

УДК 621.643

И.Г. Блинов<sup>1</sup>, e-mail: ehz@ufanet.ru; А.В. Старочкин<sup>1</sup>; А.В. Валушок<sup>2</sup>, e-mail: ValyushokAV@niitnn.transneft.ru

<sup>1</sup> ООО НПВП «Электрохимзащита» (Уфа, Республика Башкортостан, Россия).

<sup>2</sup> ООО «НИИ Транснефть» (Москва, Россия).

## ПРОБЛЕМЫ ПОЗИЦИОНИРОВАНИЯ НА МЕСТНОСТИ ПРИ ПРОВЕДЕНИИ КОМПЛЕКСНОГО ОБСЛЕДОВАНИЯ МАГИСТРАЛЬНЫХ ТРУБОПРОВОДОВ

В статье представлены результаты эксперимента по определению точности позиционирования при использовании спутниковой навигации.

**Ключевые слова:** обследование коррозионного состояния, комплексное обследование, спутниковая навигация, определение координат.

При производстве диагностических работ на линейной части магистральных нефтепроводов и магистральных нефтепродуктопроводов (МТ) одной из задач является привязка к местности различных характерных точек, полученных в результате обследования.

В соответствии с требованиями нормативных документов в процессе проведения обследования привязка мест дефектов антикоррозионного покрытия (АКП), шурфов, КИП и прочих характерных точек производится:

- к координатам в системе GPS/ГЛОНАСС;
- к маркерным пунктам ВТД (привязка осуществляется на основании данных о расположении маркерных пунктов ВТД с указанием их координат в системе GPS/ГЛОНАСС);
- к секциям трубопровода;
- к стационарным сооружениям на трубопроводе (вантузы, задвижки, километровые знаки и т. п.).

Привязка к секциям и маркерным пунктам возможна только в процессе камеральной обработки результатов обследования на основании эксплуатационных данных и данных полевых работ. Для

осуществления привязки в ходе проведения обследования применяются следующие средства измерения (РД-29.200.00-КТН-047-14, Приложение Ж):

- спутниковый приемник (навигатор) GPS/ГЛОНАСС;
- измерительная рулетка металлическая.

Предел измерения рулетки (согласно РД-29.200.00-КТН-047-14, Приложение Ж) – не менее 10 м. Учитывая ограниченность максимальной длины рулеток, их применение для измерения расстояний, превышающих 100 м, не является технологичным и целесообразным. В реальных условиях расстояния до ближайших ориентиров могут измеряться сотнями метров, а зачастую доходят до километра и более. Определение расстояния при помощи спутниковой навигации не имеет подобных ограничений, однако у него также есть недостаток – точность измерений. РД-29.200.00-КТН-047-14 (Приложение Ж) регламентирует «позиционирование и привязку к местности трассы трубопровода с точностью от 5 до 10 м», т. е. даже сам руководящий документ допускает погрешность позиционирования в 10 м.

Точность такого же порядка заявляют и навигационные приемники, а при обеспечении достаточной видимости и открытой местности даже превосходят ее, достигая 3–5 м. Однако может ли спутниковая навигация в гражданском диапазоне обеспечить указанную точность на практике?

Данный вопрос возникает при необходимости вернуться к месту дефекта антикоррозионного покрытия (АКП) для выполнения шурфовки. На практике фиксированная координата зачастую значительно удалена от места проведения измерений. При проведении шурфования в процессе обследования место дефекта уточняется специалистами непосредственно на трассе, и эта проблема не принципиальна. Но при необходимости ремонта АКП эксплуатирующей организацией по результатам обследования по завершении диагностических работ с локализацией дефектов на местности возникает проблема. В более ранних отмененных версиях нормативных документов (п. А.7.2.1 РД-29.200.00-КТН-206-12) предусматривалась установка временных опознавательных знаков

Данные замеров расстояния до базовой (стационарной) точки GPS-приемниками различных моделей

№ п/п	Модель приемника	Система навигации	Количество измерений, шт.	Максимальное расстояние от базовой точки, м
1	Garmin GPSMAP 62stc	GPS	30	30
2	Garmin eTrex Vista HCx #1	GPS	29	39
3	Garmin eTrex Vista HCx #2	GPS	30	58
4	Garmin Oregon 450	GPS	27	24
5	Garmin Oregon 600t	GPS	27	27
6	Garmin eTrex 30	GPS/ГЛОНАСС	30	22

на местности. Это частично решило данную проблему, но не кардинально, поскольку сохранность данных ориентиров обеспечить невозможно в течение продолжительного периода. В действующих же редакциях данная мера исчезла, что, впрочем, достаточно объективно. Но не исчезла проблема. Даже заявленная требуемая точность в 5–10 м не позволяет с необходимой вероятностью локализовать дефект на трассе. Опыт показывает, что и такую точность бытовая спутниковая навигация обеспечить не может.

Существует множество факторов, влияющих на точность определения координат. Это, в частности, геометрия расположения спутников на геостационарной орбите и условия видимости, которые учитываются приемниками при определении точности. Точность часов спутников, округление чисел, релятивистские и прочие эффекты дают ошибку еще в нескольких метрах. Таким образом, в системах глобального позиционирования заложена ошибка в 15–20 м, с которой не в силах справиться ни один алгоритм работы навигаторов. Кроме

того, добавляется динамическая ошибка, искусственно заложенная в гражданских системах. В сумме эти ошибки могут дать погрешность до нескольких десятков метров. Для выявления реальных показателей точности позиционирования, на которую можно рассчитывать при определении координат, был проведен эксперимент. Была выбрана стационарная точка на местности, для которой в течение одного месяца определялись координаты с помощью шести различных спутниковых навигационных приемников (табл.). По результа-

# ООО "НЕФТЕГАЗКОМПЛЕКТ"

Г. РЕУТОВ, МОСКОВСКАЯ ОБЛАСТЬ  
УЛ. ТРАНСПОРТНАЯ Д.6

ТЕЛ. (495) 786 68 11

786 68 12, 786 68 13

EMAIL SALES@NGKOMPLEKT.RU



КОМПЛЕКСНЫЕ ПОСТАВКИ  
ТРУБНОЙ ПРОДУКЦИИ  
ДЛЯ ПРЕДПРИЯТИЙ  
НЕФТЕГАЗОВОЙ ОТРАСЛИ:

**ТРУБЫ СТАЛЬНЫЕ**  
**ТРУБЫ В ИЗОЛЯЦИИ**  
**ОТВОДЫ**  
**УСЛУГИ ПО ИЗОЛЯЦИИ ТРУБ**



[WWW.NGKOMPLEKT.RU](http://WWW.NGKOMPLEKT.RU)

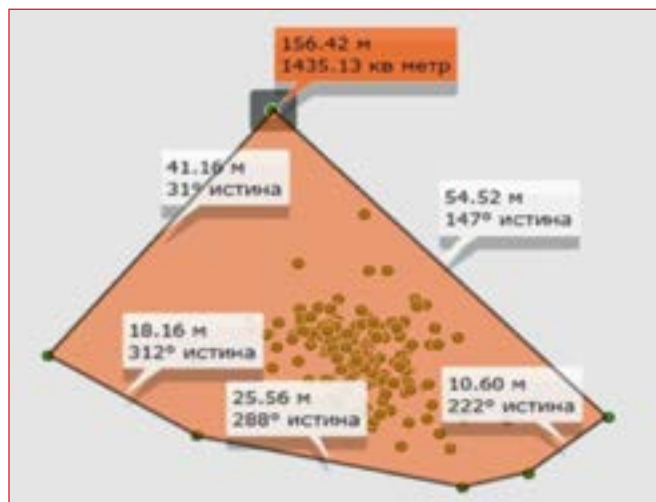


Рис. 1. Электронная карта точек, полученных с шести спутниковых навигационных приемников системы GPS/ГЛОНАСС (173 точки,  $S \approx 1,5$  тыс. м<sup>2</sup>)

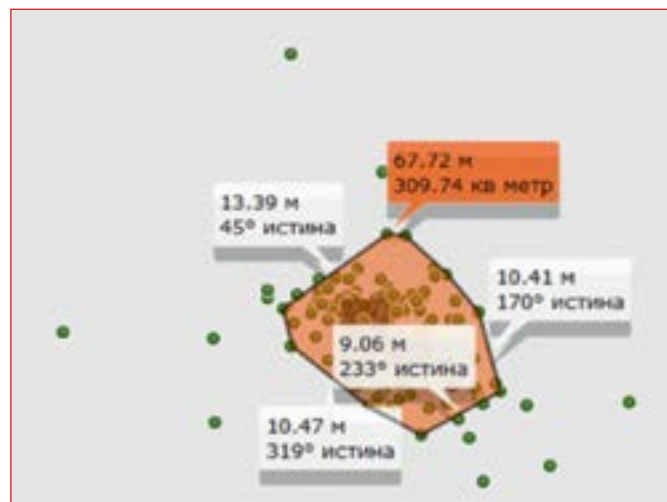


Рис. 2. Погрешность определения полученных координат ( $S \approx 300$  м<sup>2</sup>, максимальный разброс – 26 м)

там исследования установлено, что максимальная ошибка в определении координат для различных моделей приемников составляет 22–58 м.

При выгрузке на электронную карту полученных точек со всех приемников получилась следующая картина: 173 точки расположены на площади почти 1,5 тыс. м<sup>2</sup>, а наибольший разброс полученных координат (расстояние между самыми отдаленными точками) составил 58 м (рис. 1). Из рис. 1 видно, что большая часть полученных точек (92%), имеющих наибольшую кучность, расположена на площади чуть более 300 м<sup>2</sup> с максимальным разбросом 26 м, т. е. с вероятностью 92% погрешность определения координат равна 26 м (рис. 2).

Из эксперимента следует, что для определения расстояний и дистанции при проведении обследования точности позиционирования при помощи спутниковой навигации, конечно, достаточно (учитывая, что существующая точность координат на трассе гораздо ниже), но возможность определить точную привязку и найти точку для проведения шурфования без уточнения с повторными измерениями является маловероятной.

Впрочем, способ удобен, универсален, а главное, безальтернативен. С момента массового появления

в начале 2000-х гг. на территории России спутниковая навигация достойно решает проблему позиционирования во многих прикладных отраслях. Повысить точность позволят общий прогресс в данной области, а также развитие системы опорных навигационных станций, позволяющих свести точность позиционирования до сантиметров. На сегодняшний день погрешность можно только минимизировать применением наиболее современных моделей навигаторов, использующих совмещенную систему позиционирования GPS/ГЛОНАСС.

#### ВЫВОДЫ

1. Погрешность при определении координат с использованием спутниковых навигационных приемников системы GPS/ГЛОНАСС составила для различных приемников 22–58 м. Вероятность ошибки до 26 м при определении координат составляет 92%. С вероятностью 8% погрешность в определении координат может составлять до 58 м.

2. Максимально возможные величины ошибок координат при их определении навигационными приемниками системы GPS/ГЛОНАСС составляют не менее 58 м. Не исключена возможность увеличения этой цифры при увеличении продолжительности эксперимента.

3. Определение положения объекта на МТ с точностью до 5–10 м по координате GPS/ГЛОНАСС навигации невозможно. На практике бытовые спутниковые навигационные приемники системы GPS/ГЛОНАСС позволяют локализовать объект на МТ с гарантированной точностью не более 50–60 м.

4. Наилучшие результаты показывают более современные модели, позволяющие одновременно принимать сигналы со спутников GPS и ГЛОНАСС.

5. При проведении работ на МТ, требующих более точного определения координат (например, при проведении ремонтов АКП по результатам комплексного обследования), помимо координаты GPS/ГЛОНАСС-навигации необходима более точная привязка к ближайшему стационарному объекту – опоре вдоль трассовой ЛЭП, километровому знаку, КИП, задвижке и т. п. Расстояние от искомой точки на трассе МТ до стационарного объекта в идеале не должно превышать 100 м.

6. При наличии только координаты GPS/ГЛОНАСС для проведения ремонта АКП по результатам комплексного обследования необходимо уточнение места дефекта АКП перед шурфровкой, в том числе с использованием диагностического оборудования.