

Очень широко вводится в строительное производство система автоматического управления геодезическими работами (САУ). Сформировался алгоритм выполнения работ, который состоит из следующих шагов: перед началом работ проводится геодезическая съемка объекта. При помощи полученных данных создается проект поверхности, с обозначением плановых и высотных точек. После этого, с использованием специализированного ПО, устанавливаются процедуры и порядок задач, неизменных для воспроизводства проекта, после чего задачи определяются отдельным единицам техники. Полученные задания загружаются в бортовые компьютеры спецтехники, и машины выполняют работу в полном соответствии со своим заданием. Именно поэтому, выходит контролировать выполнения точности работ просто в кабине, и также диспетчерском пункте объекта строительства. Приемники на машине в процессе работы получают сигнал, при помощи которого выясняется местоположение с точностью около 10 метров и поправка от сети базовых станций компании «Руснавгеосеть», которая повышает точность до 1 см в плане и до 2 см по высоте. Улучшенные данные следуют в блок управления. В этом блоке данное местоположение рабочего органа соотносится с заданным. Если текущие координаты отличаются от проектных, блок управления с помощью гидравлической системы ставит рабочие органы в нужное положение. Приемники, дающие работу САУ, действуют с частотой 50 Гц, что способствует к получению сантиметровой точности управления спецтехникой в реальном времени.

С недавних пор все многие производители строительной техники вносят в состав комплектации производимых машин модули САУ. В числе таких производителей – всемирно известные Caterpillar, CASE/NewHolland, многие другие. Из группы опций эти модули со временем становятся неразрывной частью машин, и покупателям доводится нести лишние расходы, вобравшиеся в стоимость строительной техники, при этом не всегда можно изменить такой модуль. Более того странной стало быть выходит ситуация – расходы понесли, а блок может быть неиспользованным. Многие, кто сталкивался с применением технологии спутникового обозначения в строительстве (автодороги, другие объекты инфраструктуры), знают, что существует некоторая проблема по передаче поправок на машины – чаще всего, в комплекте с устройствами имеются GPRS-модемы, а соединение GPRS нестабильно. Из-за наиболее частых разрывов потока поправок работать с технологией становится невыносимо, и операторы машин встречаются с проблемой «последней мили».

Вывод: Современный подход к производству геодезических работ с использованием спутникового оборудования, процесс достаточно активный. ОН входит в строительное производство.

Сейчас отличаются положительные и отрицательные стороны этого процесса, среди которых: эффективность, универсальность и др. Существенно тормозит внедрение спутниковых технологий вообще и в строительстве в частности – слабая подготовка квалифицированных кадров. Когда техника оснащена оборудованием, но оно не используется.

#### Список литературы

1. Геодезическое обеспечение геолого-геофизических работ с использованием
2. глобальных спутниковых систем/Прихода А.Г., Лапко А.П., Мальцев Г.И. и др. – Новосибирск, 2010. – 158 с.
3. Глобальная спутниковая радионавигационная система ГЛОНАСС/ Под\* ред. В.Н. Харисова, А.И. Перова, В.А. Болдина. – 2-е изд. – М.: ИПРЖР, 1999.560 с.
4. Инструкции по развитию съемочного обоснования и съемке ситуации и рельефа с применением глобальных навигационных спутниковых систем ГЛОНАСС и GPS. ГКИНП (ОНТА)-02-262—02. – М.: ЦНИИГАиК, 2002. – 124 с.
5. Использование искусственных спутников Земли для построения геодезических сетей/Е.Г. Бойко, Б.М. Клевицкий, И.М. Ландис, Г.А. Устинов. – М.: Недра, 1977.

УДК 528

## ПОСТРОЕНИЯ СЕТИ ПОСТОЯННО ДЕЙСТВУЮЩИХ БАЗОВЫХ РЕФЕРЕНЦНЫХ СТАНЦИЙ ООО «РН – СТАВРОПОЛЬНЕФТЕГАЗ»

**З. В. Никифорова, А. В. Сигитов**  
*Астраханский государственный  
архитектурно-строительный университет  
(г. Астрахань, Россия)*

Рассматривая стратегию «Роснефть – 2022» для успешного достижения целей по развитию и модернизации предприятия, маркшейдерами ООО «РН – Ставропольнефтегаз» был разработан проект по построению геодезической сети специального назначения или сети постоянно действующих базовых референцных станций (ПДБРС). Реализация данного проекта позволяет осуществить модернизацию и внедрение новых технологий в методы геодезиче-

ских, маркшейдерских и геологических работ на месторождениях. Основным направлением по обновлению стали системы глобального позиционирования, лазерные и геоинформационные технологий при обработке геологической и маркшейдерской информации месторождений.

**Ключевые слова:** топографо-геодезические работы, геодезической сети, непрерывные спутниковые измерения, месторождения недр.

Considering the strategy of Rosneft-2022 to successfully achieve the goals for the development and modernization of the enterprise, the mine surveyors of RN-Stavropolneftegaz LLC developed a project for the construction of a special-purpose geodetic network or a network of permanently operating base reference stations (PDRS). The implementation of this project allows for the modernization and implementation of new technologies in the methods of geodetic, surveying and geological work in the fields. The main focus on updating became global positioning systems, laser and geoinformation technologies in the processing of geological and mine surveying information of deposits.

**Keywords:** topographic and geodetic works, geodetic network, continuous satellite measurements, subsoil deposits.

В результате модернизации предприятие ООО «РН – Ставропольнефтегаз»:

- уменьшает затраты на проведение полевых работ;
- автоматизировать топографо-геодезические работы получением спутниковых данных в режиме реального времени;
- сократить сроки выполнения маркшейдерских задач, кадастровых и строительных работ;
- охватывать всю территорию месторождения, создавая единую систему координат.

Создавая сеть постоянно действующих базовых референчных станций на месторождениях ООО «РН-Ставропольнефтегаз» увеличивает точность выполнения геодезических работ в составе инженерных изысканий, производимых при подготовки проектной документации, строительства, реконструкции объектов капитального строительства, кадастровых и всех видов маркшейдерских работ.

В процессе проектирования ПДБРС ставилась задача разработки и выбора наиболее рационального технологического и организационного варианта реализации сети в зависимости от физико-географических особенностей объектов, развитости окружающей их инфраструктуры.

На территории участка построения ПДБРС развита государственная сеть триангуляции, представленная пунктами 1, 2, 3 классов и Государственная нивелирная сеть представлена линиями нивелирования I, II и III классов.

Развитие сети постоянно действующих базовых референчных станций на территории деятельности ООО «РН-Ставропольнефтегаз» (сети специального назначения) состояло из трех этапов:

- 1) составление технического проекта;
- 2) работы по созданию геодезической сети постоянно действующих базовых референчных станций (сети специального назначения);
- 3) составление технического отчета.

Координаты пунктов геодезической сети специального назначения будут определены в локальной системе координат МСК-26-95, отметки – в Балтийской системе высот 1977 года. Также координаты всех пунктов будут пересчитаны в системы координат ГСК-2011 и WGS-84.

Привязка пунктов сети проводилась статическим методом сбора данных. Статический метод – менее подвержен различным ограничениям, позволяет за период наблюдений собирается большое количество данных.

Условия статической съемки:

- обработке подлежат только данные, собранные несколькими приемниками одновременно;
- приемники должны выполнять измерения, в одно и то же время с одинаковой дискретностью интервала записи (15-30-60 секунд);
- наблюдения осуществлять по одним и тем же спутникам;
- PDOP – геометрический фактор понижения точности – не более 4-х;
- угол маскирования спутников относительно горизонтальной плоскости расположения фазового центра 7-10 градусов, а при камеральной обработке – 15 градусов.

Применение вышеперечисленных мер позволит максимально снизить систематические и случайные ошибки, а также грубые ошибки на станции при проведении ГНСС наблюдений.

Выбор точного местоположения установки постоянно действующих базовых референциальных станций происходит по следующим требованиям:

- отсутствие помех прохождения радиосигналов от ГЛОНАСС/GPS спутников;
- обеспечение сохранности пунктов;
- обеспечение автономной работы и сохранности спутниковой геодезической аппаратуры.

В случае отсутствия на производственной площадке капитальных зданий и сооружений, крепление спутниковой антенны будет выполнено к опоре технологической эстакады, имеющей свайный фундамент.

Место установки постоянно действующей базовой референциальной станции должно обеспечивать наибольшую зону покрытия RTK поправками.

Режим работы RTK предусматривает. Для увеличения дальности передачи дифференциальных поправок по радиоканалу обеспечения возможности работы в режиме RTK, на возможно большем удалении от ПДБРС, требуется размещать радиоантенну максимально высоко над поверхностью земли. Для всех проектируемых ПДБРС рассчитывается зона радиопокрытия.

В соответствии с ППМР, погрешность взаимного положения в плане двух смежных пунктов маркшейдерско-геодезической опорной сети, включая пункты ГГС, не должна быть более  $\pm 5 \text{ мм} + 0,5 \text{ мм/км}$ , исходя из точности определения длин векторов между пунктами с помощью двухчастотной спутниковой геодезической аппаратуры. Точность определения высот должна соответствовать точности нивелирования IV класса ( $20 \text{ мм} \sqrt{L}$ ).

Общая последовательность обработки следующая. Первоначально выполняется обработка статических измерений базовых линий. Затем выполняется трансформация системы координат с получением параметров преобразования (параметров трансформации) из геоцентрической системы координат в местную плоскую систему координат. При этом оценивается точность трансформации и вычисляются координаты дифференциальной GPS станции в местной системе координат МСК-26-95 и в Балтийской системе высот 1977 года.

Для обработки сети используются непрерывные спутниковые измерения GPS L1/L2 и ГЛОНАСС L1/L2, которые предоставляются в виде суточных файлов в формате RINEX.

Для возможности использования сети ПДБРС при мониторинге оседания земной поверхности на подрабатываемых территориях необходимо производить ежегодное определение абсолютных координат базовых станций.

Расположение станций выбиралось на эксплуатируемых лицензионных участках и выбрано с учетом наилучшего охвата территории, обеспечивается при этом частичное перекрытие зон покрытия дифференциальными поправками соседних станций. Расстояния между соседними дифференциальными GPS станциями составляло от 16 до 32 км.

Все дифференциальные GPS станции объединяются в единую сеть и управляются специализированным программным продуктом Leica Spider (или аналог).

Затраты на реализацию проекта станут надежными инвестициями в развитие компании, что в конечном итоге позволит сохранить взятые темпы роста, продолжать активно участвовать в развитии региона, при этом обладая высокой социальной и экологической ответственностью.

#### Список литературы

1. Федеральный закон от 30.12.2015 N 431-ФЗ (ред. от 03.07.2016) «О геодезии, картографии и пространственных данных и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации».
2. Приказ Министерства экономического развития РФ от 22 декабря 2015 г. №961 «Об утверждении положения о создании геодезических сетей специального назначения»
3. Инструкция по производству маркшейдерских работ (РД 07-603-03, утвержденная Постановлением Госгортехнадзора России от 06.06.2003 г. № 73
4. ГКИНП (ГНТА)-17-004-99 Инструкция о порядке контроля и приемки геодезических, топографических и картографических работ.