(N)	s(E)	s(U)	N-E	N-U	E-U
1	B052		55°20'10.59989"N	37°48'06.77605"E	195.7425	181.4124	3.1	2.2	6.5	-5	16	1
2	R662		55°12'30.77572"N	37°55'08.07483"E	209.3881	195.2820	0.0	0.0	0.0	0	0	0
3	W001		55°11'14.95445"N	37°53'58.25800"E	200.7359	186.6019	0.8	0.6	1.6	-13	18	5

Таблица 8 - Второй полигон высотных определений в Московской области

Point			Coordinates				Sigmas(mm)			Corr.(%)		
#	Name	Comment	Latitude	Longitude	height(m)	Ortho H(m)	s(N)	s(E)	s(U)	N-E	N-U	E-U
1	B052		55°20'10.59991"N	37°48'06.77611"E	195.7416	181.4115	2.1	1.5	4.4	-7	16	1
2	R662		55°12'30.77572"N	37°55'08.07483"E	209.3881	195.2820	0.0	0.0	0.0	0	0	0
3	W002		55°11'13.38116"N	37°53'54.19354"E	200.0780	185.9421	0.5	0.4	1.1	-13	21	2

Таблица 9 - Третий полигон высотных определений в Московской области

Point			Coordinates				Sigmas(mm)			Corr.(%)		
#	Name	Comment	Latitude	Longitude	height(m)	Ortho H(m)	s(N)	s(E)	s(U)	N-E	N-U	E-U
1	R662		55°12'30.77572"N	37°55'08.07483"E	209.3881	195.2820	0.0	0.0	0.0	0	0	0
2	W001		55°11'14.95445"N	37°53'58.25800"E	200.7362	186.6023	0.1	0.1	0.2	-13	18	3
3	W002		55°11'13.38116"N	37°53'54.19354"E	200.0777	185.9419	0.1	0.1	0.2	-13	19	2

После третьего решения появляется возможность сравнить отметки W001 и W002 из разных конфигураций полигонов: коротких векторов (3) и длинных (1 и 2). Разности определений составили -0.004 м и +0.002 м соответственно.

И четвертый вариант, при котором уравнивание использовало все комбинации показан в таблице 10.

Таблица 10 - Четвертый полигон высотных определений в Московской области

Point			Coordinates				Sigmas(mm)			Corr.(%)		
#	Name	Comment	Latitude	Longitude	height(m)	Ortho H(m)	s(N)	s(E)	s(U)	N-E	N-U	E-U
1	B052		55°20'10.59990"N	37°48'06.77602"E	195.7428	181.4127	1.6	1.1	3.3	-7	17	0
2	R662		55°12'30.77572"N	37°55'08.07483"E	209.3881	195.2820	0.0	0.0	0.0	0	0	0
3	W001		55°11'14.95445"N	37°53'58.25800"E	200.7362	186.6022	0.4	0.3	0.8	-13	18	3
4	W002		55°11'13.38115"N	37°53'54.19354"E	200.0777	185.9419	0.4	0.3	0.8	-13	19	2

Разности с третьим вариантом не вышли за пределы 1 мм.

Оставим этот вариант, как наиболее подходящий установлению связей реперов исходных и определяемых пунктов ВОГС, включающим и базовые станции.

Результаты сравнения ГНСС уравнивания высотных отметок W001-W002 и геометрического нивелирования приведен в таблице 7.

Таблица 11 - Сравнение отметок для пунктов W001-W002

Пункт	Отметка нив.	Отметка ГНСС	Разности	Допуск II класса
W001	186.6019	186.6022	0.0003	0.0089
W002	185.9413	185.9419	0.0006	

Аналогичная работа была проделана по сегменту базы B167.

При уравнивании векторов с базы B167 на пункты ВОГС W007 - W008, и векторов связей этих пунктов с RPAL возникает условие четырех полигонов высотных определений:

- 1) RPAL - W007- B167- RPAL (L=85км);
- 2) RPAL - W008- B167- RPAL (L=85км);
- 3) RPAL - W007- W008- RPAL (L=2км);
- 4) RPAL - B167- W007- W008- RPAL (L=85км);

Рассмотрим разности отметок в вариантах ГНСС решений для каждого случая (таблицы 12-14).

Таблица 12 - Первый полигон высотных определений в Тульской области

Point			Coordinates				Sigmas(mm)			Corr.(%)		
#	Name	Comment	Latitude	Longitude	height(m)	Ortho H(m)	s(N)	s(E)	s(U)	N-E	N-U	E-U
1	B167		54°23'35.94161"N	38°09'15.05448"E	223.9055	211.3089	1.1	0.8	2.3	-2	7	-10
2	RPAL		54°02'03.72839"N	38°00'06.38320"E	256.3657	244.9260	0.0	0.0	0.0	0	0	0
3	W007		54°01'37.84990"N	38°00'46.80046"E	271.3779	259.9727	0.1	0.1	0.3	-13	-1	-11

Таблица 13 - Второй полигон высотных определений в Тульской области

Point			Coordinates				Sigmas(mm)			Corr.(%)		
#	Name	Comment	Latitude	Longitude	height(m)	Ortho H(m)	s(N)	s(E)	s(U)	N-E	N-U	E-U
1	B167		54°23'35.94162"N	38°09'15.05429"E	223.9044	211.3078	3.5	2.6	7.4	-2	4	-15
2	RPAL		54°02'03.72839"N	38°00'06.38320"E	256.3657	244.9260	0.0	0.0	0.0	0	0	0
3	W008		54°01'35.94511"N	38°00'46.01293"E	271.8114	260.4074	0.4	0.3	0.8	-16	2	-11

Таблица 14 - Третий полигон высотных определений в Тульской области

Point			Coordinates				Sigmas(mm)			Corr.(%)		
#	Name	Comment	Latitude	Longitude	height(m)	Ortho H(m)	s(N)	s(E)	s(U)	N-E	N-U	E-U
1	RPAL		54°02'03.72839"N	38°00'06.38320"E	256.3657	244.9260	0.0	0.0	0.0	0	0	0
2	W007		54°01'37.84989"N	38°00'46.80047"E	271.3773	259.9722	0.6	0.4	1.2	-14	4	-10
3	W008		54°01'35.94512"N	38°00'46.01291"E	271.8119	260.4080	0.6	0.4	1.2	-15	5	-10

В результате этого определения высот пунктов ВОГС появляется возможность сравнить отметки W007 и W008 из разных конфигураций полигонов: коротких векторов (3) и длинных (1 и 2). Разности определений составили +0.0042 м и -0.0006 м соответственно.

И четвертый вариант, при котором уравнивание использовало все комбинации, приведен в таблице 15.

Таблица 15 - Четвертый полигон высотных определений в Тульской области

Point			Coordinates				Sigmas(mm)			Corr.(%)		
#	Name	Comment	Latitude	Longitude	height(m)	Ortho H(m)	s(N)	s(E)	s(U)	N-E	N-U	E-U
1	B167		54°23'35.94160"N	38°09'15.05434"E	223.9044	211.3078	3.4	2.5	7.1	-3	11	-8
2	RPAL		54°02'03.72839"N	38°00'06.38320"E	256.3657	244.9260	0.0	0.0	0.0	0	0	0
3	W007		54°01'37.84989"N	38°00'46.80047"E	271.3774	259.9722	0.4	0.3	0.8	-14	4	-10
4	W008		54°01'35.94512"N	38°00'46.01291"E	271.8119	260.4080	0.4	0.3	0.8	-15	5	-10

Оставим этот вариант, как наиболее подходящий установлению связей

реперов исходных и определяемых пунктов ВОГС, включающим и базовые станции. Результаты сравнения ГНСС уравнивания высотных отметок W007-W008 и геометрического нивелирования приведены в таблице 16.

Таблица 16 - Сравнение отметок для пунктов W007-W008

Пункт	Отметка нив.	Отметка ГНСС	Разности	Допуск II класс
W007	259.974	259.9722	0.0018	0.0057
W008	260.410	260.408	0.002	

Представленные данные контрольных вычислений свидетельствуют о полученной точности ГНСС измерений в допуске нивелирования II класса во всех комбинациях векторов для обоих локальных сегментов при векторах длиной до 85 км.

Для проверки пригодности ГНСС метода при передаче отметок на большие расстояния произведем совместное уравнивание двух вышеописанных сегментов и вектора связей базовых станций B052-B167, в той конфигурации сети, как показано на рисунке 21.

В качестве исходного зафиксируем репер 8375 (RPAL). Производим уравнивание сети с одним исходным и моделью мирового геоида EGM 2008.

Полученные из уравнивания этой сети значения ортометрических высот остальных пунктов, полученные из ГНСС наблюдений, сравним с данными геометрического нивелирования (таблица 17).

Таблица 17 - Результаты совместного уравнивания высотных отметок W001-W002 и базовой станции от исходного репера 8537

Point			Coordinates				Sigmas(mm)			Corr.(%)		
#	Name	Comment	Latitude	Longitude	height(m)	Ortho H(m)	s(N)	s(E)	s(U)	N-E	N-U	E-U
1	B052		55°20'10.59036"N	37°48'06.75016"E	195.7437	181.4135	2.5	1.9	5.4	-2	9	-5
2	B167		54°23'35.94160"N	38°09'15.05434"E	223.9044	211.3078	2.0	1.4	4.1	-3	11	-8
3	R662		55°12'30.76621"N	37°55'08.04917"E	209.3873	195.2811	2.7	2.0	5.8	-3	11	-5
4	RPAL		54°02'03.72839"N	38°00'06.38320"E	256.3657	244.9260	0.0	0.0	0.0	0	0	0
5	W001		55°11'14.94493"N	37°53'58.23236"E	200.7356	186.6016	2.7	2.0	5.8	-3	11	-5
6	W002		55°11'13.37163"N	37°53'54.16789"E	200.0771	185.9412	2.7	2.0	5.8	-3	11	-5
7	W007		54°01'37.84989"N	38°00'46.80047"E	271.3774	259.9722	0.2	0.2	0.5	-14	4	-10
8	W008		54°01'35.94512"N	38°00'46.01291"E	271.8119	260.4080	0.2	0.2	0.5	-15	5	-10

Внутренняя сходимость наблюдений (Sigmas) свидетельствует о точности определения высот в пределах 1 см для всей протяженности виртуальной сети длиной в 130 км.

Отметки высот фазовых центров антенн, переданные от ближайших реперов нивелирной сети Главной Высотной Основы РФ в системе Балтика 1977, полученные изложенным выше методом, показаны в таблице 18.

Т а б л и ц а 18 - Отметки высот из ГНСС наблюдений

ПУНКТ	ОТМЕТКА ГНСС
B052	181.4135
B167	211.3078

Результаты сравнения геометрического нивелирования и ГНСС представлены в таблице 19.

Т а б л и ц а 19 - Сравнение отметок, полученных из ГНСС и геометрического нивелирования

ПУНКТ	ОТМЕТКИ ГНСС	ОТМЕТКИ НИВ.	РАЗНОСТИ
B052	181.414	181.4127	0.0008
B167	211.3078	211.3115	-0.0037
R662	195.281	195.282	-0.0009
RPAL	244.926	244.926	0
W001	186.602	186.602	-0.0003
W002	185.9412	185.9413	-0.0001
W007	259.972	259.975	-0.0027
W008	260.408	260.4103	-0.0023

Отметки пунктов каркаса B052 и B167 получены от ближних к этим пунктам реперов ГВО локальными построениями в описанных выше процедурах уравнивания полигонов:

R662- B052- W001- W002- R662

RPAL - B167- W007- W008- RPAL

На основании вышеизложенного можно заключить, что предлагаемый метод определения высот является достаточным по точности на уровне высших классов геометрического нивелирования как для коротких векторов (до 30 км), так в равной степени и для длинных (более 100 км).

Используемая в уравнивании модель мирового геоида EGM 2008, входящая в типовой комплект поставки программного обеспечения постобработки ГНСС наблюдений Pinnacle, является достаточной в данных физико-географических условиях местности для редуцирования спутниковых измерений в систему нормальных высот Балтика 77, принятую в Российской Федерации.

Полученные точности ГНСС определений и величины расхождений в контрольных методах, изложенных выше, дают основания считать все варианты рассмотренных построений (сетей) равноточными.

Дальнейшее использование связей векторов ГНСС измерений в высотных определениях принято со включением двух исходных отметок высот R662 и RPA1 во все варианты вычисления координат и высот проекта.

Для корректного утверждения о достаточной точности определений высот на базах длиной 100 км и более, необходимо провести дополнительные исследования в отношении минимального времени общих наблюдений, достаточного для обеспечения заданного допуска точности в 1 см.

Заключение

В результате проведенных исследований апробирована новая методика закладки пунктов ведомственной опорной геодезической сети. Использование металлических стержней с резьбой 5/8 дюйма в качестве центров пунктов каркасной сети обеспечило принудительное центрирование спутниковых антенн и стабильность их положения на протяжении многосуточных ГНСС измерений. Установка металлических марок в качестве центров рабочих реперов ВОГС в бетонные основания элементов дорог позволила значительно снизить затраты на закладку пунктов, и одновременно многократно повысить вероятность сохранности этих пунктов на протяжении длительного времени.

Сеансы ГНСС наблюдений и последующая обработка данных позволили получить высокую точность взаимного положения пунктов ВОГС на уровне первых миллиметров как в плане, так и по высоте. Аналогичный уровень точности продемонстрирован и для пунктов, удаленных друг от друга на сотни километров. Подтверждено, что заложенные в техническое задание требования по длительности и составу ГНСС наблюдений на пунктах различного назначения являются разумно-достаточными для достижения уровня точности взаимного положения пунктов ВОГС в пределах 1 см.

Выполненная привязка ВОГС к общемировой системе ITRF2008 и государственной единой системе координат ГСК-2011 обеспечила целостность координатного описания линейно-протяженного объекта. Полученные результаты уравнивания сетей, включающих пункты, разнесенные на сотни и даже тысячи километров, подтверждают тот факт, что большая протяженность объекта не является препятствием для формирования единого координатного пространства. Привязка пунктов ВОГС к местным системам координат Московской области (МСК-50) и Тульской области (МСК-71.1) позволила рассчитать параметры связи между ITRF2008, ГСК-2011 и МСК этих регионов, что обеспечивает возможность осуществления перехода на локальных участках из одной системы в другую и обратно без потери целостности координатного описания всего объекта.

Проложенные ходы геометрического нивелирования II класса между исходными реперами ГВО и вновь заложенными пунктами ВОГС предоставили качественный материал для оценки точности передачи нормальных высот ГНСС методами между пунктами, расположенными на удалении друг от друга в десятки и сотни километров. Точность передачи

нормальных высот при этом превосходит возможности геометрического нивелирования высших классов.

Выполненная работа продемонстрировала возможность и целесообразность практического применения апробированных методик для создания и развития ВОГС на объектах Государственной компании «Автодор» в целях качественного повышения точности координатного и высотного обеспечения работ по изысканиям, проектированию, строительству и эксплуатации автомобильных дорог.

Список литературы

1. Бойков В.Н. ИТ-технологии в поддержке жизненного цикла дорог // САПР и ГИС автомобильных дорог. 2014. № 1(2). С. 1,6–7.
2. ГКИНП (ГНТА)–03–010–03. Инструкция по нивелированию I, II, III и IV классов. Утверждена приказом Роскартографии 25.12.2003 г. № 181-пр.
3. ГКИНП Правила закрепления центров пунктов спутниковой геодезической сети. Утверждены приказом Роскартографии от 7 мая 2001 г.
4. ГОСТ 32453–2013. Глобальная навигационная спутниковая система. Системы координат. Методы преобразований координат определяемых точек. М.: Стандартинформ, 2014.
5. Горобец В.П., Демьянов Г.В., Майоров А.Н., Побединский Г.Г. Современное состояние и направления развития геодезического обеспечения РФ. Системы координат // Геопрофи. 2013. №6. С. 4–9.
6. Горобец В.П., Демьянов Г.В., Майоров А.Н., Побединский Г.Г. Современное состояние и направления развития геодезического обеспечения РФ. Высотное и гравиметрическое обеспечение // Геопрофи. 2014. № 1. С. 5–11.
7. Гулин В.Н., Миронов С.А., Неретин А.А. Проблема обеспечения единого координатного пространства для объектов дорожной отрасли / САПР и ГИС автомобильных дорог. 2015. № 1(4). С. 75-83.
8. Гулин В.Н., Миронов С.А. Обеспечение единого координатного пространства: привязка к государственной системе высот / САПР и ГИС автомобильных дорог. 2015. № 2(5). С. 48-53.
9. Миронов С.А. ГЛОНАСС/GPS – измерения на архипелаге Новая Земля // Геодезия и картография. 2013. №1. С. 2–7.
10. Мотуз В.О., Сарычев Д.С. Применение лазерного сканирования и 3D-моделей в жизненном цикле автомобильных дорог // САПР и ГИС автомобильных дорог. 2014. № 1(2). С. 12-15.
11. Основные положения о государственной геодезической сети Российской Федерации. ГКИНП (ГНТА)–01–006–03. Утверждены приказом Федеральной службы геодезии и картографии России от 17 июня 2003 г. №101-пр. М : ЦНИИГАиК, 2004.

12. Попов В.А., Бойков В.Н. Об информационных моделях дорог в технической политике Госкомпании «Автодор» // САПР и ГИС автомобильных дорог. 2014. № 2(3). С. 8–11.

13. Правила закладки центров и реперов на пунктах геодезической и нивелирной сетей, - Москва, «Картгеоцентр», «Геодезистдат», 1993г.

14. Скворцов А.В., Сарычев Д.С. Жизненный цикл проектов автомобильных дорог в контексте информационного моделирования // САПР и ГИС автомобильных дорог. 2015. № 1(4). С. 4–14.

15. Near-Seasonal Periods in GNSS Station Coordinate Time Series. L. Ostini et al. EGU2007A-06586, EGU General Assembly, Vienna, April 16–20, 2007. URL: http://www.bernese.unibe.ch/publist/2007/post/lo_egu_06_04.pdf (дата обращения: 28.09.2015).

Приложения

Приложение А. Техническое задание

ЗАДАНИЕ НА ОКАЗАНИЕ УСЛУГ ПО СОПРОВОЖДЕНИЮ ТЕХНИЧЕСКИХ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ ДЛЯ СОЗДАНИЯ ЕДИНОГО КООРДИНАТНОГО ПРОСТРАНСТВА НА ОБЪЕКТАХ ГОСУДАРСТВЕННОЙ КОМПАНИИ «АВТОДОР»

1. Основание для финансирования:

- Федеральная целевая программа «Развитие транспортной системы России (2010-2015 гг.)» утвержденная постановлением Правительства Российской Федерации от 20.05.2008 года № 377;

- Программа деятельности Государственной компании «Автодор» на долгосрочный период (до 2019 г.), утверждённая Распоряжением Правительства РФ от 14.11.2011 №1989-р.

2. Исходные данные: При оказании услуг должны быть учтены положения следующих нормативных правовых и нормативно-технических документов, а также информационных материалов:

- ГОСТ 32453-2013 Глобальная навигационная спутниковая система. Системы координат. Методы преобразований координат определяемых точек. - Москва, Стандартинформ, 2014.

- Инструкция о порядке контроля и приемке геодезических, топографических и картографических работ. ГКНИП (ГНТА)-17-004-99. -М., 1999.

- ГКИНП (ГНТА)-01-006-03 Основные положения о государственной геодезической сети Российской Федерации. Утверждены приказом Роскартографии 17.06.2003 г. № 101-пр.

- Правила по технике безопасности на топографо-геодезических работах, ПТБ-88, М., Недра, 1991.

- ГКИНП (ОНТА)-01-271-03 Руководство по созданию и реконструкции городских геодезических сетей с использованием спутниковых систем ГЛОНАСС/GPS. Утверждено приказом Роскартографии от 17.05.2003 г. № 84-пр.

- ГКИНП (ГНТА)-03-010-03 Инструкция по нивелированию I, II, III и IV классов. Утверждена приказом Роскартографии 25.12.2003 г. № 181-пр.

- ГКИНП Правила закрепления центров пунктов спутниковой геодезической сети. Утверждены приказом Роскартографии от 7 мая 2001 г.

- «Правила закладки центров и реперов на пунктах геодезической и нивелирной сетей», - Москва, «Картгеоцентр», «Геодезистдат», 1993г.

3. Состояние проблемы (вопроса): Применение современных технологий позиционирования с использованием сигналов глобальных навигационных спутниковых систем (ГНСС), высокопроизводительных методов съемки с использованием технологии

мобильного лазерного сканирования, а также технологий проектирования с элементами информационного моделирования автомобильных дорог требуют обеспечения единства координатного пространства на всей территории расположения объекта.

Объекты Государственной компании «Автодор» имеют большую протяженность и, как правило, пересекают несколько административных образований РФ, в связи с чем использование государственных систем координат СК-42, СК-95 или местных систем координат (МСК) регионов не обеспечивает возможность целостного координатного описания таких линейно протяженных объектов. Ввиду особенностей картографической проекции Гаусса-Крюгера, лежащей в основе всех перечисленных систем координат, линейные искажения на границах зон этой проекции достигают нескольких метров. Более того, при переходах между зонами меняются значения начала отсчета смежных систем координат.

Введенная Постановлением Правительства РФ от 28 декабря 2012 г. № 1463 «О единых государственных системах координат» единая государственная геоцентрическая система координат ГСК-2011 на сегодняшний день имеет недостаточную плотность пунктов, реализующих в каталогах картографо-геодезических фондов эту систему на поверхности Земли. По этой причине плотность пунктов Государственной геодезической сети (ГГС) с известными значениями координат в системе ГСК-2011 недостаточна для обеспечения целостного координатного описания линейно протяженных объектов.

4. Цель оказания услуг:

Целью оказания услуг является апробация новых решений по закладке пунктов опорного планово-высотного обоснования, выполнению наблюдений и обработке результатов измерений с целью формирования единого координатного пространства линейно протяженного участка автомобильной дороги.

5. Отличия, новизна и преимущества:

По результатам оказанных услуг будут сформулированы предложения касательно оптимальных способов закладки новых пунктов опорной геодезической сети, оптимальной геометрии расположения пунктов в зависимости от их предназначения в рамках структуры опорной геодезической сети.

Впервые в автодорожной отрасли пункты опорной геодезической сети будут привязаны к государственной системе координат ГСК-2011, что позволит обеспечить совершенно новый уровень точности при переходе на отдельных участках в локальные системы координат, в том числе МСК региона, и обратно без потери целостности координатного описания объекта.

Будет приведен анализ точности предлагаемых методик по привязке местоположения пунктов опорной геодезической сети к государственным и общемировым системам координат и высот.

Применение новых подходов к созданию пунктов ведомственной опорной геодезической сети в дорожной деятельности позволит снизить расходы на выполнение инженерных изысканий и землеустроительных работ, обеспечить современные технологии выполнения измерений высокоточной координатной основой.

6. Объемы услуг:

- Работы производятся на территориях Московской и Тульской областей, в пределах участка км 21- км 225 автомобильной дороги М-4 «Дон»;
- Необходимо заложить 2 пункта каркасной сети;
- Необходимо заложить не менее 4-х новых рабочих реперов опорной планово-высотной геодезической сети (ОГС);
- В последующих спутниковых наблюдениях ГНСС приемниками помимо вновь заложенных пунктов должны быть задействованы не менее 2 сохранившихся пунктов ОГС, заложенных в 2011 году в рамках работ по созданию и внедрению геопространственной базы данных и геоинформационной системы для управления автомобильной дорогой Государственной компании «Автодор» М-4«Дон»;
- Для высокоточной привязки пунктов ОГС к Балтийской системе высот 1977 года должны быть выполнены работы по геометрическому нивелированию II класса.

7. Состав услуг:

- Разработка программы выполнения работ;
- Инвентаризация пунктов геодезической сети, расположенных вблизи участка км 21- км 225 автомобильной дороги М-4 «Дон»;
- Рекогносцировка и закладка пунктов каркасной сети;
- Рекогносцировка и закладка новых пунктов ОГС;
- Выбор исходных пунктов ГГС;
- Выбор исходных реперов государственной высотной основы (ГВО);
- Выполнение спутниковых наблюдений на пунктах каркасной сети, пунктах ОГС, ГГС и ГВО согласно разработанной программе выполнения работ;
- Выполнение работ по геометрическому нивелированию II класса согласно разработанной программе;
- Выполнение измерений расстояний (горизонтальных проложений) и превышений между парами реперов ОГС оптическим электронным тахеометром согласно разработанной программе;
- Определение координат и высот пунктов каркасной сети и пунктов ОГС в системах координат ITRF2008 и ГСК-2011;
- Определение ортометрических отметок высот пунктов каркасной сети и пунктов ОГС с использованием геоида EGM2008;
- Определение координат пунктов каркасной сети и пунктов ОГС в МСК региона, система высот Балтийская;
- Определение параметров преобразований системы ITRF2008 к системам МСК региона и ГСК-2011;
- Выполнение сравнительного анализа точности получения высотных отметок по результатам спутниковых наблюдений с использованием геоида EGM2008 и из геометрического нивелирования;

8. Требования к оказанию услуг:

Закладка пунктов каркасной сети:

- Для размещения пунктов каркасной сети следует выбрать здания с хорошим обзором неба и отсутствием препятствий для распространения спутниковых сигналов;
- Марка должна закладываться в несущие конструкции на крыше здания. Марка должна представлять собой металлический стержень длиной не менее 150 мм и диаметром не менее 19 мм. На одном конце марки должна присутствовать резьба 5/8 дюйма для принудительной установки спутниковой геодезической антенны. Марка должна надежно фиксироваться в отверстии на крыше здания с помощью химического анкера;
- Пункты каркасной сети должны располагаться на расстоянии до 300 км друг от друга, один в Московской, другой в Тульской области.

Закладка пунктов ОГС:

- Закладку пунктов ОГС необходимо осуществлять в фундаменты элементов дороги (оголовки водопропускных труб, шкафные стенки мостов и путепроводов и т.п.). Марка должна надежно фиксироваться в отверстии бетонного основания с помощью химического анкера;
- В качестве центра пункта должна использоваться марка согласно Приложению 11 Правил закладки центров и реперов на пунктах геодезической и нивелирной сетей, - Москва, Картгеоцентр, Геодезиздат, 1993;
- Места закладки новых пунктов ОГС должны быть пригодны для выполнения спутниковых измерений ГНСС приемниками. Допускается маскирование препятствиями не более 10 градусов;
- Пункты ОГС должны располагаться парами, с расстоянием между пунктами до 800 метров при условии обеспечения прямой видимости;
- Допускается закладка одиночного нового пункта ОГС взамен утраченного при условии формирования пары с другим сохранившимся репером ОГС;
- Расстояния между парами реперов ОГС не должно превышать 35 км.

Выполнение измерений:

- Выполнить спутниковые наблюдения на пунктах каркасной сети в течение всей сессии определений рабочих реперов ОГС (не менее 5 суток). Непрерывно и синхронно. Интервал записи 15 секунд. Длительность файлов суточная безостановочная;
- Выполнить спутниковые наблюдения на реперах ОГС парами приемников, не менее 4 пар реперов, расположенных в Московской и Тульской областях. Длительность каждой сессии наблюдений не менее 3 часов. Синхронность наблюдений требуется в каждой паре реперов, между парами реперов обеспечивать синхронность наблюдений не требуется. Интервал записи 1 сек.;
- Выполнить спутниковые наблюдения на пунктах ГГС – не менее 10 пунктов, по 5 пунктов (минимум) в Московской и Тульской области соответственно. Синхронность наблюдений не требуется. Интервал записи 15 сек., продолжительность измерений не менее 1,5 часов. Для наблюдений выбираются пункты, наиболее пригодные для ГНСС наблюдений;
- Выполнить спутниковые наблюдения на реперах ГВО – не менее 2 реперов, по одному реперу (минимум) в Московской и Тульской области соответственно. ГНСС

наблюдения на репере ГВО должны осуществляться синхронно с ближайшей парой рабочих реперов ОГС. Интервал записи 15 сек., продолжительность измерений не менее 1,5 часов. В случае использования для ГНСС наблюдений ственных реперов ГВО осуществить вынос отметки ственного репера на временный репер (закрепленный на поверхности земли), пригодный для установки ГНСС оборудования. Сохранность временного репера по окончании ГНСС наблюдений не требуется;

- Выполнить контрольные измерения оптическим электронным тахеометром расстояний (горизонтальных проложений) и превышений между реперами в парах. Число определений не менее 9-ти;

- Проложить ходы геометрического нивелирования II класса от рабочих пар реперов ОГС до реперов ГВО не ниже II класса. Каждый репер ГВО должен быть связан не менее чем с 2-мя реперами ОГС двойным нивелирным ходом в прямом и обратном направлении. В качестве тестируемых выбираются пары реперов ОГС, наименее удаленные от исходных реперов нивелирной сети, предпочтительно, новые репера неглубокого залегания (заложены в бетонные основания);

- В измерениях по геометрическому нивелированию II класса должны быть задействованы не менее четырех рабочих реперов ОГС и двух исходных реперов государственной нивелирной сети, по одному реперу в Московской и Тульской области соответственно.

Обработка результатов:

- Выполнить свободное уравнивание всех векторов ГНСС измерений;
- Для привязки сети пунктов ОГС и каркасной сети к системе координат ITRF2008 использовать не менее пяти пунктов IGS. Для обработки должны использоваться сессии синхронных наблюдений продолжительностью не менее 5 суток;
- Для привязки сети пунктов ОГС и каркасной сети к системе координат ГСК-2011 использовать не менее трех пунктов ФАГС.

9. Конечный результат оказания услуг:

Научно-технический отчет с описанием результатов новых решений по закладке пунктов опорного планово-высотного обоснования, выполнению наблюдений и обработке результатов измерений с целью формирования единого координатного пространства линейно протяженного участка автомобильной дороги.

10. Область применения:

Развитие пунктов опорной геодезической сети на объектах Государственной компании «Автодор».

11. Внедрение результатов оказанных услуг: При проектировании, строительстве, реконструкции и капитальном ремонте автомобильных дорог.

12. Права сторон: Права на результаты услуг принадлежат Государственной компании «Автодор».

Исполнитель по согласованию с Заказчиком имеет право публиковать научные результаты проведенных исследований.

13. Требования к предъявляемой продукции:

Итоговый научно-технический отчет предоставляется Заказчику в печатном виде в 2-х экземплярах и на электронном носителе с краткой аннотацией работы в установленной форме.

Разработка, оформление и утверждение научно-технического отчета осуществляется в соответствии с требованиями к научно-технической продукции (ГОСТ 7.32-2001).

14. Условия приемки результатов оказанных услуг: Работы принимаются Заказчиком по Акту сдачи-приемки научно-технической продукции по Договору согласно Календарному плану.

15. Требования к составу исполнителей: При необходимости Исполнитель имеет право привлекать для оказания услуг третьих лиц.

Приложение Б. Сведения о пунктах ГГС и ГВО

ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ГОСУДАРСТВЕННОЙ РЕГИСТРАЦИИ,
КАДАСТРА И КАРТОГРАФИИ
(РОСРЕЕСТР)

Федеральное государственное бюджетное учреждение
«Федеральный научно-технический центр
геодезии, картографии и инфраструктуры
пространственных данных»

(ФГБУ «Центр геодезии, картографии и ИПД»)

Юридический адрес: Волгоградский пр-т, д. 45, стр. 1,
Москва, Россия, 109316

Почтовый адрес: Онежская ул., д. 26,
Москва, Россия, 125413

Тел: (495) 456-91-71 факс: (495) 456-91-42

E-mail: info@nsd.frosreestr.ru

ОГРН 1137746612068; ИНН 7722814241

Генеральному директору
ООО «Индор-Центр»

А.А. Неретину

105062, г. Москва,
ул. Жуковского, д. 17

07.12.2015 № 160/4996
На № _____ от _____

Уважаемый Александр Алексеевич!

В соответствии с запросом ООО «Индор-Центр» от 30.09.2015 г. № 093001 ФГБУ «Центр геодезии, картографии и ИПД» высылаем выписки данных из базы нивелирных данных высот марок и реперов в Балтийской системе высот 1977 года на грунтовый репер №8375 и стенную марку № 662.

Стенная марка № 662, II класс, 1924 год.

Вельяминово, остановочный пункт, в 0.1 км к сев. от него, зд. жел.-дор. каз., сев.-вост. сторона.

$x=6121,4$ $y=27431,1$ $H=196.966$

Грунтовый репер № 8375, тип 160, II класс, 1979 год.

Александровка, с., в 0.5 км к юго-зап. от него, 5 пк 335 км жел. дор., в 45.0 м к сев.-зап. от тлф. стб. б/№, в 33.6 м к сев.-вост. от пк. стб. 5/6, в 25.1 м к сев.-вост. от ближайшего рельса, в 7.5 м к юго-зап. от тлф. стб. б/№.

$x=5990,6$ $y=27434,6$ $H=244.926$

Заместитель директора



Л.И. Яблонский

ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА ГОСУДАРСТВЕННОЙ РЕГИСТРАЦИИ, КАДАСТРА
И КАРТОГРАФИИ

Управление Росреестра по Московской области

наименование федерального государственного бюджетного учреждения или территориального органа Росреестра

УВЕДОМЛЕНИЕ № 382

В соответствии с заявлением о предоставлении в пользование материалов и данных из
федерального, территориальных и ведомственных картографо-геодезических фондов от
от 19.11.2015 № 50-01-01-20584/15 ООО "Индор-Центр"

ОГРН 1107746112825 ИНН 7701866841

(далее заявитель)

наименование организации, адрес

заявителю предоставлены в пользование материалы (данные) из федерального картографо-
геодезического фонда:

Геодезические материалы и данные из каталога координат МСК-50,

наименование конкретных материалов (данных)

балтийская система высот 1977 г., выпуска № 382 от 23.11.2015 (5 пунктов)

(номенклатура или район, масштаб, год издания, класс и др.)

Цель использования материалов и данных:

Выполнение работ по научно-техническому сопровождению

технических и технологических решений для создания единого

для решения каких задач

координатного пространства на объектах Государственной

компании "Автодор"

или создания какой производной продукции (вид, тираж или объем)

Срок использования материалов (данных): один год

Организация фондодержатель материалов (данных) и ее адрес:

г. Москва, ул. Верхняя Красносельская, д.7 тел. 8-499-264-20-78

В соответствии с пунктом 9 статьи 9 Федерального закона от 26.12.1995 г. № 209-ФЗ
"О геодезии и картографии" заявитель обязан обеспечить сохранность полученных во
временное пользование материалов (данных), не разглашать содержащиеся в указанных
материалах (данных) сведения, содержащие информацию ограниченного распространения или
составляющие государственную тайну, и **возвратить** материалы (данные) организации-
фондодержателю в указанный в уведомлении срок.

И.о. начальника отдела
геодезии и картографии

А.В. Трофименко

"23" ноября 20 15 г.



**ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА ГОСУДАРСТВЕННОЙ РЕГИСТРАЦИИ,
КАДАСТРА И КАРТОГРАФИИ (РОСРЕЕСТР)
УПРАВЛЕНИЕ ФЕДЕРАЛЬНОЙ СЛУЖБЫ ГОСУДАРСТВЕННОЙ РЕГИСТРАЦИИ,
КАДАСТРА И КАРТОГРАФИИ ПО ТУЛЬСКОЙ ОБЛАСТИ**

УВЕДОМЛЕНИЕ № 02/09-22/216

В соответствии с заявлением о предоставлении в пользование материалов и данных из федерального, территориального и ведомственных картографо-геодезических фондов от 17.11.2015 № 02/09-22/217

ООО «Индор-Центр», 105062, г. Москва, ул. Жуковского, д. 17
(далее – Заявитель)

заявителю предоставлены в пользование материалы (данные) из федерального картографо-геодезического фонда:

выписка из каталога координат и высот пунктов ГТС в МСК – 71.1 на пункты: Матвеевка - пир., 2 кл; Кочкино - пир., 3кл; Настасьино - пир., 2 кл; Шилово - сигн., 3кл; Мордвес - пир., 3кл; Мартемьяново - пир., 3кл; Селенка - пир., 3кл; Юлинка - пир., 4 кл.

(номенклатура или район, масштаб, год издания, класс и др.)

Цель использования материалов (данных): для выполнении работ по научно-техническому сопровождению технических и технологических решений для единого координатного пространства на объектах Государственной компании «Автодор».

(для решения каких задач)

Срок использования материалов (данных): до 31 января 2016 года

Организация - фондодержатель материалов (данных) и ее адрес:

Управление Федеральной службы государственной регистрации,
кадастра и картографии по Тульской области
300041, г. Тула, ул. Сойфера, д. 20а

В соответствии с пунктом 9 статьи 9 Федерального закона от 26.12.1995 № 209-ФЗ «О геодезии и картографии» заявитель обязан обеспечить сохранность полученных во временное пользование материалов (данных), не разглашать содержащиеся в указанных материалах (данных) сведения, содержащие информацию ограниченного распространения или составляющие государственную тайну, и вернуть материалы (данные) организации-фондодержателю в указанный в уведомлении срок.

Заместитель руководителя
Управления Росреестра
по Тульской области

« 01 » декабря 2015 г.



О.А. Морозова

Открытое акционерное общество
«Центральное топографо-маркшейдерское предприятие
«Центрмаркшейдерия»
(ОАО «ЦТМП «Центрмаркшейдерия»)

Российская Федерация, 300026, г.Тула, ул.Станиславского, д. 10-б

ИНН 7107537866 КПП 710701001

☎ 8(4872) 35-58-58; ☎ факс 8(4872) 35-58-75

E-mail: geodesy@tula.net

«30» ноября 2015г.

Исх. № 115 н/с

ООО «Индор-Центр»

Пересчет координат и высот пунктов ГГС
из системы координат 1942 г.

Система координат МСК-71.1, система высот Балтийская 1977г.

Название пункта	X, м	Y, м	Высота, м
Шереметьево, п.п. 4 кл.	800288,13	298006,26	221,93
Матвеевка, п.п. 4кл.	771044,32	299380,24	222,71

Система координат МСК-50, система высот Балтийская 1977г.

Название пункта	X, м	Y, м	Высота, м
Шереметьево, п.п.4 кл.	350622,28	2229906,54	221,93
Кашира Нов., п.п. 4кл.	364005,91	2228965,77	222,72

Генеральный директор



П.В.Сосна

С.В.Горбуков
8(4872) 35-58-58

Каталог исходных пунктов ГГС в МСК-50 (Московская область)

№	ИМЯ	X (м)	Y (м)	H (м)
1	Белые Столбы	420402.84	2209638.74	198.166
2	Кашира Новая	364005.91	2228965.77	222.72
3	Шереметьево	350622.48	2229906.54	221.93
4	Ситне-Щелканово	382857.85	2216386.77	185.237
5	Шугарово	390236.18	2215660.05	175.620

Каталог исходных пунктов ГГС в МСК-71.1 (Тульская область)

№	ИМЯ	X (м)	Y (м)	H (м)
1	Матвеевка	771044.32	299380.24	222.710
2	Мордвес	785700.68	302846.35	225.187
3	Шереметьево	800288.13	298006.26	221.93
4	Шилов	738305.63	291169.18	224.90
5	Юлинка	705185.45	294646.27	257.52

Приложение В. Ведомость обследования пунктов ГГС

№	Название пункта	Широта прибл.	Долгота прибл.	Пояснения	Нар. знак	Окопка
Московская область						
1	Шугарово	55° 03'	37° 56'	Пригоден для набл.	нет	нет
2	Белые_Столбы	55° 19'	37° 50'	Пригоден для набл.	есть	нет
3	Ситне-Щелканово	54° 59'	37° 57'	Пригоден для набл.	есть	есть
4	ПЗ500	55° 12'	37° 52'	Утрачен	нет	нет
5	Щебачеево	55° 13'	37° 52'	Утрачен	нет	нет
6	ПЗ500	55° 12'	37° 52'	Утрачен	нет	нет
7	Кашира_Нов	54° 48'	38° 09'	Пригоден для набл.	есть	есть
8	Ступино	54° 53'	38° 02'	Утрачен	нет	нет
9	Шереметьево	54° 41'	38° 10'	Пригоден для набл.	есть	есть
Тульская область						
10	Мордвес	54° 33'	38° 14'	Пригоден для набл.	нет	есть
11	Шилово	54° 08'	38° 03'	Пригоден для набл.	нет	есть
12	Матвеевка	54° 25'	38° 11'	Пригоден для набл.	нет	есть
13	Дедилово	54° 00'	37° 56'	Утрачен	нет	нет
14	Мартемьяново	54° 39'	38° 09'	Не найден по описанию	нет	нет
15	Гремячая	54° 36'	38° 08'	Перезаложен в СГС-1	столб	нет
16	Федоровка	53° 53'	38° 04'	Утрачен	нет	нет
17	Крутая	53° 51'	38° 04'	Утрачен	нет	нет
18	Березовка	53° 49'	38° 05'	Нужна вырубка зарослей	нет	есть
19	Сухановка	53° 54'	38° 05'	Утрачен	нет	нет
20	Новосеменовский	53° 51'	38° 07'	Утрачен	нет	нет
21	Ореховка	53° 51'	38° 08'	Нужна вырубка зарослей	нет	есть
22	Ильинка	53° 57'	38° 02'	Нужна вырубка зарослей	нет	есть
23	Гудаловка	53° 54'	38° 03'	Утрачен	нет	нет
24	П_Шахты_n2_ Рассошинская	53° 58'	38° 02'	Утрачен	нет	нет
25	Юлинка	53° 50'	38° 06'	Пригоден для набл.	нет	есть
26	Кибень	53° 51'	38° 00'	Утрачен	нет	есть
27	Черная грязь	53° 54'	38° 01'	Утрачен	нет	навал
28	326_км	54° 03'	37° 59'	Снесена марка, поврежден	нет	есть
29	3473	54° 08'	38° 03'	Утрачен	нет	нет

Приложение Г. Ведомость обследования нивелирных реперов ГВО

№	Название пункта	Широта прибл.	Долгота прибл.	Описание	Тип	Марка	Класс
Московская область							
1	Репер 9пк22	55.5495	37.68347	Репер завален мусором; наружного знака нет	тип 160	6465	1 кл
2	Стенной рп. Расторгуево	55.54865	37.68825	Репер заgroundован, требуется очистка; марка выломана	стенной	539	1 кл
3	Рп. Мост Пахра	55.49792	37.73266	Не найден	тип 143	273	2 кл
4	N370840717	55.21542	37.867	Не найден по промерам	тип 160		2 кл
5	Вельяминово N370810077	55.20195	37.87244	Утрачен при строительстве ЛЭП	тип 160 оп. знак	2692	1 кл
6	Вельяминово N370820101	55.20778	37.92097	Состояние хорошее, требуется вынос	стенной	662	2 кл
7	Немцево N370810078	55.16556	37.92054	Утрачен	тип 160 оп. знак	2426	1 кл
8	Барыбино ст.N370820100	55.26957	37.89885	Утрачен при ремонте здания	стенной	532	2 кл
9	Привалово	55.17021	37.93925	Снесено здание	стенной	704	2 кл
Тульская область							
10	Дедилово N370940346	54.02307	38.05714	Не найден	тип 160	164	4 кл
11	Дедилово N371520052	54.02397	38.05712	Утрачен вместе со зданием пакгауза	стенной	264	2 кл
12	Васильевское N371520010	54.44018	38.21713	Не найден	тип 160	3201	2 кл
13	Венев N371520013	54.34596	38.2343	Утрачен при ремонте здания	стенной	807	2 кл
14	Венев N371520014	54.34595	38.23277	Утрачен при ремонте здания	стенной	1912	2 кл
15	Александровка N371520050	54.03399	38.00231	Пригоден для набл.	тип 160	8375	2 кл

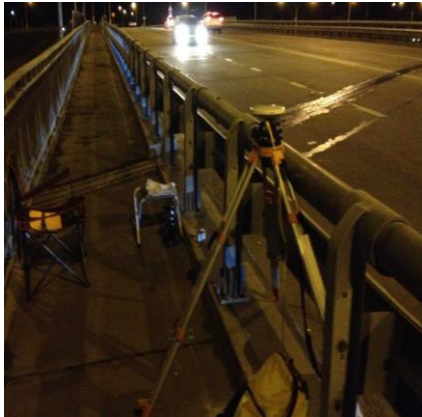
Приложение Д. Карточки закладки пунктов ВОГС

ВОГС-001		М-4 «Дон», км 68		слева		Кроки	
Координаты:							
WGS-84		МСК-50_2		Высота			
N	55°11'14.94279"	X	405457.32	186.602			
E	37°53'58.24376"	Y	2212925.16				
Описание объекта							
Мост пересекающий М4 в направлении с.Вельяминово - Ртищево. Правая сторона. Окончание парапета пешеходного тротуара. Бетонная балка - основание отбойника 15см от края							

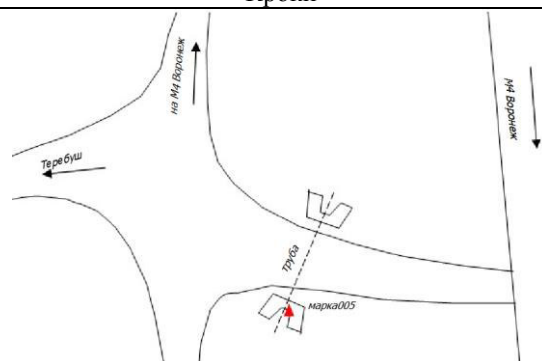
ВОГС-002		М-4 «Дон», км 68		справа		Кроки	
Координаты:							
WGS-84		МСК-50_2		Высота			
N	55°11'13.36949"	X	405409.27	185.941			
E	37°53'54.17930"	Y	2212852.84				
Описание объекта							
Мост пересекающий М4 в направлении с.Вельяминово - Ртищев. Левая сторона. Начало парапета пешеходного тротуара. Бетонная балка - основание отбойника 12см от края							

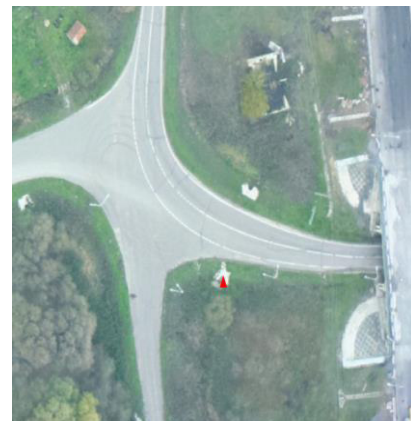
					
					

ВОГС-003		М-4 «Дон», км 94		справа		Кроки	
Координаты:							
WGS-84		МСК-50_2		Высота			
N	54°58'05.05003"	X	380994.26	176.247			
E	37°58'25.11551"	Y	2217468.62				
Описание объекта							
Оголовок трубы справа на съезде на М4 с развязки Ситне-Щелканово в направлении Каширы. Дальний по ходу движения угол подпорной стенки трубы.							
							
							

ВОГС-004		М-4 «Дон», км 94		справа		Кроки	
Координаты:							
WGS-84		МСК-50_2		Высота			
N	54°58'12.65974"	X	381229.25	186.69			
E	37°58'27.55503"	Y	2217513.73				
Описание объекта							
Бетонное основание отбойника на мосту развязки 94 км. Справа по ходу движения на Псареве. На выезде с моста, дальний по ходу край парапета пешеходного тротуара на мосту							
							
							

ВОГС-005		М-4 «Дон», км 180		справа		Кроки	
Координаты:							
WGS-84		МСК-71.1		Высота			
N	54°16'37.32667"	X	753656.61	203.473			
E	38°09'34.16137"	Y	297815.5				
Описание объекта							
Центр оголовка трубы на съезде справа от М4 между км 179 и 180							

							
--	--	--	--	--	--	--	--



ВОГС-006		М-4 «Дон», км 180		справа		Кроки	
Координаты:							
WGS-84		МСК-71.1		Высота			
N	54°16'37.78305"	X	753671.94	204.635			
E	38°09'40.64664"	Y	297932.7				
Описание объекта							
Центр оголовка трубы на выезде на М4 по направлению в Москву между км 180 и 179							

--	--

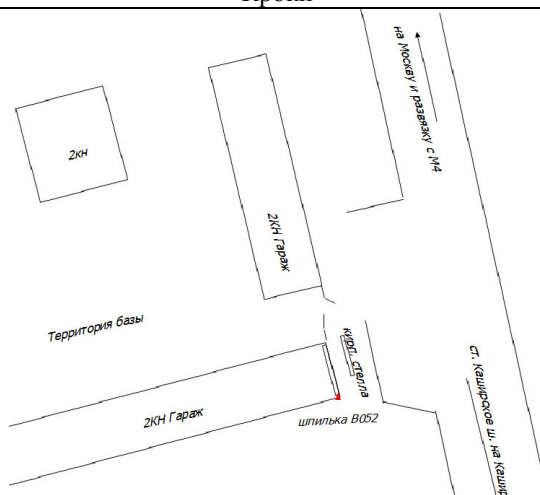
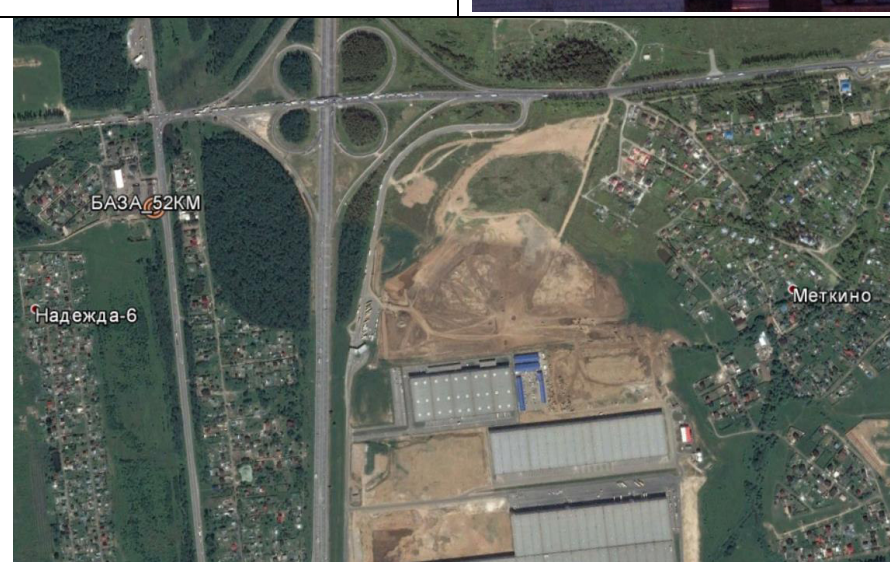


ВОГС-007		М-4 «Дон», км 210		справа		Кроки	
Координаты:							
WGS-84		МСК-71.1		Высота			
N	54°01'37.84774"	X	725757.09	259.972			
E	38°00'46.81166"	Y	288504.11				
Описание объекта							
Мост через железную дорогу на 210м км. Правая сторона. Начало парапета пешеходного тротуара. В бетонном перекрытии 80 см от начала парапета справа.							
							
							

ВОГС-008		М-4 «Дон», км 210		справа		Кроки	
Координаты:							
WGS-84		МСК-71.1		Высота			
N	54°01'35.94298"		X	725698.08		260.408	
E	38°00'46.02411"		Y	288490.26			
Описание объекта							
Мост через железную дорогу на 210м км. Правая сторона. Окончание парапета пешеходного тротуара. В бетонной балке. 40 см от конца парапета справа.							

--	--	--	--	--	--	--	--



ВОГС-В052		М-4 «Дон», км 50		справа		Кроки	
Координаты:							
WGS-84		МСК-50_2		Высота			
N	55°20'10.58822"	X	422077.93	181.414			
E	37°48'06.76176"	Y	2206868.43				
Описание объекта							
52 км старого Каширского шоссе. Справа по ходу движения. Территория базы дорожного сервиса. Юго-Восточный угол крыши двухэтажного здания гаража. На углу торцевого парапета здания шпилька для принудительного закрепления антенны.							
							
							
							

ВОГС-В167		М-4 «Дон», км 167		справа		Кроки	
Координаты:							
WGS-84		МСК-71.1		Высота			
N	54°23'35.93944"	X	766596.14	211.308			
E	38°09'15.06562"	Y	297336.57				
Описание объекта							
Угол одноэтажного здания на охраняемой территории дорожного сервиса. Крыша . Юго-восточный угол . Шпилька для принудительного крепления антенны.							
							
							
							

Приложение Е. Свидетельства о поверке

Акционерное общество
Производственное объединение «Инженерная геодезия»
630132, Новосибирск-132, ул. Челюскинцев, 50

СВИДЕТЕЛЬСТВО О ПОВЕРКЕ

№ 1075

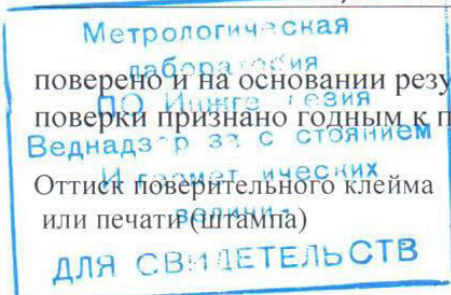
Действительно до

« 31 » июля 2016 года

Средство измерений Комплект спутниковых геодезических
наименование, тип
приемников Javad Sigma-G3T с антеннами GrAnt-G3T

заводской номер приемник/антенна 00751/04299; 00752/04280

принадлежащее ООО «ИНДОРСОФТ»
наименование юридического (физического) лица
ИНН 701 729 057 2



Главный
метролог

(подпись)

П. А. Кандалов

(инициалы, фамилия)

Поверитель

(подпись)

О.Г. Нефедова

(инициалы, фамилия)

« 31 » июля 2015 года



МЕТРОЛОГИЧЕСКИЙ ЦЕНТР
ОБЩЕСТВО С ОГРАНИЧЕННОЙ ОТВЕТСТВЕННОСТЬЮ
«АВТОПРОГРЕСС-М»

АТТЕСТАТ АККРЕДИТАЦИИ № RA.RU.311195
ФЕДЕРАЛЬНОЙ СЛУЖБЫ ПО АККРЕДИТАЦИИ (РОСАККРЕДИТАЦИЯ)

СВИДЕТЕЛЬСТВО О ПОВЕРКЕ
№ А П М 005494

Действительно до «25» ноября 2016 г.

Средство измерений Аппаратура геодезическая потребителей
использование, тип, модификация, регистрационный номер в Федеральном
спутниковых навигационных систем ГЛОНАСС и GPS Trimble R7 GNSS
информационном фонде по обеспечению единства измерений (если в составе средства измерений входят несколько
номер Госреестра №37145-08
автономных измерительных блоков, то приводится их перечень и заводские номера)

серия и номер знака предыдущей поверки (если имеются) отсутствует
заводской номер (номера) 4843K33465
поверено

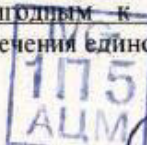
поверено в соответствии с МИ 2408-97
наименование документа, на основании которого выполняется поверка

с применением эталонов: Тахеометр электронный Sokkia Net 05X, зав. № 105863, 1 разряд
наименование, тип, заводской номер (регистрационный номер (при наличии),
разряд), класс, или эквивалентная точность, при выполнении поверки

при следующих значениях влияющих факторов: температура воздуха 5,5 °C
приводит перечень влияющих факторов,
нормируемых в документе на методику поверки, с указанием их значений

и на основании результатов (первичной) периодической поверки признано
соответствующим установленным в описании типа метрологическим
требованиям и пригодным к применению в сфере государственного
регулирования обеспечения единства измерений.

Знак поверки



Руководитель лаборатории

[Подпись]
Подпись

А.А. Саморуков
Инициалы, фамилия

Поверитель

М.В. Максимов
Инициалы, фамилия

«25» ноября 2015 г.





МЕТРОЛОГИЧЕСКИЙ ЦЕНТР
ОБЩЕСТВО С ОГРАНИЧЕННОЙ ОТВЕТСТВЕННОСТЬЮ
«АВТОПРОГРЕСС-М»

АТТЕСТАТ АККРЕДИТАЦИИ № RA.RU.311195
ФЕДЕРАЛЬНОЙ СЛУЖБЫ ПО АККРЕДИТАЦИИ (РОСАККРЕДИТАЦИЯ)

СВИДЕТЕЛЬСТВО О ПОВЕРКЕ
№ А П М 005481

Действительно до «10» ноября 2016 г.

Средство измерений

GPS-приемник двухчастотный спутниковый
исполнение, тип, модификация, регистрационный номер в Федеральном
геодезический Trimble 5700

информационном фонде по обеспечению единства измерений (если в состав средства измерений входят несколько

номер Госреестра №21607-01

автономных измерительных блоков, то приводится их перечень и заводские номера)

серия и номер знака предыдущей поверки (если имеются)

отсутствует

заводской номер (номера)

0220375044

поверено

наименование величин, физических, на которых поверено средство измерений (если предусмотрено методикой поверки)

поверено в соответствии с

МИ 2408-97

наименование документа, на основании которого выполнена поверка

с применением эталонов:

наименование, тип, заводской номер (регистрационный номер (при наличии))

Тахеометр электронный Sokkia Net 05X, зав. № 105863, 1 разряд

разряд, класс или интервал точности эталона, единица измерения или код

при следующих значениях влияющих факторов:

приводят перечень влияющих факторов

Температура воздуха 3,7 °C

нормированные в документе на методику поверки, с указанием их значений

и на основании результатов (первичной) периодической поверки признано соответствующим установленным в описании типа метрологическим требованиям и пригодным к применению в сфере государственного регулирования обеспечения единства измерений.

Знак поверки

Руководитель лаборатории

Подпись

А.А. Саморуков

Инициалы, фамилия

Поверитель

М.В. Максимов

Инициалы, фамилия

«10» ноября 2015 г.





ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО
ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
«ГОСУДАРСТВЕННЫЙ РЕГИОНАЛЬНЫЙ ЦЕНТР СТАНДАРТИЗАЦИИ,
МЕТРОЛОГИИ И ИСЫТАНИЙ В Г. МОСКВЕ»
(ФБУ «РОСТЕСТ - МОСКВА»)

СВИДЕТЕЛЬСТВО О ПОВЕРКЕ

№ СП 0914641

Действительно до «25» мая 2016г.

Эталон (средство измерений)

Аппаратура геодезическая потребителей
спутниковых навигационных систем
ГЛОНАСС и GPS

наименование и тип тест в состав средства измерений

Trimble R7 GNSS

входит несколько автономных блоков, то приводят их перечень)

Серия и номер клейма предыдущей поверки (если имеются) отсутствует

заводской номер (номера) 5027K17223

принадлежащее

ЗАО "РОСПАН ИНТЕРНЕШНЛ"

наименование юридического (физического) лица, ИНН

ИНН 7727004530

поверено в соответствии с МИ 2408-97

наименование и номер документа на методику поверки

с применением эталонов эталонный базис 2разряда №1ГОСТ8.503-84

наименование, заводской номер, разряд, класс или погрешность

при следующих значениях влияющих факторов

приводят перечень влияющих

температура $T = +18,5^{\circ}\text{C}$

факторов, нормированных в документе на методику поверки, с указанием их значений

и на основании результатов периодической (первичной) поверки

признано пригодным к применению.

Поверительное клеймо

Начальник
лаборатории №445

Подпись

Богомолов А.В.

фамилия, инициалы

Поверитель

Подпись

Назаров А.А.

фамилия, инициалы

«25» мая 2015 г





ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО
ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
«ГОСУДАРСТВЕННЫЙ РЕГИОНАЛЬНЫЙ ЦЕНТР СТАНДАРТИЗАЦИИ,
МЕТРОЛОГИИ И ИСПЫТАНИЙ В Г. МОСКВЕ»
(ФБУ «РОСТЕСТ - МОСКВА»)

СВИДЕТЕЛЬСТВО О ПОВЕРКЕ

№ СП 0893610

Действительно до «05» июня 2016г.

Эталон (средство измерений)

GPS- приёмник спутниковый
геодезический

наименование и тип (если в состав средства измерений
входят несколько самостоятельных блоков, то приводятся их перечень)
Trimble 5700

Серия и номер клейма предыдущей поверки (если имеются) отсутствует

заводской номер (номера) 0220364502

принадлежащее ЗАО "АмурТИСИз"

наименование юридического (физического) лица, ИНН
ИНН 2801005420

поверено в соответствии с МИ 2408-97

наименование и номер документа по методике поверки

с применением эталонов эталонный базис 2разряда №1ГОСТ8.503-84

наименование, заводской номер, разряд, класс или погрешность

при следующих значениях влияющих факторов

приводят перечень влияющих

температура $T = +16,5^{\circ}\text{C}$

факторов, нормированных в документе по методике поверки, с указанием их значений

и на основании результатов периодической (первичной) поверки
признано пригодным к применению.

Поверительное клеймо

Начальник
лаборатории №445



Подпись

Богомолов А.В.

фамилия, инициалы

Поверитель

Подпись

Назаров А.А.

фамилия, инициалы

«05» июня 2015 г.



ГМС



084071071



ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО
ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
«ГОСУДАРСТВЕННЫЙ РЕГИОНАЛЬНЫЙ ЦЕНТР СТАНДАРТИЗАЦИИ,
МЕТРОЛОГИИ И ИСПЫТАНИЙ В Г. МОСКВЕ»
(ФБУ «РОСТЕСТ-МОСКВА»)

СВИДЕТЕЛЬСТВО О ПОВЕРКЕ

№ СП 0893609

Действительно до «05» июня 2016г.

Эталон (средство измерений)

GPS- приёмник спутниковый
геодезический

наименование и тип (если в состав средства измерений
входят несколько автономных блоков, то приводят их перечень)
Trimble 5700

Серия и номер клейма предыдущей поверки (если имеются) отсутствует

заводской номер (номера) 0220339080

принадлежащее ЗАО "АмурТИСИЗ"

наименование юридического (физического) лица, ИНН
ИНН 2801005420

поверено в соответствии с МИ 2408-97

наименование и номер документа на методику поверки

с применением эталонов эталонный базис 2разряда №ГОСТ8.503-84

наименование, заводской номер, разряд, класс или погрешность

при следующих значениях влияющих факторов

приводят перечень влияющих

температура $T = +16,5^{\circ}\text{C}$

факторов, нормированных в документе на методику поверки, с указанием их значений

и на основании результатов периодической (первичной) поверки
признано пригодным к применению.

Поверительное клеймо

Начальник
лаборатории №445

Подпись

Богомолов А.В.

фамилия, инициалы

Поверитель

Подпись

Назаров А.А.

фамилия, инициалы

«05» июня 2015 г





ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО
ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ РЕГИОНАЛЬНЫЙ ЦЕНТР СТАНДАРТИЗАЦИИ,
МЕТРОЛОГИИ И ИСПЫТАНИЙ В Г. МОСКВЕ
(ФБУ «РОСТЕСТ-МОСКВА»)

СВИДЕТЕЛЬСТВО О ПОВЕРКЕ

№ СП 0668157

Действительно до «23» октября 2015 г.

Средство измерений

Нивелир электронный

наименование и тип (если в состав средства измерений

Dini 03

входят несколько автономных блоков, то приводят их перечень)

Серия и номер клейма предыдущей поверки (если имеются)

отсутствует

заводской номер (номера)

707084

принадлежащее

ООО " Центр Инженерных Геотехнологий "

наименование юридического (физического) лица, ИНН

ИНН 7701654357

поверено и на основании результатов периодической (первичной)
поверки признано пригодным к применению.

Поверительное клеймо



Начальник
лаборатории №445

Подпись

Богомолов А.В.

фамилия, инициалы

Поверитель

Подпись

Назаров А.А.

фамилия, инициалы

«23» октября 2014 г.





ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО
ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
«ГОСУДАРСТВЕННЫЙ РЕГИОНАЛЬНЫЙ ЦЕНТР СТАНДАРТИЗАЦИИ,
МЕТРОЛОГИИ И ИСПЫТАНИЙ В Г. МОСКВЕ»
(ФБУ «РОСТЕСТ - МОСКВА»)

СВИДЕТЕЛЬСТВО О ПОВЕРКЕ

№ СП 0668155

Действительно до «23» октября 2015 г.

Средство измерений

**Комплект инварных кодовых реек с
электронным нивелиром Dini 03**

наименование и тип (если в состав средства измерений

LD-13

входит несколько автономных блоков, то приводят их перечень)

Серия и номер клейма предыдущей поверки (если имеются)

отсутствует

заводской номер (номера)

31490,31496/707084

принадлежащее

ООО " Центр Инженерных Геотехнологий"

наименование юридического (физического) лица, ИНН

ИНН 7701654357

поверено и на основании результатов периодической (первичной)
поверки признано пригодным к применению.

Поверительное клеймо



Начальник
лаборатории №445

Подпись

Богомолов А.В.

фамилия, инициалы

Поверитель

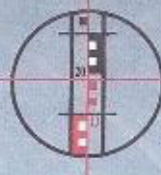
Подпись

Назаров А.А.

фамилия, инициалы

«23» октября 2014 г.





СВИДЕТЕЛЬСТВО
О ПОВЕРКЕ
№ 2677

Действительно до
" 13 " ноября 2016г.

Средство измерений Тахеометр электронный
Sokkia SET530R
(наименование, тип)

заводской номер 154178

принадлежащее ЗАО "Центр-Инвест"
ИНН 5050055131
наименование юридического, (физического) лица, ИНН

поверено и на основании результатов первичной (периодической)
поверки признано пригодным к применению

Оттиск
поверительного клейма



Главный метролог

подпись

В.А. Белкин

инициалы, фамилия

Поверитель

подпись

В.А. Белкин

инициалы, фамилия

" 13 " ноября 2015г.
дата выдачи

Приложение Ж. Ведомость превышений и высот реперов нивелирования, II класс

№ секции	Вид и номер нивелирного репера тип центра год закладки	Местоположение нивелирного репера	Расстояние между реперами, км	Расстояние от начального репера, км	Дата исполнения прямого хода	Число штативов в ходе прямо	Измеренное превышение, мм		Разность превышений прямого и обратного ходов в мм	Накопление разностей превышений прямого и обратного ходов, мм	Среднее превышение, м	Поправка за переход к нормальному высотам, мм	Поправка из уравнивания, мм	Уравненное превышение, м	Высота в Балтийской системе высот, м	Примечание
			обратно		обратного	обратно	прямой ход	обратный ход								
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Линия 1					Исполнитель: Барков							Дата:				
1	Rp 8375		<u>1,2</u> 1,2	0,0	<u>22.10.2015</u> 22.10.2015	<u>15</u> 15	15048,90	-15048,10	0,8	0,8	15,0485	-	-0,0	15,0485	244,926	
2	ВОГС 07		<u>0,1</u> 0,1	1,2	<u>22.10.2015</u> 22.10.2015	<u>1</u> 1	435,40	-435,50	-0,1	0,7	0,4355	-	0,0	0,4355	259,974	
	ВОГС 08			1,3											260,410	
	Итого по линии		<u>1,3</u> 1,3	1,3		<u>16</u> 16	15484,30	-15483,60	0,7		15,4840	-	-0,0	15,4840		

Разность высот исходных пунктов:			Нк - Нн =	15,4840 м
Полученная невязка:			Vпол =	-0,1 мм
Допустимая невязка:			Vдоп = ± 5 мм	√ L = 5,7 мм
Поправка на 1 км хода			- V/ L =	0,04 мм
Средние квадратические ошибки нивелирования на 1 км хода:				
случайная:			η = ±	0,3 мм
систематическая:			σ = ±	0,27 мм

Линия 2					Исполнитель: Барков							Дата:				
1	Rp 662		<u>0,0</u> 0,0	0,0	<u>24.10.2015</u> 24.10.2015	<u>1</u> 1	-1684,10	1684,00	-0,1	-0,1	-1,6841	-	0,0	-1,6841	196,966	
2	GPS 662		<u>3,0</u> 3,0	0,0	<u>24.10.2015</u> 24.10.2015	<u>36</u> 36	-8679,80	8680,20	0,4	0,3	-8,6800	-	0,0	-8,6800	195,282	
3	ВОГС 01		<u>0,1</u> 0,1	3,1	<u>24.10.2015</u> 24.10.2015	<u>1</u> 1	-660,60	660,70	0,1	0,4	-0,6606	-	0,0	-0,6606	186,602	
	ВОГС 02			3,2											185,941	
	Итого по линии		<u>3,2</u> 3,2	3,2		<u>38</u> 38	-11024,50	11024,90	0,4		-11,0247	-	0,0	-11,0247		

Разность высот исходных пунктов:			Нк - Нн =	-11,0247 м
Полученная невязка:			Vпол =	-0,0 мм
Допустимая невязка:			Vдоп = ± 5 мм	√ L = 8,9 мм
Поправка на 1 км хода			- V/ L =	0,00 мм
Средние квадратические ошибки нивелирования на 1 км хода:				
случайная:			η = ±	0,2 мм
систематическая:			σ = ±	0,06 мм

Приложение II. Сводка пунктов, использованных при обработке ГНСС наблюдений

Пункты ФАГС

Пункты IGS

Название пункта	Point ID	Название пункта	Point ID
Астрахань	AST2	Арти (Свердловская обл.)	ARTU
Владивосток (г. Артём)	VLDV	Харьков	KHAR
Екатеринбург	EKTR	Звенигород (Мос.обл.)	ZWE2
ЦНИИГАиК	CNG1	Менделеево (Мос.обл.)	MDVJ
Новосибирск	NSK1	Обнинск (Калужская обл.)	MOBJ
Ноябрьск	NOYA	Обнинск (Калужская обл.)	MOBN
Ростов-на-Дону	RSTZ	Светлый (Ленинградская обл.)	SVTL
Самара	SAMR		
Чита	CHI2		
Оренбург	OREN		

Станции каркаса ВОГС

Базовые станции БТИ

Название пункта	Point ID	Название пункта	Point ID
База 52 км	B052	Чехов (Московская обл.)	CHEH
База 167 км	B167	Киреевск (Тульская обл.)	KIRE

Пункты ГГС и ГВО

Пункты ВОГС и ОГС

Название пункта	Point ID	Название пункта	Point ID
Кашира Нов.	KNOV	ВОГС_01	W001
Матвеевка	MATV	ВОГС_02	W002
Белые Столбы	WPIL	ВОГС_03	W003
Мордвес	MORD	ВОГС_04	W004
Ситне-Щелканово	SICH	ВОГС_05	W005
Шереметьево	SHER	ВОГС_06	W006
Шилово	SHIL	ВОГС_07	W007
Шугарово	SHUG	ВОГС_08	W008
Юлинка	YULN	ОГС7105	7105
Репер 8537 (с.Александровка)	RPAL	ОГС7106	7106
Репер 662 (ст.Вельяминово)	R662		

Приложение К. Сводка результатов свободного уравнивания сети

#	ИМЯ	ШИРОТА	ДОЛГОТА	ВЫС Н(м)	S(N)	S(E)	S(U)
1	7105	54°09'00.21804"N	38°04'36.04394"E	198.7994	4.1	3	5.7
2	7106	54°08'49.25284"N	38°04'30.77009"E	205.1718	4.1	3	5.7
3	B052	55°20'10.49932"N	37°48'06.58390"E	181.4024	2.9	2.1	2.3
4	B167	54°23'35.85100"N	38°09'14.89113"E	211.3178	3.3	2.4	3.3
5	CHEH	55°08'45.07080"N	37°28'10.96560"E	222.0746	5.2	3.8	8.3
6	CNG1	55°51'18.02118"N	37°30'57.56094"E	176.6075	3.2	2.4	3.8
7	KHAR	50°00'18.28138"N	36°14'20.28043"E	187.4299	4.1	3.6	6.7
8	KIRE	53°56'04.38418"N	37°55'40.30721"E	224.7247	4.3	3.1	6.1
9	KNOV	54°48'57.82460"N	38°09'15.69010"E	222.637	1.8	1.6	6.4
10	MATV	54°25'58.99942"N	38°11'10.80527"E	222.7904	3.3	2.5	3.5
11	MOBJ	55°06'53.48947"N	36°34'10.80176"E	167.2866	3.3	2.4	4
12	MORD	54°33'51.70215"N	38°14'32.48352"E	225.1647	3.6	2.6	4.4
13	R662	55°12'30.67535"N	37°55'07.88303"E	195.2819	3.1	2.3	0
14	RPAL	54°02'03.63753"N	38°00'06.22177"E	244.926	4.1	3	0
15	SAMR	53°13'43.24038"N	50°14'00.88907"E	115.2817	5	5	9.1
16	SHER	54°41'45.15681"N	38°10'11.72180"E	221.9084	3.9	2.9	5.5
17	SHIL	54°08'22.86101"N	38°03'19.15824"E	225.5321	3.8	2.7	4.6
18	SHUG	55°03'03.37915"N	37°56'39.27669"E	175.6026	4.3	3.1	7.9
19	SICH	54°59'04.96501"N	37°57'23.34136"E	185.3454	0	0	5.8
20	SVTL	60°31'58.20709"N	29°46'50.97377"E	60.9731	4.1	4.7	7.1
21	W001	55°11'14.85404"N	37°53'58.06635"E	186.6037	3.1	2.3	0.6
22	W002	55°11'13.28075"N	37°53'54.00190"E	185.9434	3.1	2.3	0.6
23	W003	54°58'04.96136"N	37°58'24.93891"E	176.247	1	0.8	5.8
24	W004	54°58'12.57107"N	37°58'27.37842"E	186.6901	0.9	0.7	5.8
25	W005	54°16'37.23824"N	38°09'33.98735"E	203.4884	3.5	2.6	3.9
26	W006	54°16'37.69462"N	38°09'40.47262"E	204.6509	3.5	2.6	3.9
27	W007	54°01'37.75903"N	38°00'46.63904"E	259.9725	4.1	3	0.6
28	W008	54°01'35.85427"N	38°00'45.85149"E	260.4083	4.1	3	0.6
29	WPIL	55°19'17.19758"N	37°50'44.59706"E	198.144	3.1	2.2	3.4
30	YULN	53°50'30.65909"N	38°06'13.24728"E	257.6185	4.3	3.2	3
31	ZWE2	55°41'57.33139"N	36°45'30.03210"E	192.8043	3.2	2.4	3.8

Приложение Л. Каталог исходных пунктов IGS в системе ITRF2008 на исходную и определяемую даты

ПУНКТ	2011			2015.7932		
	X (m)	Y (m)	Z (m)	DX (m)	DY (m)	DZ (m)
ARTU	1843956.572	3016203.164	5291261.75	-0.1125	0.047	0.0262
KHAR	3312984.2	2428203.52	4863307.865	-0.0852	0.073	0.042
MDVJ	2845455.957	2160954.32	5265993.266	-0.1037	0.0598	0.0339
MOBJ	2936424.506	2178374.098	5208858.471	-0.0873	0.0791	0.0304
SVTL	2730155.247	1562364.817	5529989.32	-0.0901	0.0647	0.0406
ZWE2	2886335.718	2155987.641	5245818.834	-0.0944	0.0629	0.046

Приложение М. Каталоги уравненных координат пунктов в системе ITRF2008

Каталог координат пунктов ВОГС, ГГС и ГВО в системе ITRF2008 на определяемую дату 2015.7932

POINT		COORDINATES			Sigmas (мм)		
#	Name	X (m)	Y (m)	Z (m)	s(X)	s(Y))	s(Z)
1	7105	2947080.599	2308873.823	5146728.698	3.4	3.3	4.8
2	7106	2947358.894	2308970.240	5146535.282	3.4	3.3	4.8
3	B052	2872918.480	2228614.801	5222939.713	1.7	1.5	2.7
4	B167	2926679.211	2299282.271	5162549.790	2	1.8	3.3
5	R662	2877586.514	2241665.239	5214849.960	2.1	1.8	3.4
6	RPAL	2958340.487	2311456.508	5139211.627	3.5	3	5.5
7	W001	2879860.506	2241870.787	5213504.586	2.1	1.8	3.4
8	W002	2879935.907	2241838.345	5213476.269	2.1	1.8	3.4
9	W003	2892741.096	2257914.760	5199512.376	3.6	3.3	5
10	W004	2892567.219	2257834.095	5199656.005	3.6	3.3	5
11	W005	2934731.332	2306047.663	5154996.281	2.4	2.1	3.7
12	W006	2934650.350	2306133.274	5155005.463	2.4	2.1	3.7
13	W007	2958404.668	2312440.385	5138753.807	3.5	3	5.5
14	W008	2958451.250	2312458.599	5138719.564	3.5	3	5.5

Каталог координат пунктов ВОГС, ГГС и ГВО в системе ITRF2008 на исходную дату ГСК-2011 2011.0

POINT		COORDINATES			Sigmas (мм)		
#	Name	X (m)	Y (m)	Z (m)	s(X)	s(Y)	s(Z)
1	7105	2947073.736	2308868.563	5146715.920	3.4	3.3	4.8
2	7106	2947352.030	2308964.980	5146522.504	3.4	3.3	4.8
3	B052	2872911.617	2228609.541	5222926.935	1.7	1.5	2.7
4	B167	2926672.348	2299277.011	5162537.012	2	1.8	3.3
5	R662	2877579.651	2241659.979	5214837.182	2.1	1.8	3.4
6	RPAL	2958333.624	2311451.248	5139198.849	3.5	3	5.5
7	W001	2879853.642	2241865.527	5213491.808	2.1	1.8	3.4
8	W002	2879929.043	2241833.085	5213463.491	2.1	1.8	3.4
9	W003	2892734.233	2257909.500	5199499.598	3.6	3.3	5
10	W004	2892560.356	2257828.835	5199643.227	3.6	3.3	5
11	W005	2934724.469	2306042.403	5154983.503	2.4	2.1	3.7
12	W006	2934643.487	2306128.014	5154992.685	2.4	2.1	3.7
13	W007	2958397.804	2312435.125	5138741.029	3.5	3	5.5
14	W008	2958444.387	2312453.339	5138706.786	3.5	3	5.5

Каталог координат пунктов сети в системе ITRF2008 на определяемую дату 2015.7932

POINT		COORDINATES			Sigmas (mm)		
#	Name	X (m)	Y (m)	Z (m)	s(X)	s(Y)	s(Z)
1	7105	2947080.599	2308873.823	5146728.698	3.4	3.3	4.8
2	7106	2947358.894	2308970.240	5146535.282	3.4	3.3	4.8
3	B052	2872918.480	2228614.801	5222939.713	1.7	1.5	2.7
4	B167	2926679.211	2299282.271	5162549.790	2	1.8	3.3
5	CHEH	2899628.589	2222532.934	5210888.498	4.5	4.2	7.4
6	CNG1	2846201.028	2185233.005	5255570.809	1.7	1.5	2.8
7	KHAR	3312990.969	2428208.716	4863320.493	4	3.4	5.1
8	KIRE	2968395.439	2313155.952	5132663.717	3.8	3	5.3
9	KNOV	2896508.109	2275597.181	5189819.350	4	3.5	5.5
10	MATV	2922562.576	2298705.384	5165135.032	2.1	1.9	3.5
11	MOBJ	2936431.392	2178379.386	5208871.268	1.8	1.6	2.9
12	MORD	2910968.921	2294197.131	5173625.550	2.4	2.2	4.2
13	R662	2877586.514	2241665.239	5214849.960	2.1	1.8	3.4
14	RPAL	2958340.487	2311456.508	5139211.627	3.5	3	5.5
15	SAMR	2447591.042	2941196.037	5085924.377	5.5	5.2	7
16	SHER	2904480.061	2283136.470	5182097.930	2.9	2.7	5.1
17	SHIL	2948690.521	2308361.865	5146073.778	3	2.5	4.1
18	SHUG	2887934.977	2251783.625	5204803.762	4.5	3.3	6.5
19	SICH	2892221.257	2256119.398	5200584.777	3.6	3.3	5
20	SVTL	2730162.127	1562370.078	5530002.103	4.4	4.1	5.5
21	W001	2879860.506	2241870.787	5213504.586	2.1	1.8	3.4
22	W002	2879935.907	2241838.345	5213476.269	2.1	1.8	3.4
23	W003	2892741.096	2257914.760	5199512.376	3.6	3.3	5
24	W004	2892567.219	2257834.095	5199656.005	3.6	3.3	5
25	W005	2934731.332	2306047.663	5154996.281	2.4	2.1	3.7
26	W006	2934650.350	2306133.274	5155005.463	2.4	2.1	3.7
27	W007	2958404.668	2312440.385	5138753.807	3.5	3	5.5
28	W008	2958451.250	2312458.599	5138719.564	3.5	3	5.5
29	WPIL	2872288.407	2231652.590	5222015.708	2	1.8	3.5
30	YULN	2967857.979	2327409.614	5126608.835	3.7	3.2	5.9
31	ZWE2	2886342.581	2155992.902	5245831.612	0	0	0

Каталог координат пунктов сети в системе ITRF2008 на исходную дату системы ГСК 2011.0

POINT		COORDINATES			SIGMAS(MM)		
#	Name	X (m)	Y (m)	Z (m)	s(X)	s(Y)	s(Z)
1	7105	2947073.736	2308868.563	5146715.920	3.4	3.3	4.8
2	7106	2947352.030	2308964.980	5146522.504	3.4	3.3	4.8
3	B052	2872911.617	2228609.541	5222926.935	1.7	1.5	2.7
4	B167	2926672.348	2299277.011	5162537.012	2	1.8	3.3
5	CHEH	2899621.726	2222527.674	5210875.720	4.5	4.2	7.4
6	CNG1	2846194.165	2185227.744	5255558.031	1.7	1.5	2.8
7	KHAR	3312984.106	2428203.456	4863307.715	4	3.4	5.1
8	KIRE	2968388.575	2313150.692	5132650.939	3.8	3	5.3
9	KNOV	2896501.246	2275591.921	5189806.572	4	3.5	5.5
10	MATV	2922555.713	2298700.123	5165122.254	2.1	1.9	3.5
11	MOBJ	2936424.529	2178374.126	5208858.490	1.8	1.6	2.9
12	MORD	2910962.058	2294191.871	5173612.772	2.4	2.2	4.2
13	R662	2877579.651	2241659.979	5214837.182	2.1	1.8	3.4
14	RPAL	2958333.624	2311451.248	5139198.849	3.5	3	5.5
15	SAMR	2447584.179	2941190.776	5085911.599	5.5	5.2	7
16	SHER	2904473.198	2283131.209	5182085.152	2.9	2.7	5.1
17	SHIL	2948683.658	2308356.605	5146061.000	3	2.5	4.1
18	SHUG	2887928.114	2251778.365	5204790.984	4.5	3.3	6.5
19	SICH	2892214.394	2256114.138	5200571.999	3.6	3.3	5
20	SVTL	2730155.264	1562364.817	5529989.325	4.4	4.1	5.5
21	W001	2879853.642	2241865.527	5213491.808	2.1	1.8	3.4
22	W002	2879929.043	2241833.085	5213463.491	2.1	1.8	3.4
23	W003	2892734.233	2257909.500	5199499.598	3.6	3.3	5
24	W004	2892560.356	2257828.835	5199643.227	3.6	3.3	5
25	W005	2934724.469	2306042.403	5154983.503	2.4	2.1	3.7
26	W006	2934643.487	2306128.014	5154992.685	2.4	2.1	3.7
27	W007	2958397.804	2312435.125	5138741.029	3.5	3	5.5
28	W008	2958444.387	2312453.339	5138706.786	3.5	3	5.5
29	WPIL	2872281.543	2231647.330	5222002.930	2	1.8	3.5
30	YULN	2967851.115	2327404.354	5126596.057	3.7	3.2	5.9
31	ZWE2	2886335.718	2155987.642	5245818.834	0	0	0

Приложение Н. Каталог координат пунктов ФАГС в системе ГСК-2011

ID	X	VX	Y	VY	Z
AST2	2949692.3405	-0.0218	3282119.8042	0.0137	4589708.7926
VLDV	-3119695.3612	-0.0743	3441015.5182	-0.0218	4356693.1350
EKTR	1710671.3812	-0.0225	3046094.3855	-0.0106	5318708.0024
CNG1	2846194.1653	-0.0251	2185227.7305	0.0089	5255558.0293
NSK1	447670.3035	-0.0282	3638117.3848	0.0048	5202281.5637
NOYA	724812.9545	-0.0260	2792377.7919	0.0047	5669450.3291
RSTZ	3340374.9089	-0.0214	2772044.1108	0.0122	4657615.4658
SAMR	2447584.2332	-0.0252	2941190.8191	0.0092	5085911.6867
CHI2	-1565264.8858	-0.0373	3603732.3338	-0.0022	5008283.0325

Приложение П. Каталоги уравненных координат пунктов в системе ГСК-2011

Каталог уравненных геодезических координат пунктов ВОГС в системе ГСК-2011

#	ИМЯ	ШИРОТА	ДОЛГОТА	ВЫС. ЕЛ	ВЫС. ОРТО	S(N)	S(E)	S(U)
1	B052	55°20'10.58804"N	37°48'06.76235"E	196.280	181.412	1.4	1.1	2.2
2	B167	54°23'35.93926"N	38°09'15.06621"E	224.441	211.308	1.7	1.3	3.1
3	W001	55°11'14.94261"N	37°53'58.24435"E	201.274	186.602	1.8	1.3	0.6
4	W002	55°11'13.36931"N	37°53'54.17989"E	200.616	185.942	1.8	1.3	0.6
5	W003	54°58'05.04984"N	37°58'25.11610"E	190.787	176.245	3	2.2	5.5
6	W004	54°58'12.65956"N	37°58'27.55562"E	201.228	186.688	3	2.2	5.5
7	W005	54°16'37.32650"N	38°09'34.16195"E	216.210	203.473	2	1.5	3.7
8	W006	54°16'37.78287"N	38°09'40.64722"E	217.371	204.636	2	1.5	3.7
9	W007	54°01'37.84756"N	38°00'46.81224"E	271.914	259.972	2.9	2.2	0.6
10	W008	54°01'35.94280"N	38°00'46.02468"E	272.349	260.408	2.9	2.2	0.6
11	7105	54°09'00.30642"N	38°04'36.21783"E	211.067	198.775	2.9	2.1	5.4
12	7106	54°08'49.34122"N	38°04'30.94396"E	217.428	205.148	2.9	2.1	5.4
13	R662	55°12'30.76388"N	37°55'08.06117"E	209.926	195.282	1.8	1.3	0
14	RPAL	54°02'03.72607"N	38°00'06.39497"E	256.903	244.926	2.9	2.2	0

Каталог уравненных декартовых координат пунктов ВОГС в системе ГСК-2011

#	ИМЯ	X (M)	Y (M)	Z (M)	S(X)	S(Y)	S(Z)
1	B052	2872911.628	2228609.550	5222926.956	1.5	1.3	2
2	B167	2926672.359	2299277.019	5162537.033	1.9	1.7	2.8
3	W001	2879853.654	2241865.535	5213491.830	1.4	1.4	1.1
4	W002	2879929.055	2241833.094	5213463.512	1.4	1.4	1.1
5	W003	2892734.245	2257909.508	5199499.619	3.5	3.2	4.6
6	W004	2892560.367	2257828.843	5199643.248	3.5	3.2	4.6
7	W005	2934724.480	2306042.412	5154983.523	2.3	2.1	3.3
8	W006	2934643.498	2306128.023	5154992.705	2.3	2.1	3.3
9	W007	2958397.815	2312435.133	5138741.049	2.3	2.3	1.8
10	W008	2958444.398	2312453.347	5138706.806	2.3	2.3	1.8
11	R662	2877579.662	2241659.988	5214837.203	1.4	1.4	1
12	RPAL	2958333.635	2311451.256	5139198.869	2.3	2.3	1.7
13	7105	2947073.747	2308868.571	5146715.941	3.4	3.2	4.5
14	7106	2947352.042	2308964.988	5146522.525	3.4	3.2	4.5

Каталог уравнированных геодезических координат всех пунктов сети в системе ГСК-2011

#	ИМЯ	ШИРОТА	ДОЛГОТА	ВЫС. ЕЛЛ	ВЫС. ОПТО	S(N)	S(E)	S(U)
1	7105	54°09'00.30642"N	38°04'36.21783"E	211.067	198.775	2.9	2.1	5.4
2	7106	54°08'49.34122"N	38°04'30.94396"E	217.428	205.148	2.9	2.1	5.4
3	B052	55°20'10.58804"N	37°48'06.76235"E	196.280	181.412	1.4	1.1	2.2
4	B167	54°23'35.93926"N	38°09'15.06621"E	224.441	211.308	1.7	1.3	3.1
5	CHEH	55°08'45.16003"N	37°28'11.14248"E	237.449	222.078	4.2	3	7.9
6	CNG1	55°51'18.11030"N	37°30'57.74112"E	192.265	176.637	1.4	1.1	3.6
7	KHAR	50°00'18.37205"N	36°14'20.43531"E	201.395	187.140	2.8	2.8	6.3
8	KIRE	53°56'04.47277"N	37°55'40.47988"E	236.546	224.686	3.2	2.2	5.8
9	KNOV	54°48'57.91283"N	38°09'15.86700"E	236.849	222.633	3.2	2.5	6.1
10	MATV	54°25'59.08764"N	38°11'10.98059"E	236.000	222.783	1.8	1.4	3.4
11	MOBJ	55°06'53.57999"N	36°34'10.97650"E	183.230	167.252	1.5	1.2	3.8
12	MORD	54°33'51.79028"N	38°14'32.65951"E	238.745	225.165	2.2	1.6	4.2
13	R662	55°12'30.76388"N	37°55'08.06117"E	209.926	195.282	1.8	1.3	0
14	RPAL	54°02'03.72607"N	38°00'06.39497"E	256.903	244.926	2.9	2.2	0
15	SAMR	53°13'43.31025"N	50°14'01.08025"E	115.070	115.634	3.9	4.4	8.6
16	SHER	54°41'45.24504"N	38°10'11.89821"E	236.002	221.913	2.7	1.9	5.2
17	SHIL	54°08'22.94942"N	38°03'19.33203"E	237.779	225.507	2.5	1.7	4.4
18	SHUG	55°03'03.46767"N	37°56'39.45418"E	190.168	175.604	3.3	2.3	7.5
19	SICH	54°59'05.05352"N	37°57'23.51858"E	199.912	185.343	3	2.3	5.5
20	SVTL	60°31'58.30694"N	29°46'51.15784"E	77.276	61.026	2.9	4	6.8
21	W001	55°11'14.94261"N	37°53'58.24435"E	201.274	186.602	1.8	1.3	0.6
22	W002	55°11'13.36931"N	37°53'54.17989"E	200.616	185.942	1.8	1.3	0.6
23	W003	54°58'05.04984"N	37°58'25.11610"E	190.787	176.245	3	2.2	5.5
24	W004	54°58'12.65956"N	37°58'27.55562"E	201.228	186.688	3	2.2	5.5
25	W005	54°16'37.32650"N	38°09'34.16195"E	216.210	203.473	2	1.5	3.7
26	W006	54°16'37.78287"N	38°09'40.64722"E	217.371	204.636	2	1.5	3.7
27	W007	54°01'37.84756"N	38°00'46.81224"E	271.914	259.972	2.9	2.2	0.6
28	W008	54°01'35.94280"N	38°00'46.02468"E	272.349	260.408	2.9	2.2	0.6
29	WPIL	55°19'17.28624"N	37°50'44.77554"E	212.956	198.154	1.8	1.3	3.2
30	YULN	53°50'30.74749"N	38°06'13.41991"E	269.181	257.611	3.1	2.3	2.9
31	ZWE2	55°41'57.42162"N	36°45'30.20987"E	208.753	192.803	0	0	3.6

Каталог уравненных декартовых координат всех пунктов сети в системе ГСК-2011

#	ИМЯ	X (M)	Y (M)	Z (M)	S(X)	S(Y)	S(Z)
1	7105	2947073.747	2308868.571	5146715.941	3.4	3.2	4.5
2	7106	2947352.042	2308964.988	5146522.525	3.4	3.2	4.5
3	B052	2872911.628	2228609.550	5222926.956	1.5	1.3	2
4	B167	2926672.359	2299277.019	5162537.033	1.9	1.7	2.8
5	CHEH	2899621.737	2222527.682	5210875.741	4.4	4.2	7.2
6	CNG1	2846194.177	2185227.753	5255558.052	1.9	1.6	3.2
7	KHAR	3312984.117	2428203.464	4863307.736	4	3.5	5.2
8	KIRE	2968388.587	2313150.701	5132650.960	3.8	3	5
9	KNOV	2896501.257	2275591.930	5189806.593	3.9	3.5	5.2
10	MATV	2922555.724	2298700.132	5165122.274	2	1.8	3
11	MOBJ	2936424.541	2178374.135	5208858.511	2	1.7	3.3
12	MORD	2910962.069	2294191.879	5173612.793	2.3	2.1	3.9
13	R662	2877579.662	2241659.988	5214837.203	1.4	1.4	1
14	RPAL	2958333.635	2311451.256	5139198.869	2.3	2.3	1.7
15	SAMR	2447584.190	2941190.785	5085911.620	5.5	5.3	7.1
16	SHER	2904473.209	2283131.218	5182085.173	2.8	2.6	4.8
17	SHIL	2948683.669	2308356.614	5146061.021	2.9	2.5	3.7
18	SHUG	2887928.125	2251778.374	5204791.005	4.5	3.3	6.4
19	SICH	2892214.405	2256114.146	5200572.020	3.5	3.3	4.7
20	SVTL	2730155.275	1562364.826	5529989.346	4.5	4.2	5.6
21	W001	2879853.654	2241865.535	5213491.830	1.4	1.4	1.1
22	W002	2879929.055	2241833.094	5213463.512	1.4	1.4	1.1
23	W003	2892734.245	2257909.508	5199499.619	3.5	3.2	4.6
24	W004	2892560.367	2257828.843	5199643.248	3.5	3.2	4.6
25	W005	2934724.480	2306042.412	5154983.523	2.3	2.1	3.3
26	W006	2934643.498	2306128.023	5154992.705	2.3	2.1	3.3
27	W007	2958397.815	2312435.133	5138741.049	2.3	2.3	1.8
28	W008	2958444.398	2312453.347	5138706.806	2.3	2.3	1.8
29	WPIL	2872281.555	2231647.339	5222002.951	1.8	1.7	3
30	YULN	2967851.126	2327404.362	5126596.076	2.7	2.6	3.1
31	ZWE2	2886335.729	2155987.650	5245818.855	1.6	1.2	2.9

Приложение Р. Каталоги координат и высот пунктов в МСК регионов

Каталог уравненных координат пунктов ВОГС в МСК 71.1 (Тульская область)

#	ИМЯ	x (m)	y (m)	Выс. норм. (m)	S(N)	S(E)	S(U)
1	B167	766596.14	297336.57	211.311	4.2	3.1	4.2
2	W005	753656.61	297815.50	203.477	4.4	3.3	5
3	W006	753671.94	297932.70	204.640	4.4	3.3	5
4	W007	725757.09	288504.11	259.972	5.2	3.9	0.8
5	W008	725698.08	288490.26	260.408	5.2	3.9	0.8
6	7105	739473.43	292554.46	198.781	5.3	3.8	7.2
7	7106	739133.53	292461.84	205.153	5.3	3.8	7.2

Каталог уравненных координат пунктов ВОГС в МСК 50-2 (Московская область)

#	ИМЯ	x (m)	y (m)	Выс. норм. (m)	S(N)	S(E)	S(U)
1	B052	422077.93	2206868.43	181.403	3.6	2.7	2.9
2	W001	405457.32	2212925.16	186.604	3.9	2.9	0.8
3	W002	405409.27	2212852.84	185.943	3.9	2.9	0.8
4	W003	380994.26	2217468.62	176.247	1.3	1	7.3
5	W004	381229.25	2217513.73	186.690	1.2	0.9	7.3

Каталог уравнированных координат всех пунктов сети в МСК 71.1 (Тульская область)

#	ИМЯ	x (m)	y (m)	Выс. норм. (m)	S(N)	S(E)	S(U)
1	7105	739473.43	292554.46	198.781	5.3	3.8	7.2
2	7106	739133.53	292461.84	205.153	5.3	3.8	7.2
3	B052	871387.71	273891.17	181.409	3.6	2.7	2.9
4	B167	766596.14	297336.57	211.311	4.2	3.1	4.2
5	CHEH	850128.12	252828.72	222.075	6.6	4.8	10.5
6	CNG1	929082.86	255678.64	176.628	4.1	3	5
7	KIRE	715407.14	283000.67	224.694	5.5	3.9	7.7
8	KNOV	813656.31	296864.13	222.635	2.3	2	8.1
9	MATV	771044.25	299380.30	222.786	4.3	3.1	4.5
10	MOBJ	847012.73	195398.48	167.252	4.2	3.1	5.2
11	MORD	785700.68	302846.35	225.167	4.6	3.3	5.6
12	R662	857214.18	281417.69	195.282	3.9	2.9	0
13	RPAL	726551.16	287761.88	244.926	5.2	3.9	0
14	SHER	800288.23	298006.32	221.913	5	3.6	7
15	SHIL	738305.81	291169.27	225.513	4.9	3.5	5.9
16	SHUG	839683.09	283163.73	175.604	5.5	4	10
17	SICH	832316.50	284001.82	185.344	0	0	7.4
18	W001	854860.96	280198.94	186.603	3.9	2.9	0.8
19	W002	854811.82	280127.36	185.942	3.9	2.9	0.8
20	W003	830469.45	285111.68	176.245	1.3	1	7.3
21	W004	830705.10	285153.24	186.689	1.2	0.9	7.3
22	W005	753656.61	297815.50	203.477	4.4	3.3	5
23	W006	753671.94	297932.70	204.640	4.4	3.3	5
24	W007	725757.09	288504.11	259.972	5.2	3.9	0.8
25	W008	725698.08	288490.26	260.408	5.2	3.9	0.8
26	WPIL	869755.23	276686.37	198.152	3.9	2.8	4.3
27	YULN	705185.29	294646.29	257.613	5.5	4	3.8
28	ZWE2	911941.57	208063.02	192.797	4.1	3	4.9

Каталог уравнированных координат всех пунктов сети в МСК50-2 (Московская область)

#	ИМЯ	x (m)	y (m)	Выс. норм. (m)	S(N)	S(E)	S(U)
1	7105	289897.35	2223543.67	198.799	5.3	3.8	7.2
2	7106	289558.87	2223445.99	205.171	5.3	3.8	7.2
3	B052	422077.93	2206868.43	181.403	3.6	2.7	2.9
4	B167	316944.99	2228731.11	211.317	4.2	3.1	4.2
5	CHEN	401139.10	2185485.65	222.074	6.6	4.8	10.5
6	CNG1	480045.25	2189535.13	176.608	4.1	3	5
7	KIRE	265976.43	2213631.83	224.724	5.5	3.9	7.7
8	KNOV	364005.96	2228966.02	222.637	2.3	2	8.1
9	MATV	321361.85	2230841.26	222.790	4.3	3.1	4.5
10	MOBJ	398892.67	2128009.14	167.287	4.2	3.1	5.2
11	MORD	335964.20	2234526.81	225.164	4.6	3.3	5.6
12	R662	407791.83	2214179.40	195.282	3.9	2.9	0
13	RPAL	277048.20	2218558.71	244.926	5.2	3.9	0
14	SHER	350622.48	2229906.76	221.908	5	3.6	7
15	SHIL	288750.57	2222141.21	225.531	4.9	3.5	5.9
16	SHUG	390236.28	2215660.06	175.603	5.5	4	10
17	SICH	382857.85	2216386.77	185.346	0	0	7.4
18	W001	405457.32	2212925.16	186.604	3.9	2.9	0.8
19	W002	405409.27	2212852.84	185.943	3.9	2.9	0.8
20	W003	380994.26	2217468.62	176.247	1.3	1	7.3
21	W004	381229.25	2217513.73	186.690	1.2	0.9	7.3
22	W005	304000.01	2229016.16	203.488	4.4	3.3	5
23	W006	304013.59	2229133.57	204.650	4.4	3.3	5
24	W007	276243.14	2219288.99	259.973	5.2	3.9	0.8
25	W008	276184.35	2219274.26	260.408	5.2	3.9	0.8
26	WPIL	420403.23	2209638.60	198.144	3.9	2.8	4.3
27	YULN	255582.31	2225123.84	257.618	5.5	4	3.8
28	ZWE2	463630.51	2141659.68	192.805	4.1	3	4.9

Приложение С. Параметры преобразований между системами координат

	ITRF2008 и МСК-50	ITRF2008 и МСК-71.1	ITRF2008 и ГСК-2011
DX (m)	-177.6832339	-219.0100827	6.850551477
DY (m)	-42.94084745	-2.660003318	5.254513857
DZ (m)	-17.08511682	-4.309956187	12.75493429
RX (")	-1.728021306	-2.460600547	-3.273561118e-05
RY (")	-6.411541705	-7.553450858	-9.091707137e-05
RZ (")	3.021311903	4.624136147	-5.630340384e-05
Scale (ppm)	2.191183403	1.251832787	0.001425706664