Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Клочков Юрий Сергеевич
Должность: Ректор
Дата подписания: 16.10.2026 09:38:08
Уникальный программный ключ:
3beb265d5d589e7ff4c954946f3ad99a1e70ac12

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**
Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
**«ТЮМЕНСКИЙ ИНДУСТРИАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Институт сервиса и отраслевого управления

Кафедра геодезии
и кадастровой деятельности

# СПУТНИКОВЫЕ СИСТЕМЫ И ТЕХНОЛОГИИ ПОЗИЦИОНИРОВАНИЯ

*методические указания*
*по выполнению курсовой для обучающихся*
по направлению 21.05.01 «Прикладная геодезия»
специализация: «Инженерно-геодезические изыскания»
очной формы обучения

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ

Сертификат: 008E624DF98BC2E90078B97FC72BE94C3F
Владелец: Ефремова Вероника Васильевна
Действителен: с 11.08.2023 до 03.11.2024

Тюмень
ТИУ
2021

УДК 528.4

Составители: В. А. Бударова, Н. Г. Мартынова.

Спутниковые системы и технологии позиционирования: метод. Указания для выполнения курсовой работы / сост.: В. А. Бударова, Н. Г. Мартынова; ТИУ, 2021. — 28 с.

Методические указания предусмотрены для выполнения курсовой работы по дисциплине Спутниковые системы и технологии позиционирования. Рассмотрены основные виды геодезический сетей, дана краткая их характеристика. В методических указаниях дано задание на выполнение курсовой работы на тему «Создание геодезических сетей с применением спутниковых технологий ».

Методические указания предназначены для студентов очной формы обучения направления подготовки специальности 21.05.01 «Прикладная геодезия»,специализация «Инженерно-геодезические изыскания».

## Введение

По специальности 21.05.01 «Прикладная геодезия» специализации «Инженерно - геодезические изыскания» учебным планом предусматривается выполнение курсовой работы по дисциплине «Спутниковые системы и технологии позиционирования».

Цель работы заключается в создании геодезической сети спутниковым методом на заданной территории Тюменской области.

В ходе учебного процесса студент должен прослушать курс лекций по заданной дисциплине, подготовить курсовую работу, сдать экзамен.

Настоящие методические указания предусмотрены для выполнения курсовой работы по дисциплине «Спутниковые системы и технологии позиционирования».

Спутниковые геодезические сети - геодезические сети, создаваемые методами спутниковых определений. Наиболее известными из них, например, являются российские сети ФАГС, ВГС, СГС-1 и международные ITRF и EUREF.

Фундаментальная астрономо-геодезическая сеть (ФАГС) - сеть, обеспечивающая высший уровень точности общеземной геоцентрической координатной системы на территории России. Примечание. Эта сеть характеризуется ошибками определения координат пунктов относительно центра масс Земли, не превышающими 15 см, и ошибками взаимного положения, не превышающими 2 см. Средние расстояния между пунктами 800 -1000 км. Значительную часть метода создания данной сети составляют спутниковые определения

Высокоточная геодезическая сеть (ВГС) сеть, обеспечивающая следующую по точности после ФАГС реализацию координатной системы, опирающаяся на пункты ФАГС. ВГС характеризуется ошибками определения взаимного положения по каждой из плановых координат 3 мм + 5 *10-8 D (где D расстояние между пунктами) и 5 мм + 7*10-8 D по геодезической высоте. Средние расстояния между пунктами 150-200 км. Основную часть методики создания ВГС составляют спутниковые

определения.

Спутниковая геодезическая сеть 1 класса (СГС-1) представляет собой пространственное геодезическое построение, основная функция которой состоит в обеспечении оптимальных условий для реализации точностных и оперативных возможностей спутниковой аппаратуры при переводе геодезического обеспечения территории России на спутниковые методы определения координат.

Расстояние между смежными пунктами СГС-1 — 15–25 км в обжитых районах и 25–50 км в не обжитых районах.

Пункты СГС-1 определяются относительными методами космической геодезии, обеспечивающими определение взаимного положения ее смежных пунктов со средними квадратическими ошибками
3 мм + 1*10-7D (где D расстояние между пунктами) по каждой из плановых координат и 5 мм +2*l0-7D по геодезической высоте.

Нормальные высоты должны определяться на всех пунктах СГС-1, либо из геометрического нивелирования с точностью, соответствующей требованиям к государственным нивелирным сетям II-III классов, либо из спутникового нивелирования как разности геодезических высот, определяемых относительными методами космической геодезии, и высот квазигеоида.

Для связи СГС-1 с АГС и нивелирной сетью часть пунктов СГС-1 должна быть совмещена или связана с существующими пунктами АГС и реперами нивелирной сети не ниже III класса. Связь, как правило, должна определяться относительным метододом космической геодезии со средними квадратическими ошибками не более 2 см для плановых координат при привязке пунктов АГС и 1 см для геодезических высот при привязке нивелирных реперов. При высотной привязке использование пунктов АГС с известными нормальными высотами вместо нивелирных реперов не допускается. Расстояние между пунктами АГС, совмещенными с пунктами СГС-1 или привязанными к ним, не должно быть больше 70 км при средней плотности СГС-1 и 100 км при построении разреженной сети СГС-1 в необжитых районах. Расстояние между нивелирными реперами для связи с

пунктами СГС-1 должно быть не более 100 км.

Пункты СГС-1, совмещенные или связанные с реперами нивелирной сети I-III классов, используются для уточнения высот квазигеоида. В исключительных случаях в районах, не обеспеченных необходимыми данными о высотах квазигеоида, для определения нормальных высот допускается применение тригонометрического нивелирования. В последнем случае средняя квадратическая ошибка взаимного положения смежных пунктов по высоте должна быть не более 20 см.

Городская геодезическая сеть предназначена для обеспечения практических задач:

- топографической съемки и обновления планов города всех масштабов;
- землеустройства, межевания, инвентаризации земель;
- топографо-геодезических изысканий на городской территории;
- инженерно-геодезической подготовки объектов строительства;
- геодезического изучения локальных геодинамических природных и техногенных явлений на территории города;
- навигации наземного и частично воздушного, водного транспорта. Различают спутниковые и традиционные сети.

Значения средних погрешностей взаимного положения любых пунктов спутниковых городских геодезических сетей не должны превышать 30 мм. Высокая точность городских геодезических сетей достигается применением обоснованных оптимальных методов спутниковых наблюдений и соответствующих методов их обработки, а также за счет использования оптимальной геометрии расположения пунктов, их равномерной плотности и максимально возможного совмещения старой и новой геодезических сетей.

Один или несколько исходных пунктов (ИП) создаются в городах площадью не менее 100 кв. км с населением не менее 500 тысяч человек и

при наличии перспективы преобразования их в пункты ФАГС, ВГС или постоянно действующие пункты для навигационных систем.

Для населенных пунктов площадью до 20 кв. км допускается объединение исходных пунктов (ИП) и пунктов каркасной сети (КС). Наблюдения при этом выполняется по программе пунктов каркасной сети.

После завершения переуравнивания дальнейшее развитие спутниковых городских геодезических сетей выполняется по методике СГГС-1, но с присвоением класса СГГС-2. Только при очередном цикле реконструкции сети, когда пункты СГГС-2 включаются в уравнивание всей городской сети, они переходят в СГГС-1. Спутниковая городская геодезическая сеть 2 класса (СГГС-2) создается в виде исключения при необходимости создания геодезического обоснования на отдельных участках территории города.

Темы курсовой работы представлены в таблице.

| Тема курсовой работы |
|---|
| Создание геодезических сетей с применением спутниковых технологий на территории Голышмановского городского округа Тюменской области |
| Создание геодезических сетей с применением спутниковых технологий на территории Тюменского городского округа Тюменской области |
| Создание геодезических сетей с применением спутниковых технологий на территории Тобольского городского округа Тюменской области |
| Создание геодезических сетей с применением спутниковых технологий на территории Ишимского городского округа Тюменской области |
| Создание геодезических сетей с применением спутниковых технологий на территории Заводоуковского городского округа Тюменской |
| Создание геодезических сетей с применением спутниковых технологий на территории Ялуторовского городского округа Тюменской области |
| Создание геодезических сетей с применением спутниковых технологий на территории Абатского сельского поселения Тюменской области |
| Создание геодезических сетей с применением спутниковых технологий на территории Армизонского сельского поселения Тюменской области |
| Создание геодезических сетей с применением спутниковых технологий на территории Аромашевского сельского поселения Тюменской области |
| Создание геодезических сетей с применением спутниковых технологий на территории Бердюжского сельского поселения Тюменской области |
| Создание геодезических сетей с применением спутниковых технологий на территории Казанского сельского поселения Тюменской области |
| Создание геодезических сетей с применением спутниковых технологий на территории Викуловского сельского поселения Тюменской области |
| Создание геодезических сетей с применением спутниковых технологий на территории Исетского сельского поселения Тюменской области |
| Создание геодезических сетей с применением спутниковых технологий на территории Нижнетавдинского сельского поселения Тюменской области |
| Создание геодезических сетей с применением спутниковых технологий на территории Сладковского сельского поселения Тюменской области |
| Создание геодезических сетей с применением спутниковых технологий на территории Сорокинского сельского поселения Тюменской области |

Актуальность.

Метод использования спутниковых технологий, в которых координаты пунктов определяются с помощью спутниковых систем - российской ГЛОНАСС и американской GPS, имеет революционное научно—техническое значение по достигнутым результатам в точности, оперативности получения результатов, всепогодности и относительно невысокой стоимости работ по сравнению с традиционными методами восстановления и поддержания государственной геодезической основы на должном уровне.

Применение спутниковой аппаратуры по сравнению с другими средствами измерений позволяет:

- исключить необходимость в установлении прямой видимости между смежными пунктами, а следовательно, исключить постройку дорогостоящих наружных знаков для обеспечения такой видимости;
- выполнять измерения при любых погодных условиях и в любое время суток;
- значительно повысить точность определения координат пунктов вследствие того, что погрешности в плановом положении пунктовне накапливаются по мере удаления от исходных;
- исключить необходимость в построении многоразрядных геодезических сетей для передачи координат внужный район, при этом нет надобности устанавливать пункты на возвышенных местах, положение пункта в натуре выбирают в том месте, где он необходим из практических соображений.

Цель работы: создать геодезическую сеть спутниковым методом на заданной территории.

Задачи:

1. Исследование нормативно-правового обеспечения проектирования спутниковых геодезических сетей.

2. Методы спутниковых определений.

3. Изучение схем проектирования спутниковых геодезических сетей на

городских территориях.

4. Этапы работ

4.1 Подготовительный этап - сбор исходной информации о территории.

- Топографо-геодезическая обеспеченность участка работ.
- Заключение о пригодности пунктов ГГС для спутниковых измерений.
- Выбор и обоснование выбора комплекта спутникового геодезического приемника

4.2 Планирование наблюдений. Применение web- сервисов для планирования наблюдений.

5.Проект этапов полевых работ.

6.Анализ этапов обработки. Постобработка.

7.Программное обеспечение.

8.Анализ источников ошибок измерений и их влияние на определение координат потребителей.

9.Создание цифровой модели спутниковых геодезических сетей в ГИС/AutoCAD по данным каталога пунктов спутниковых геодезических сетей.

Структура работы:

**Введение**

**1 Глава. Теория создания геодезической сети спутниковыми методами**.

1Нормативная база построения спутниковых сетей.

Особенности закрепления пунктов спутниковой геодезической сети.

Принцип создания локальной геодезической сети спутниковым методом.

**2 Глава. Характеристика района работ**

Физико-географическая характеристика участка работ.

Топографо — геодезическая изученность.

**3 Глава. Проект создания сетей**

Программа геодезических работ

Характеристика используемой аппаратуры

Методы и технологии измерений

Техника безопасности при полевых геодезических работах

Проект схемы расположения и обоснования пунктов

Проект создания сети исходных пунктов (ИП);

Проект создания пунктов каркасной сети (КС);

Проект создания сети СГС

Камеральная обработка и уравнивание спутниковых измерений

Программы для обработки спутниковых измерений

Способы уравнивания спутниковых измерений

Преобразование координат в местные системы

**Заключение**

**Список источников**

**Приложение**

Структура работы:

Введение (описать актуальность, цель и задачи)

1 Глава. Теория создания геодезической сети спутниковыми методами

Нормативная база построения спутниковых сетей:

•СП 47.13330.2012 «Инженерные изыскания для строительства»

•СП 11 — 104 - 97 «Инженерно геодезические изыскания для строительства»

•Инструкция по развитию съемочного обоснования и съемки ситуации и рельефа с применением глобальных навигационных спутниковых систем ГЛОНАСС и GPS.

•ПТБ — 88 «Правила по технике безопасности на топографо геодезических работах»

•ФЗ — 431 «О геодезии, картографии и пространственных данных о внесение в изменении в отдельные законодательные акты Российской Федерации»

2) Особенности закрепления пунктов спутниковой геодезической сети:

Создание, размещение, закрепление на местности пунктов исходных, каркасных и спутниковых геодезической сети.

3) Принцип создания локальной геодезической сети спутниковым методом:

Построение локальной геодезической сети с использованием одной или нескольких референцных станций.

2 Глава. Характеристика района работ (описывается по выданному участку местности на карте)

2.1 Физико - географическая характеристика участка работ

Дать краткую характеристику природных и техногенных условий района работ, влияющих на организацию и выполнение инженерных изысканий.

2.2 Топографо — геодезическая изученность

Определить площадь указанного участка работы, географические координаты, пункты ГГС, построить спутниковую геодезическую сеть с плотностью 1-го пункта на 1км$^2$ и соединить их с узлами пунктов ГГС.

3 Глава. Проект создания сетей

Программа геодезических работ

Характеристика используемой аппаратуры

Описать принцип работы двухчастотного приемника:

количество каналов

отслеживаемые сигналы

режимы измерений

точность в режимах: «статика», «кинематика», «быстрая статика», «режим реального времени»

точность DGPS

встроенная и дополнительная память

запись данных

интерфейс

управление

коммуникационные порты

прием/передача поправок

и т.д.

Методы и технологии измерений

Описать методы и режимы на разных сетях: приём сигналов, продолжительность сессии наблюдения и факторы влияющие на неё.

Техника безопасности при полевых геодезических работах

Правила и нормы при выполнении геодезических работ в разных условиях

Проект схемы расположения и обоснования пунктов

На отдельном листе выделить исходные, каркасные и пункты СГС — 2 разными типами линий или цветами. Обосновать количество их, с учетом плотности.

Камеральная обработка и уравнивание спутниковых измерений

Программы для обработки спутниковых измерений

Выполнить обзор с анализом программ для обработки измерений, их особенности, назначение, интерфейс.

Способы уравнивания спутниковых измерений

Рассмотреть способ уравнивания по векторам: задачи, подходы, разновидности уравнивания, модели, формулы.

Преобразование координат в местные системы

Перечислить в каких системах координат получаем спутниковые данные, указать пошаговое выполнение преобразования и формулы для перевода в местную систему координат. С помощью программы преобразовать координаты из WGS — 84 и ПЗ — 90 в МСК.

Заключение

Сделать выводы по каждой главе.

Список использованной литературы

Перечислить использованные книги, своды правил, инструкции.

Приложение

Вставить карту и рисунок со схемой расположения пунктов.

## Список источников

1.ГКИНП (ОНТА)-02-262-02 Инструкция по развитию съемочного обоснования и съемке ситуации и рельефа с применением глобальных спутниковых навигационных систем ГЛОНАСС и GPS, М., ЦНИИГАиК, 2002

2. ГКИНП (ОНТА)-01-271-03 Руководство по созданию и реконструкции городских геодезических сетей с использованием спутниковых систем ГЛОНАСС/GPS, М., ЦНИИГАиК, 2003

3. Антонович К.М. Использование спутниковых радионавигационных систем в геодезии. Том. 1. М. Картгеоцентр 2005

4. Антонович К.М. Использование спутниковых радионавигационных систем в геодезии. Том. 2. М. Картгеоцентр 2006

5. Загретдинов Р.В. Планирование спутниковых геодезических измерений, Учебно-методическое пособие, К., К(П)ФУ, 2013

**РЕСУРСЫ ДАННЫХ ГНСС**

- ГНСС календарь: http://www.gnsscalendar.com
- Точные эфемериды GPS/ГЛОНАСС (IGS): ftp://igs.ensg.ign.fr/pub/igs/products
- Точные эфемериды GPS/ГЛОНАСС (NASA): ftp://cddis.gsfc.nasa.gov/gnss/products
- Точные эфемериды GPS/ГЛОНАСС (ESA): ftp://gssc.esa.int/gnss/products
- Точные эфемериды GPS/ГЛОНАСС (SOPAC/CSRC): ftp://lox.ucsd.edu/pub/products
- Информация о станциях IGS: http://www.igs.org/network
- Измерительная информация станций IGS в формате RINEX (SOPAC & CSRC GARNER GPS ARCHIVE): ftp://garner.ucsd.edu/pub/rinex/
- Файлы ГНСС антенн: https://kb.igs.org/hc/en-us/articles/203864436-Antenna-Files-Information
- Координаты станций IGS: https://kb.igs.org/hc/en-us/articles/202586273-ITRF-coordinates-of-the-IGS-stations
- Данные калибровки спутниковых антенн: https://www.ngs.noaa.gov/ANTCAL

- Координаты и скорости изменения координат, измерительная информация пунктов ФАГС, точные эфемериды ГЛОНАСС (**РГС-Центр** ФГБУ «Центр геодезии, картографии и ИПД»): https://rgs-centre.ru
- Список координат и скоростей пунктов ФАГС, участвовавших в первичном построении системы координат ГСК-2011 на эпоху 1 января 2011 года: https://cgkipd.ru/opendata/fags/
- Сведения о местоположении пунктов ГГС и пунктах сетей сгущения, пересчет координат и много другое: https://geobridge.ru/
- Поддержка ГИС MapInfo, калькулятор координат, параметры систем координат: https://mapbasic.ru/msksolutions

## ПОЛЬЗОВАТЕЛЬСКИЕ ИНФОРМАЦИОННЫЕ ЦЕНТРЫ ГНСС

- ГЛОНАСС: www.glonass-iac.ru
- GPS: https://www.gps.gov/
- BEIDOU: en.beidou.gov.cn
- GALILEO: http://www.esa.int/Our_Activities/Navigation/Galileo/What_is_Galileo
- QZSS: http://qzss.go.jp/en/
- NavIC: www.isro.gov.in/irnss-programme
- Пользовательский информационный центр GPS: www.navcen.uscg.gov
- Пользовательский информационный центр GALILEO: www.gsc-europa.eu
- Информационно-аналитический центр КВНО ФГУП ЦНИИмаш: https://www.glonass-iac.ru/
- Российская система дифференциальной коррекции и мониторинга (СДКМ): http://www.sdcm.ru/
- Система высокоточного определения эфемерид и временных поправок (СВОЭВП): http://www.glonass-svoevp.ru/

## РОССИЙСКИЕ ОРГАНИЗАЦИИ

- Государственная корпорация по космической деятельности РОСКОСМОС
- Министерство обороны Российской Федерации
- Министерство транспорта Российской Федерации

- Федеральное агентство воздушного транспорта РФ
- Федеральное агентство морского и речного транспорта РФ
- Федеральное дорожное агентство РФ
- Федеральное агентство железнодорожного транспорта РФ.
- Федеральная служба государственной регистрации, кадастра и картографии (Росреестр)
- ФЕДЕРАЛЬНЫЙ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ЦЕНТР ГЕОДЕЗИИ, КАРТОГРАФИИ И ИНФРАСТРУКТУРЫ ПРОСТРАНСТВЕННЫХ ДАННЫХ — ФГБУ «Центр геодезии, картографии и ИПД»
- Центр управления полетами и моделирования (ЦУП-М) Федерального Космического Агентства (Роскосмос)
- ФГУП ЦНИИ машиностроения (ЦНИИМАШ) -головной институт Государственной корпорации по космической деятельности «Роскосмос»
- ФГУП ГосНИИ «Аэронавигация» Головной институт гражданской авиации по испытаниям, сертификации и внедрению бортового и наземного оборудования спутниковой навигации
- ПАО «Навигационно-информационные системы» — системный интегратор крупных проектов внедрения спутниковых технологий ГЛОНАСС в России
- НП «ГЛОНАСС» — некоммерческое партнерство «Содействие развитию и использованию навигационных технологий» — федеральный сетевой оператор в сфере навигационной деятельности
- АО «ГЛОНАСС» — оператор государственной автоматизированной информационной системы «ЭРА-ГЛОНАСС»
- Объединенная ракетно-космическая корпорация (ОРКК) — разработка, производство, испытания, поставка, модернизация и реализация ракетно-космической техники
- АО «Российские космические системы» — один из лидеров мирового космического приборостроения, разрабатывает, производит, испытывает, поставляет и эксплуатирует бортовую и наземную аппаратуру и информационные системы космического назначения
- АО «Информационные спутниковые системы» имени академика М.Ф. Решетнёва» — ведущее предприятие России по созданию космических аппаратов связи, телевещания, ретрансляции, навигации, геодезии.

- Российский институт радионавигации и времени (РИРВ) — общая информация о РИРВ, история создания, научно-технические достижения. На сайте представлен регулярно обновляемый каталог продукции, реализована возможность обновления программного обеспечения, информация об официальных дилерах, сервисных центрах и многое другое
- Научно-исследовательский институт космического приборостроения — филиал ОАО «ОРКК» — разработка спутниковой навигационной аппаратуры потребителей различного назначения, ФГУП «РНИИ КП» один из основных Российских разработчиков в данном направлении
- Публичное акционерное общество «Сатурн» — разработка и производство солнечных батарей и никель-водородных аккумуляторных батарей для космических аппаратов различного назначения, а также и контрольно-испытательного оборудования (КПА БС; КПА АБ)
- ГЛОНАСС/ГНСС-Форум — ассоциация разработчиков, производителей и потребителей оборудования и приложений на основе глобальных навигационных спутниковых систем.
- ИПА РАН Институт прикладной астрономии РАН
- Международная школа по спутниковой навигации— обучение специалистов отечественных и зарубежных организаций, использующих технологии спутниковой навигации и ДЗЗ, внедряющих системы на их основе и предоставляющих навигационные и геоинформационные услуги потребителям

**МЕЖДУНАРОДНЫЕ ОРГАНИЗАЦИИ**

- ICG — Международный комитет по глобальным навигационным спутниковым системам
- ESA — Европейское космическое агентство
- NASA — Национальное управление США по аэронавтике и исследованию космического пространства
- Jet Propulsion Laboratory — Лаборатория реактивного движения Калифорнийского института технологий NASA
- IGS — Международная служба ГНСС
- ITRF — Международная геодезическая сеть
- SOPAC — Калифорнийский центр изучения землетрясений, движений земной коры

- ICAO — Международная организация гражданской авиации
- IMO — Международная морская организация
- ITU — Международный союз электросвязи
- ILRS — Международная служба лазерных измерений
- EUREF Permanent GNSS Network — Европейская сеть постоянно действующих дифф.станций
- NOAA’s National Geodetic Survey (NGS) — Национальная геодезическая служба США

## РОССИЙСКИЕ ОПЕРАТОРЫ СЕТЕЙ ДИФФ.СТАНЦИЙ, ПРОВАЙДЕРЫ УСЛУГ ВЫСОКОТОЧНОГО ПОЗИЦИОНИРОВАНИЯ

- Leica SmartNet Russia — сеть спутниковых дифференциальных станций, развиваемая на территории России представителем Leica Geosystems AG компанией «Навгеоком» (ООО «ГЕКСАГОН ГЕОСИСТЕМС РУС»).
- Сеть референцных GNSS-станций EFT-CORS
- Спутниковая система сочного позиционирования (ССТП) АО «Ростехинвентаризация- Федеральное БТИ»
- Национальная сеть высокоточного спутникового позиционирования (ООО «НСВП»)
- Система HIVE -это источник спутниковых измерений с базовых станций
- Сеть базовых станций АО «ПРИН».
- Сеть постоянно действующих дифференциальных станций ООО «Геостройизыскания».
- СТП МОБТИ– система точного позиционирования Государственного унитарного предприятия Московской области «Московское областное БТИ» (ГУП МО «МОБТИ») на территории Московской области.
- Спутниковая опорно-межевая сеть Кировской области (Кировгипрозем)
- Система навигационного геодезического обеспечения (СНГО) г. Москвы (ГУП «Могоргеотрест»)
- «ГЕОСПАЙДЕР» — спутниковая геодезическая сеть базовых (опорных) станций на территории Санкт-Петербурга и Ленинградской области.
- Сеть постоянно действующих базовых станций ООО «УГТ-Холдинг»

- Сеть постоянно действующих GNSS станций Новосибирской области (ГБУ «Центр навигационных и геоинформационных технологий Новосибирской области»
- Спутниковая система высокоточного позиционирования (СВТП) Чувашской Республики
- Государственная спутниковая сеть точного позиционирования Санкт-Петербурга (базисная опорная активная «Сеть РС СПб»)
- Сеть постоянно действующих геодезических базовых станций Поволжья (ООО «Градиент»)
- Спутниковая опорная межевая сеть Калужской области (ПК «ГЕО»)
- Сеть референцных станций Омской области (Государственное предприятие Омской Области «Омский центр технической инвентаризации и землеустройства»)
- Спутниковой системы точного позиционирования Республики Беларусь (ССТП)
- GPS/GNSS сеть Кыргызстана
- Система СВТП Курской области
- Референцные станции Республкики Башкортостан («ИО ЦКУ-БашГУ»)

**ПРОВАЙДЕРЫ УСЛУГ PPP (Precise Point Positioning)**

- TerraStar
- VERIPOS
- OmniSTAR
- Hemisphere (Atlas GNSS global correction service)
- Trimble (CenterPoint RTX Post-Processing service)
- Navcom (StarFire)
- FUGRO
- MADOCA Real-Time PPP Service (JAXA)

**ИНФОРМАЦИОННЫЕ САЙТЫ ПО НАВИГАЦИИ, ГЕОДЕЗИИ и ГИС**

- Геодезия и картография

- ГИС Ассоциация
- ГЕОПРОФИ
- Вестник ГЛОНАСС
- InsideGNSS
- GPS World magazine

## Приложение

**Термины с соответствующими определениями из области геодезии и спутникового позиционирования:**

**Базовая линия** (в спутниковых определениях): трехмерный вектор приращений пространственных геоцентрических координат между двумя точками спутниковых наблюдений, выполненных в течение одного синхронного сеанса.

**ВГС**: высокоточная геодезическая сеть, входящая в ГГС (Приказ от 29.03.2017 N 138).

**Высота квазигеоида**: разность между геодезической высотой и нормальной высотой.

**Государственная геодезическая сеть (ГГС)**: геодезическая сеть, обеспечивающая распространение координат на территорию государства и являющаяся исходной для построения других геодезических сетей (ГОСТ 22268-76).

Примечание: ГГС создается и используется в целях установления государственных систем координат, их распространения на территорию Российской Федерации и обеспечения возможности создания геодезических сетей специального назначения (№ 431-ФЗ).

**Государственная нивелирная сеть (ГНС)**: геодезическая сеть которая создается и используется в целях распространения государственной системы высот на территорию Российской Федерации (№ 431-ФЗ).

**Государственная гравиметрическая сеть** : сеть гравиметрических пунктов, которая создается и используется в целях распространения государственной гравиметрической системы на территорию Российской Федерации (№ 431-ФЗ).

**Геодезическая отсчетная основа;** исходная геодезическая основа: совокупность геодезических пунктов (или иных объектов – носителей координат) и соответствующих значений координат (ГОСТ Р 52572, пункт 3.9).

**Геодезический пункт**: инженерная конструкция, закрепляющая точку земной поверхности с определенными координатами (№ 431-ФЗ).

**Геодезические связи:** описания взаимного положения точек в пространстве, которые можно выразить математическими соотношениями между их координатами.

Примечание: Геодезические связи в спутниковых определениях реализуются базовыми линиями.

**Геодезическая сеть**: совокупность геодезических пунктов, положение которых определено в общей для них системе координат, используемых в целях установления и (или) распространения систем координат (№ 431-ФЗ).

**Геодезическая сеть сгущения**: геодезическая сеть, создаваемая в развитие геодезической сети более высокого порядка (ГОСТ 22268-76).

Примечание: частным случаем геодезических сетей сгущения являются сети, представляющие собой связующее звено между государственной геодезической сетью и съемочными сетями.

**Географические координаты**: обобщенное понятие об астрономических и геодезических координатах, когда уклонения отвесных линий не учитывают (ГОСТ 22268-76).

**Геодезические координаты**: три величины, две из которых характеризуют направление нормали к поверхности земного эллипсоида в данной точке пространства относительно плоскостей его экватора и начального меридиана, а третья является высотой точки над поверхностью земного эллипсоида (ГОСТ 22268-76).

**Геодезическая высота**: высота точки над поверхностью отсчетного эллипсоида, отсчитываемая по нормали к эллипсоиду.

**Геодезическая долгота**: двугранный угол между плоскостями геодезического меридиана данной точки и начального геодезического меридиана.

**Геодезическая широта**: угол между нормалью к поверхности отсчетного эллипсоида, проходящей через заданную точку, и плоскостью его экватора.

**Геодезическая сеть специального назначения (ГССН)**: геодезическая сеть, создаваемая для обеспечения выполнения геодезических работ при осуществлении градостроительной и кадастровой деятельности, землеустройства, недропользования, иной деятельности, а также повышения точности результатов указанных работ физические и юридические лица, органы государственной власти и органы местного самоуправления вправе организовывать создание геодезических сетей специального назначения, в том числе сетей дифференциальных геодезических станций (№ 431-ФЗ).

**Геоид**: уровенная поверхность, наилучшим образом аппроксимирующая уровень моря, являющаяся эквипотенциальной поверхностью земного гравитационного поля, которая везде перпендикулярна к направлению отвесной линии.

Примечание: геоид эквипотенциальная поверхность, совпадающая с поверхностью Мирового океана в состоянии полного покоя и равновесия и продолженная под материками.

**Геоцентрические координаты**: величины, определяющие положение точки в системе координат, у которой начало совпадает с центром масс Земли (ГОСТ 22268-76).

**Глобальная навигационная спутниковая система (ГНСС)**: система, предназначенная для определения пространственных координат, составляющих вектора скорости движения и поправки часов потребителя в любой точке на поверхности Земли, акватории Мирового океана, воздушного и околоземного космического пространства. Глобальная навигационная спутниковая система состоит из созвездия навигационных спутников, службы контроля и управления навигационными спутниками и аппаратуры пользователей, позволяющая определять местоположение (координаты) антенны спутникового приемника пользователя по радиосигналам навигационных спутников.

**ГЛОНАСС**: глобальная навигационная спутниковая система Российской Федерации.

**Горизонтирование (спутниковой антенны):** операция по совмещению вертикальной оси спутниковой антенны с отвесной линией и (или) приведение плоскости спутниковой антенны в горизонтальное положение.

**ГСК-2011**: геодезическая система координат 2011 года, установленная для использования при осуществлении геодезических и картографических работ, устанавливаемая и распространяемая с использованием государственной геодезической сети (Постановление Правительства РФ от 24 ноября 2016 г. N 1240).

**Дифференциальная геодезическая станция (ДГС)**: электронное устройство, размещенное на точке земной поверхности с определенными координатами, выполняющая прием и обработку сигналов ГНСС, и обеспечивающая сбор и передачу информации, необходимой для повышения точности определения координат в результате выполнения геодезических работ с использованием ГНСС (№ 431-ФЗ).

Примечание: в качестве электронного устройства в ДГС используется спутниковая геодезическая аппаратура.

**Земная система координат**: пространственная система координат, предназначенная для количественного описания положения и движения объектов, находящихся на поверхности Земли и в околоземном пространстве.

**Земной эллипсоид**: поверхность, полученная при вращении эллипса вокруг собственной оси (эллипсоид вращения), параметры которого (размеры большой, малой полуосей и сжатие) определяются измерениями формы и размеров Земли.

**Исходные геодезические даты (данные)**: параметры, обеспечивающие связь координатной системы с Землей, включающие положение начала, масштаб и ориентировку осей системы координат по отношению к Земле.

**Исходный геодезический пункт,** исходный пункт: пункт геодезической сети, относительно которого определяются координаты переходных и определяемых точек.

**Картографическое проектирование**: перевычисление координат, когда одна координатная система является геодезической, а другая — плоской.

**Картографическая проекция**: математически определенный способ отображения поверхности шара или эллипсоида на плоскость, используемый для создания картографического произведения.

**Квазигеоид**: математическая поверхность, близкая к геоиду, и являющаяся отсчетной для установления системы нормальных высот.

Примечание: квазигеоид представляет собой геометрическое место точек, получаемых путем откладывания нормальных высот от точек физической поверхности Земли по нормали к эллипсоиду.

**Кинематический режим:** режим спутниковых определений с использованием подвижной спутниковой геодезической аппаратуры.

**Коэффициент (геометрический фактор) потери точности спутниковых определений** (англ. Dilution of Precision; DOP)**:** коэффициент понижения точности в определении координат и времени, связанный с конфигурацией (геометрией расположения) наблюдаемых навигационных спутников.

Примечание: Различают следующие коэффициенты потери точности спутниковых определений: HDOP — коэффициент потери точности определения горизонтального (планового) местоположения; VDOP —

коэффициент потери точности определения вертикального (высотного) местоположения; TDOP − коэффициент потери точности определения времени; PDOP − коэффициент потери точности определения местоположения в пространстве; GDOP – суммарный коэффициент потери точности определения местоположения и времени.

**Метод точного позиционирования** (англ. Precise Point Positioning)**;** PPP: метод абсолютного определения местоположения, основанный на применении спутниковой корректирующей информации, содержащей поправки к эфемеридам и времени бортовых часов навигационных спутников и атмосферных поправок в пределах локальной области, позволяющий определять пространственные координаты объектов с точностью от нескольких дециметров до нескольких сантиметров на эпоху выполнения измерений.

**Наблюдаемая точка**: точка, на которой выполняются спутниковые наблюдения.

Примечание: Наблюдаемыми точками могут быть определяемые точки, переходные точки и исходные геодезические пункты.

**Навигационный спутник**: спутник ГНСС, который формирует и излучает радиосигнал, содержащий навигационную информацию, прием которой необходим для определения местоположения спутниковой аппаратуры потребителя.

**Обработка данных спутниковых наблюдений**, математическая обработка результатов спутниковых наблюдений: процессы получения результатов спутниковых определений и оценки их точности путем проведения вычислительных операций с данными спутниковых наблюдений, в том числе предварительной обработки, постобработки, уравнивания и преобразования координат, по определенному алгоритму.

**Обследование пунктов (геодезической сети)**: технологический процесс, заключающийся в поиске на местности, определении степени сохранности центров и внешнего оформления пунктов сети.

**Общеземной эллипсоид**: земной эллипсоид, характеризующий фигуру и размеры Земли, служащий вспомогательной математической поверхностью, к которой приводят результаты геодезических измерений на всей поверхности Земли в общеземной геоцентрической системе координат.

**Ортометрическая высота**: высота точки над поверхностью геоида (ГОСТ 22268-76).

**Определяемая точка**: точка, координаты которой необходимо определить.

Примечание: В зависимости от вида геодезических и картографических работ определяемой точкой может быть съемочный пикет, характерная точка объекта, опознак, центр проекций аэрофотоснимка, переходная точка, ДГС, пункт геодезической сети или иная точка пространственного объекта.

**Относительные (спутниковые) определения**: метод определения разности координат между точками при постобработке данных синхронных сеансов спутниковых (кодовых и фазовых) наблюдений

**Перевычисление координат**: преобразование координат точек, основанное на математически строго определенной связи, при переходе из одной системы координат в другую, используя одни и те же исходные геодезические даты.

**ПЗ-90**: общеземная геоцентрическая система координат «Параметры Земли 1990 года», используемая в ГЛОНАСС, для использования в целях геодезического обеспечения орбитальных полетов, решения навигационных задач и выполнения геодезических и картографических работ в интересах обороны (Постановление Правительства РФ от 24 ноября 2016 г. N 1240).

Примечание: В настоящее время в ГЛОНАСС используется реализация ПЗ-90.11 на эпоху 2011 года.

**Преобразование координат**: изменение координат точек с использованием их математической связи при переходе от одной системы координат к другой.

Примечание: Преобразование координат является общим случаем трансформирования или перевычисления.

**Параметры картографической проекции**: постоянные величины, входящие в уравнения картографической проекции.

**Плоские прямоугольные геодезические координаты**: прямоугольные координаты на плоскости, на которой отображена по определенному математическому закону поверхность земного эллипсоида (ГОСТ 22268-76).

**Переходная точка**: точка, положение которой получают относительно исходных пунктов и которую используют при передаче от исходных пунктов к определяемой точке и при вычислении соответствующих приращений координат.

Примечание: Переходными точками могут быть пункты геодезических сетей сгущения, съемочных геодезических сетей, ГССН, ДГС и отдельные точки с определенными координатами.

**Постобработка (результатов спутниковых наблюдений)**: математическая обработка данных спутниковых наблюдений с целью получения базовых линий (приращений координат).

**Постоянно действующие пункты фундаментальной астрономо-геодезической сети (ФАГС)**: пункт фундаментальной астрономо-геодезической сети с размещенной на нем спутниковой геодезической аппаратурой, выполняющей прием и обработку сигналов глобальных навигационных спутниковых систем, на котором обеспечена возможность передачи спутниковой измерительной информации

**Предварительная постобработка (результатов спутниковых наблюдений)**: математическая обработка данных спутниковых наблюдений, основным содержанием которой является первичный контроль и обобщение результатов спутниковых наблюдений с целью последующей постобработки.

П**ространственный объект**: природный объект, искусственный и иной объект, местоположение которого может быть определено.

Примечание: Положение пространственного объекта описывается координатами одной или нескольких точек.

**Прямоугольная (прямолинейная) система координат**: система координат, определяющая положение точек по отношению к взаимно перпендикулярным осям, исходящим из ее начала.

Примечание: Двумерную прямоугольною систему координат на плоскости называют декартовой или картезианской. Трехмерную прямоугольною систему координат называют пространственной системой координат.

**Полярная система координат**: система координат, положение точки в которой задается расстоянием и направлением от ее начала.

Примечание: Двумерная полярная система координат может быть задан на плоскости, поверхности сферы или эллипсоида.

**Рекогносцировка местности**: технологический процесс, заключающийся в выборе на местности наблюдаемых точек, а также в определении наличия необходимых условий к проведению геодезических или топографических работ.

**Референцная система координат**: система координат, созданная с целью обеспечения геодезических и картографических работ на конкретной территории.

**Референц-эллипсоид**: земной эллипсоид с определёнными размерами и положением в теле Земли, служащий вспомогательной математической поверхностью, к которой приводят результаты геодезических измерений на земной поверхности в референцной системе координат.

**СГС-1**: спутниковая геодезическая сеть 1 класса, входящая в ГГС ( Приказ от 29.03.2017 N 138 ).

**Сеанс спутниковых наблюдений**: период времени, в течение которого производятся спутниковые наблюдения на наблюдаемой точке.

**Синхронные сеансы**: часть сеансов, охватывающая периоды одновременно выполненных спутниковых наблюдений на разных наблюдаемых точках, необходимых для формирования набора синхронизированной спутниковой измерительной информации в целях постобработки.

**Система координат**: набор математических правил, описывающих, как координаты должны быть соотнесены с точками пространства.

**Система координат проекции**: двухмерная система координат на плоскости, образованная в результате картографического проектирования.

**Статический режим**: режим спутниковых определений с использованием неподвижной спутниковой геодезической аппаратуры.

**Специальное программное обеспечение обработки:** специальное программное обеспечение, позволяющее выполнять математическую обработку результатов спутниковых наблюдений, включая предварительную обработку, постобработку, уравнивание и преобразование координат.

**Спутниковая геодезическая аппаратура (СГА)**: спутниковая аппаратура, являющаяся средством геодезических измерений, предназначенная для выполнения геодезических и топографических работ с использованием ГНСС.

Примечание: Спутниковая геодезическая аппаратура используется для спутниковых наблюдений и включает в себя спутниковую (геодезическую) антенну, обеспечивающую прием радиосигналов навигационных спутников ГНСС, спутниковый (геодезический) приемник, аккумуляторные батареи с устройством для их зарядки и полевой контроллер для настройки и управления процессами спутниковых наблюдений, обработки радиосигналов навигационных спутников ГНСС и записи результатов спутниковых наблюдений в цифровом виде (файлы данных спутниковых наблюдений). В зависимости от модели спутниковой геодезической аппаратуры она может иметь конструктивно совмещенные спутниковый приемник, спутниковую антенну и полевой контроллер.

**Спутниковая измерительная информация,** данные (результаты) спутниковых наблюдений: совокупность информации, позволяющая выполнить определение координат точек по данным спутников ГНСС спутниковыми методами определения.

**Спутниковая корректирующая информация**: совокупность информации, позволяющая выполнить уточнение координат точек по данным спутников ГНСС спутниковыми методами определения относительных координат.

**Спутниковые наблюдения**, наблюдения навигационных спутников: процесс приема и первичной обработки измерительной информации от спутников ГНСС с помощью спутниковой аппаратуры.

**Спутниковые определения**: определение координат точек или приращений (разностей) координат между точками, включающее процессы измерения (наблюдения) и обработки измерительной информации, поступающей со спутников ГНСС.

**Точка относимости антенны приемника** (англ. antenna reference point; ARP): физическая точка на конструктивных элементах спутниковой антенны, находящаяся на оси ее вращения антенны, расстояние от которой до фазового центра спутниковой антенны известно и указано в описании параметров (паспорте) спутниковой антенны данного типа.

**Точка**: нульмерный пространственный объект, положение которого описывается координатами.

**Трансформирование координат:** преобразование координат точек при переходе от одной координатной системы отсчета к координатной системе отсчета, основанной на других исходных геодезических датах.

**Топоцентрические координаты**: координаты, началом счета которых является точка местности (ГОСТ 22268-76).

**Уравнивание**: обработка результатов геодезических измерений, заключающаяся в нахождении вероятнейшего (наиболее надежного) значения измеренных величин.

Примечание: В спутниковых определениях результатами измерений являются базовые линии.

**Фазовый центр (спутниковой антенны)**: точка во внутреннем пространстве антенны, в которую поступает информация о спутниковых наблюдениях (измерениях).

Примечание: В общем случае фазовый центр не совпадает с точкой относимости антенны. Взаимное положение фазового центра и точки относимости антенны определяется изготовителем антенны и заносится в эксплуатационную документацию (или/и в СПО постобработки).

**Центрирование (спутниковой антенны)**: операция по совмещению вертикальной оси спутниковой антенны с отвесной линией, проходящей через ее фазовый центр и наблюдаемую точку.

**Эфемеридная информация, эфемериды**: сведения о местоположении навигационных спутников на орбите в определенный момент времени.

Примечание: Бортовые эфемериды передаются в составе спутниковой измерительной информации навигационных спутников, и описывают предсказанное движение навигационных спутников. Точные эфемериды вычисляются после проведения траекторных измерений, и описывают реальное движение навигационных спутников.

**Global Positioning System** (рус. Система глобального позиционирования): глобальная навигационная спутниковая система США.

**International Terrestrial Reference Frame** (рус. Международная земная геодезическая отсчетная основа): реализация земной системы координат с помощью пространственных координат сети геодезических пунктов).

**Receiver Independent Exchange Format** (рус. Независимый формат обмена данными приемников): универсальный формат данных спутниковых наблюдений, для обмена данными между приемниками ГНСС различных типов и их математической обработки различными программами.

**World Geodetic System** (рус. Всемирная геодезическая система): система геодезических параметров Земли 1984 года, используемая в GPS, в число которых входит система геоцентрических координат.