



МЕЛИОРАЦИЯ, РЕКУЛЬТИВАЦИЯ И ОХРАНА ЗЕМЕЛЬ MELIORATION, RECULTIVATION AND LAND PROTECTION

УДК 711.60

<https://doi.org/10.23947/2413-1474-2023-7-1-74-81>

Определение координат оси инженерных коммуникации спутниковым методом

Овчинникова Н. Г., Ниценко И. А.

Донской государственный технический университет (г. Ростов-на-Дону, Российская Федерация)

Спутниковый метод определения координат имеет как положительные стороны, так и отрицательные. Основными достоинствами применения спутниковых методов для определения координат являются высокая производительность, быстрота обработки и получения результатов, автоматизация процесса, отсутствие необходимости в прямой видимости, закладка пунктов в удобных местах, широкий диапазон точности, круглосуточное использование, возможность определения одновременно координат и высот.

При применении спутникового оборудования для определения координат можно выявить некоторые недостатки: отсутствие возможности использовать возле железобетонных зданий, сооружений, навесов, в листве деревьев, ухудшающих приём сигнала, а также искажение сигнала вблизи наземных источников радиосигнала, невозможность применения спутникового оборудования под землей, зависимость от погодных условий и возникновение ошибки, связанной с переотражением сигнала спутника от окружающих объектов.

Ключевые слова: спутниковый метод, инженерные коммуникации, спутниковое оборудование, геодезическая сеть, кадастровые работы.

Для цитирования: Овчинникова Н.Г., Ниценко И.А. Определение координат оси инженерных коммуникации спутниковым методом. *Экономика и экология территориальных образований*. 2023;7(1):74–81. <https://doi.org/10.23947/2413-1474-2023-7-1-74-81>

Determination of the coordinates of the axis of engineering communications by satellite method
Ovchinnikova N. G., Nicenko I. A.

Don State Technical University (Rostov-on-Don, Russian Federation)

The satellite method of determining coordinates has both positive and negative sides. The main advantages of using satellite methods for determining coordinates are high productivity, speed of processing and obtaining results, automation of the process, no need for line of sight, laying points in convenient places, a wide range of accuracy, round-the-clock use, the ability to determine coordinates and heights simultaneously.

When using satellite equipment to determine coordinates, some disadvantages can be identified: the inability to use near reinforced concrete buildings, structures, canopies, in the foliage of trees that impair signal reception, as well as signal distortion near ground-based radio signal sources, the inability to use satellite equipment underground, dependence on weather conditions and the occurrence of errors, related to the re-reflection of the satellite signal from surrounding objects.

Keywords: satellite method, engineering communications, satellite equipment, geodetic network, cadastral works.

For citation: Ovchinnikova N.G., Nitsenko I.A. Determination of the Coordinates of the Axis of Engineering Communications by Satellite Method. *Economics and ecology of territorial formations*. 2023;7(1):74–81. <https://doi.org/10.23947/2413-1474-2023-7-1-74-81>

Введение. Инженерные коммуникации — это комплекс инженерных систем, прокладываемых на территории и в зданиях с целью обеспечения жизнедеятельности объекта. В плане линейные конструкции представляют собой ломаную или кривую линию, пересекающуюся с другими коммуникациями и иногда с самой собой.

Классификация инженерных коммуникация приведена на рис. 1.

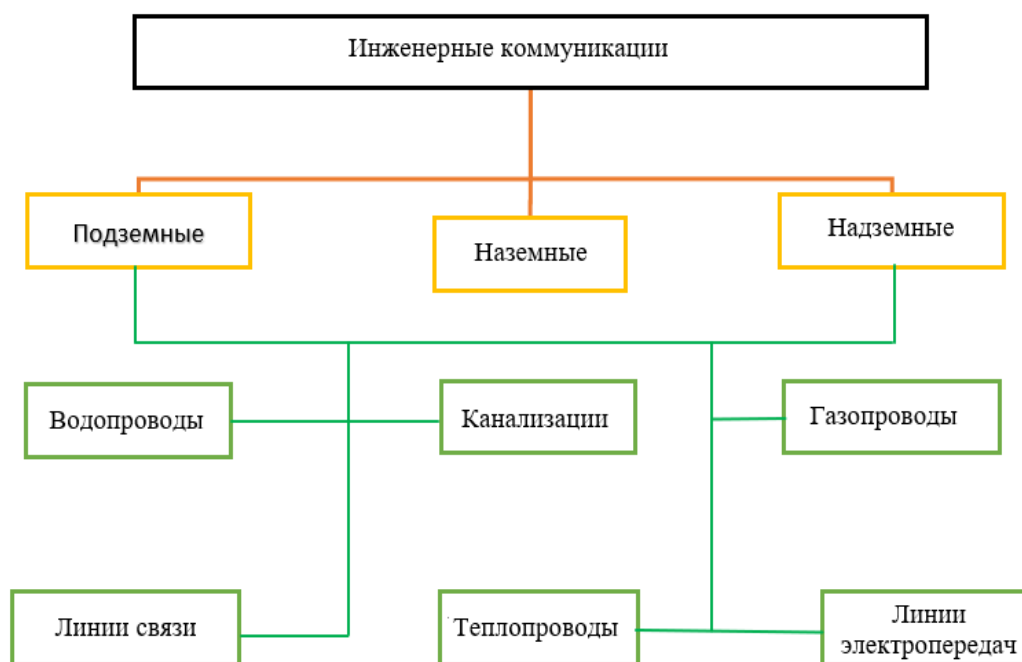


Рис. 1. Перечень инженерных коммуникаций

В отношении коммуникаций могут быть выполнены работы по постановке на кадастровый учет, исправлению или уточнению местоположения при неточных или ошибочных сведениях, содержащихся в ЕГРН, установлению полосы временного или постоянного отвода земельного участка для инженерных коммуникаций, установлению зоны с особыми условиями использования (ЗООУИТ) и сервитута.

Неотъемлемой частью кадастровых работ являются геодезические работы, представляющие собой комплекс мероприятий, определяющих положение объекта недвижимости на местности.

Основная часть. Наиболее современным решением для определения планового положения линейных объектов является применение глобальных навигационных спутниковых систем, таких как ГЛОНАСС, GPS, а также использование цифрового оборудования и ИТ-технологий [1].

В последние годы широкое распространение получило спутниковое оборудование. Комплект спутникового оборудования продемонстрирован на рис. 2.



Рис. 2. Комплект спутникового оборудования

Комплект спутникового оборудования (независимо от производителя) состоит из двух приемников, один из которых выполняет функцию базовой станции, являясь неподвижным элементом, а другой играет роль получателя спутникового сигнала (ровера).

В качестве дополнительного оборудования используется полевой контроллер, представляющий собой компьютер в форме смартфона, который предназначен для работы с GPS/GNSS системами.

Спутниковые приемники бывают одночастотные и многочастотные, то есть в зависимости от количества частот аппарат одновременно может принимать сигналы по различным каналам. Сигналы передаются в закодированном виде на закодированных частотах [2].

Многочастотное оборудование, по сравнению с одночастотным, обладает преимуществом, так как оно быстрее и с большей точностью определяет координаты точек [2].

Определение координат оси инженерных коммуникации происходит в несколько этапов (рис. 3):

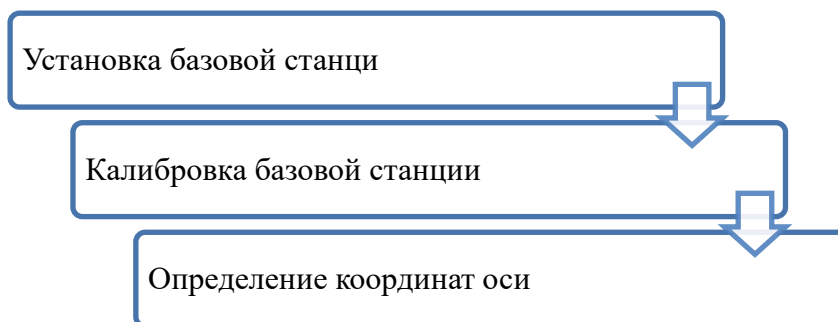


Рис. 3. Этапы работы со спутниковым оборудованием

1. Установка базовой станции. Для определения оси газопровода изначально следует правильно выбрать место установки базовой станции. Во избежание искажения или ухудшения приёма сигнала необходимо исключить установку прибора возле железобетонных зданий, сооружений, навесов, среди густой листвы деревьев, рядом с источником радиосигнала. Также

следует учесть, что базовая станция на протяжении всего времени работ должна находиться в неподвижном состоянии, поэтому не нужно выбирать точку установки на автодороге или на выезде машин. Точку установки обозначают временным знаком [3].

Один из преемников, выполняющий роль базовой станции, требуется поставить на штатив над выбранной ранее точкой, произвести центрирование, а также установить уровень прибора в горизонтальное положение, то есть уровень поместить в нуль пункт.

После включения прибор начинает ловить сигналы со спутников: GPS (США) и ГЛОНАСС (Российская Федерация).

При помощи Bluetooth производится сопряжение приемника и контроллера. Задается название точки, на которой стоит базовая станции, BS или другое, позволяющее при камеральной обработке определить точку.

2. Калибровка базовой станции. На местности выбираются близлежащие пункты ГГС, соответствующие требованиям точности, в количестве пяти штук для проведения калибровки с целью исключения нежелательных отклонений в местоположении газопровода.

Геодезические сети служат основой осуществления большинства геодезических измерений, в том числе и определения координат объектов.

Они строятся от общего к частному, то есть от более точных к менее точным, так же по аналогии с данным принципом существует переход от крупных построений к мелким.

На рис. 4 показана классификация геодезических сетей.

На практике для кадастровых работ используется в основном Государственная геодезическая сеть (ГГС) 2–4 классов. 1-й класс требуется для решения научных задач (определение разности воды в морях и океанах, вековое поднятие и опускание суши, смещение коры при землетрясениях).

Сети сгущения ГГС в основном применяются на открытых горных территориях.

Съемочные сети. Имеют большое количество пунктов, характеризующихся меньшей точностью, но обязательную привязку к пунктам более высокого класса.

Геодезические сети специального назначения создаются в двух случаях: когда дальнейшее сгущение пунктов экономически нецелесообразно либо для работ, требующих высокой точности.

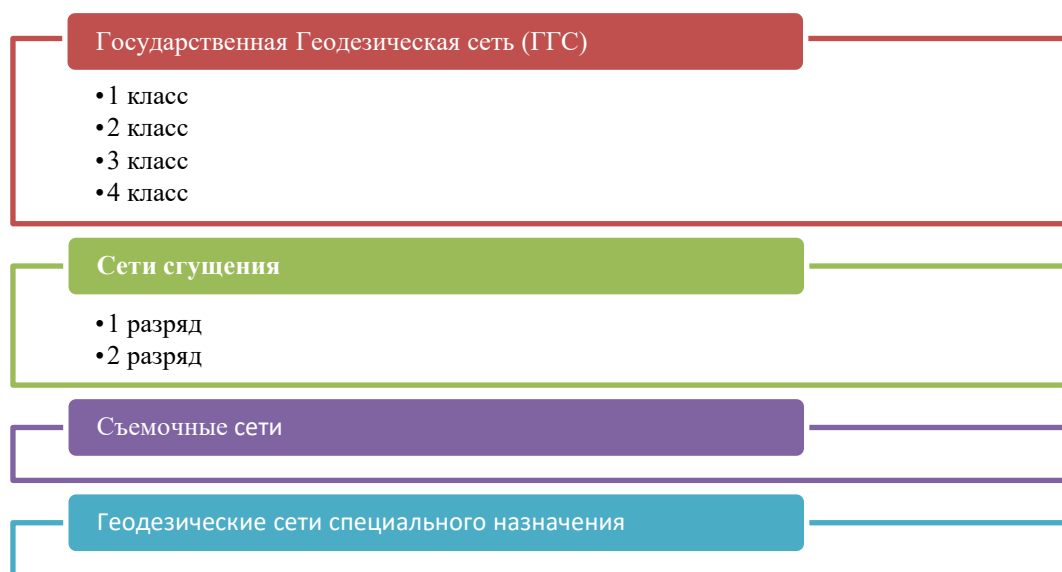


Рис. 4. Классификация геодезических сетей РФ

На местности координаты точек закреплены геодезическими знаками.

Геодезический знак — это сооружение, содержащее сведения о координатах и высоте геодезического пункта на местности. Бывают как постоянными, так и временными в зависимости от ситуации. Обычно применяются тур, пирамида (простая и со штативом), простой сигнал и сложный сигнал. На застроенных территориях распространение получил такой вид знака, как стенной [4].

Калибровка производится следующим образом: над центром геодезического пункта устанавливается ровер на портативный штатив не менее чем на 60 секунд, после завершения измерений вводим известные координаты пункта и название пункта, что позволяет найти сдвиг, аналогичные действия производятся на всех выбранных геодезических пунктах. После того как все измерения пунктов ГГС выполнены, контроллер автоматически высчитывает поправку. Для проверки выполняются повторные измерения на пункте. Калибровка производится в обязательном порядке.

Пример схемы калибровки базовой станции приведена на рис. 5.

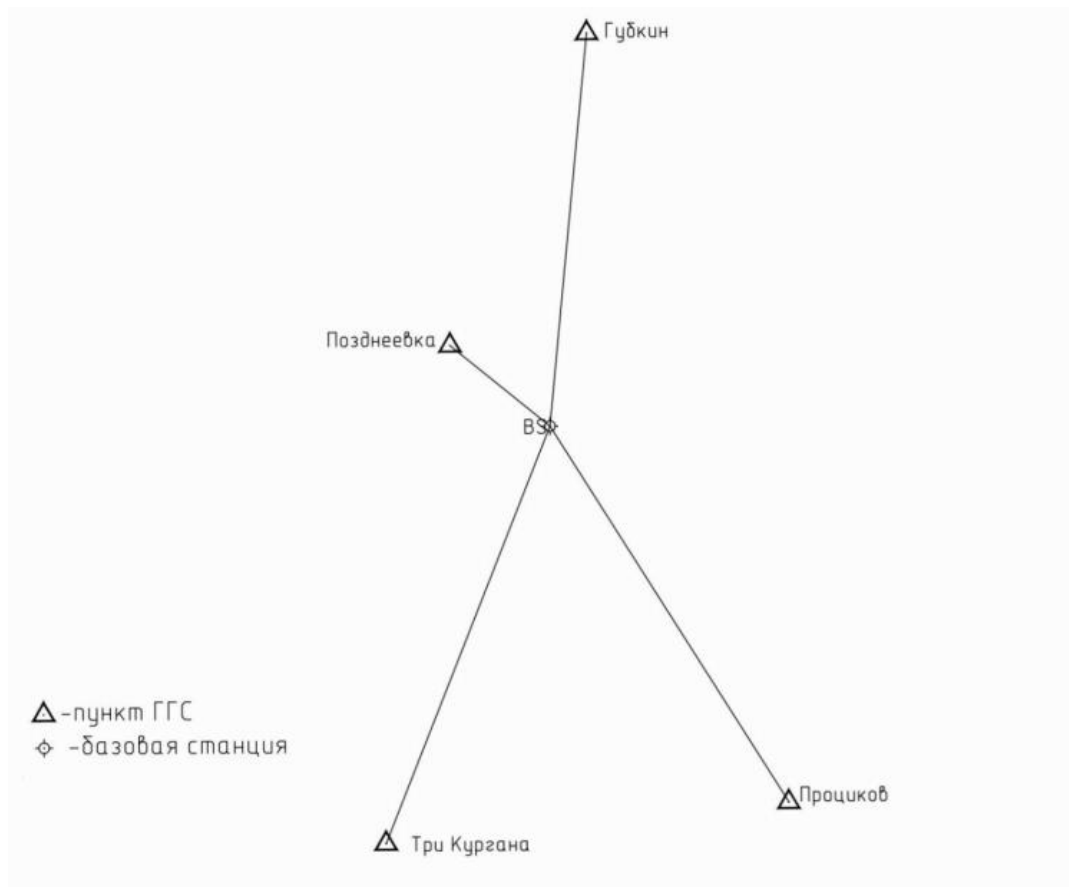


Рис. 5. Схема калибровки базовой станции

3. Определение координат оси. Схема съемки показана на рис. 6.

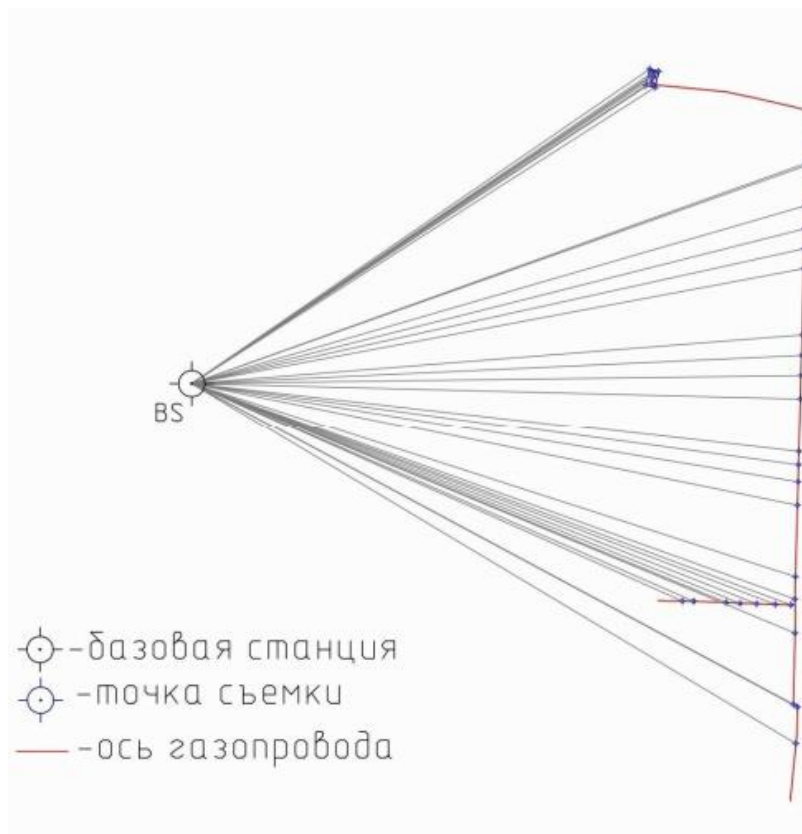


Рис. 6. Схема съемки линейного сооружения

Определение координат может быть осуществлено несколькими способами:

– статика. В данном случае базовая станция находится в неподвижном состоянии, а за ровером на пункте необходимо наблюдать от 15–20 минут до часа. Калибровка базовой станции производится за счет получения сигнала с ровера. Погрешность способа составляет 5 мм + 1 мм/км. Способ хотя и более точный, но является времязатратным. Возможна работа на одностороннем оборудовании;

– быстростатический метод предполагает уменьшение времени наблюдений (до 5–10 минут) за счет оптимального использования всех доступных качественных измерений при двух частотах. Обязательным условием является использование двухчастотных приемников;

– псевдокинематический метод предполагает уменьшение времени измерений, по сравнению со статическим методом, за счет совместного использования двух 5–10-минутных периодов наблюдений, разделенных часовым (и более) интервалом, с тем, чтобы изменилось взаимное расположение наблюдаемых спутников;

– кинематика. Применение способа возможно лишь при попадании в установленные допуски. Принцип работы следующий: базовая станция находится в неподвижном состоянии, а ровер перемещается от одной точки к другой. Продолжительность на пункте около 30 сек. Погрешность — около 1–2 см + 2 мм/км. Способ позволяет экономить время, но потерять в точности измерений. Он часто применяется для работ по межеванию земель сельскохозяйственного назначения и земель лесного фонда, так как для проведения кадастровых работ точность определения координат поворотных точек на порядок ниже, чем, например, для земель населенных пунктов [5];

– RTK-режим. Считается самым продвинутым способом. В течение всего времени проведения работ базовая станция неподвижна. Ровер передвигается от одной станции к другой.

Определение координат происходит в течение нескольких секунд, а поправки от базовой станции передаются через радиопередатчик либо через сотовую связь. Способ позволяет сэкономить время работы и сохранить точность проводимых измерений. Применение возможно при наличии постоянно действующих базовых станций и технических возможностей используемого оборудования;

– комбинированный способ представляет собой совмещение несколько вышеперечисленных способов. Применяется в большинстве случаев на застроенной территории, например, городов, в связи с наличием условий, снижающих точность определения координат [3, 6].

Использование в сеансе измерений большого количества одновременно наблюдаемых спутников увеличивает объем измерений, что позволяет повысить достоверность и надежность определения векторов.

В системе ГЛОНАСС каждый спутник излучает сигналы на своей частоте (на двух установленных частотах), но при этом код всех спутников одинаковый. В американской навигационной системе наоборот, каждый из спутников имеет свой личный код, а сигналы они излучают, как и российские спутники, на двух частотах

Выбор схемы построения сети, наличие и конкретная реализация методов зависит от типа и конструкции приемника, а также имеющегося программного обеспечения для обработки измерений. Точность способов измерения спутниковым оборудованием приведена в таблице 1.

Таблица 1

Точность способов измерения спутниковым оборудованием

Метод	Среднее расстояние между пунктами, км	Продолжительность сеанса	Абс. и отн. Погрешность измерения	Примечания
Статистический	до 20	около 1 часа	расстояния	Для двухчастотного приемника
			5 мм. + $1 \cdot 10^{-6} D$ мм. 1:100000 – 1:5000000	
Быстростатистический	до 10	5–10 мин.	5–10 мм. + $1 \cdot 10^{-6} D$ мм. 1:100000 – 1:1000000	Для двухчастотного приемника
			10 мм. + $1 \cdot 10^{-6} D$ мм.	
Псевдокинематический	до 10	20 мин.	10 мм. + $1 \cdot 10^{-6} D$ мм.	Преимущественно для одночастотного приемника
		2 раза по 10 мин.	1:50000 – 1:500000	
Stop & Go (кинематика)	до 5	до 2 мин.	10–20 мм. + $1 \cdot 10^{-6} D$ мм. 1:100000 – 1:1000000	
			10–20 мм.	
RTK	5–10 (в зависимости от радиомодема)	до 1 мин.	10–20 мм.	При наличии устройства связи (радиомодема)

Заключение. Как показывают результаты анализа применения спутниковых методов для определения координат, наряду с достоинствами они имеют и свои недостатки. Поэтому несмотря на наличие у них большого количества плюсов при определении координат на застроенной территории возникает ряд существенных проблем, не позволяющих назвать данные методы универсальными.

Библиографический список

1. Демьянов Г. В. Геодезические системы координат, современное состояние и основные направления развития. Геодезия и картография. 2008;9:17–21.
2. Овчинникова Н. Г., Медведков Д.А. Глобальные навигационные спутниковые системы — важная составляющая при видении земельно-кадастровых работ. *Экономика и экология территориальных образований*. 2018;2(1):77–87.
3. Ключин Е. Б., Куприянов А.О., Шлапак В.В. *Спутниковые методы измерений в геодезии* : учебное пособие. Часть 1. Москва: Изд. МИИГАиК, 2006. С. 60.
4. Ключин Е.Б., Гайрабеков И.Г., Маркелова Е.Ю. и др. *Спутниковые методы измерений в геодезии* : учебное пособие. Часть 3. Москва : Изд-во МГУГиК, 2015. 110 с.
5. Богомолова Е.С., Брынь М.Я., Коугия В.А. и др. *Инженерная геодезия* : учебное пособие. Часть II. Санкт-Петербург : Петербургский государственный университет путей сообщения, 2008. 93 с.
6. Овчинникова Н. Г., Бутова А.Ю. *Применение современных геодезических приборов при ведении Единого государственного реестра недвижимости*. В: Материалы национальной научно-практической конференции «Актуальные проблемы науки и техники». Ростов-на-Дону, 2020. С. 1942–1944.

Об авторах:

Овчинникова Наталья Геннадьевна, доцент кафедры «Экономика природопользования и кадастра» Донского государственного технического университета (344003, РФ, г. Ростов-на-Дону пл. Гагарина, 1), donong160875@yandex.ru

Ниценко Ирина Андреевна, магистрант кафедры «Экономика природопользования и кадастра» Донского государственного технического университета (344003, РФ, г. Ростов-на-Дону пл. Гагарина, 1),

Authors:

Ovchinnikova, Natalya G., associate professor, the department of «Economics of Nature Management and Cadastre», Don State Technical University (1, Gagarin Square, Rostov-on-Don, 344003, RF), associate professor, Ph.D. in Economics, donong160875@yandex.ru

Nicenko I. A., master degree student, the Department of «Environmental Economics and cadaster» Don State Technical University, (1, Gagarin Square, Rostov-on-Don, 344003, RF), arina.lacushba@bk.ru