

*Р. Р. Салахов<sup>1\*</sup>, А. В. Елагин<sup>1</sup>*

## **Съемочная геодезическая сеть при инженерно-геодезических изысканиях для проектирования ремонта магистрального газопровода на переходе через автомобильную дорогу Уфа – Нефтекамск**

<sup>1</sup> Сибирский государственный университет геосистем и технологий, г. Новосибирск, Российская Федерация  
\* e-mail: Salachow.Ruslan@mail.ru

**Аннотация.** Разработка проектной документации для капитального ремонта магистрального газопровода сопровождается выполнением инженерно-геодезических изысканий. Создание геодезической основы для выполнения тахеометрической съемки, выноса проекта в натуру, геодезического контроля при ремонте газопровода является актуальной задачей. Целью исследования в данной работе является рассмотрение вопроса создания геодезической сети съемочного обоснования. Объектом исследования является переход через автомобильную дорогу магистрального газопровода. Выполнена апробация создания съемочной геодезической сети при инженерно-геодезических изысканиях на переходе магистрального газопровода через автомобильную дорогу Уфа-Нефтекамск.

**Ключевые слова:** съемочная геодезическая сеть, инженерно-геодезические изыскания, магистральный газопровод

*R. R. Salahov<sup>1\*</sup>, A. V. Elagin<sup>1</sup>*

## **Survey geodetic network for engineering and geodetic surveys for design repair of the main gas pipeline at the crossing of the Ufa-Neftekamsk highway**

<sup>1</sup> Siberian State University of Geosystems and Technologies, Novosibirsk, Russian Federation  
\* e-mail: Salachow.Ruslan@mail.ru

**Abstract.** The development of design documentation for the overhaul of the main gas pipeline is accompanied by the performance of engineering and geodetic surveys. Creating a geodetic basis for performing a total station survey, carrying out a project in kind, and geodetic control during the repair of a gas pipeline is an urgent task. The purpose of the research in this paper is to consider the issue of creating a geodetic network of survey justification. The object of the study is the passage through the highway of the main gas pipeline. The approbation of the creation of a survey geodetic network was carried out during engineering and geodetic surveys at the crossing of the main gas pipeline through the Ufa-Neftekamsk highway.

**Keywords:** survey geodetic network, engineering and geodetic surveys, main gas pipeline

### ***Введение***

Газотранспортная система страны является одним из важных отраслей промышленности. Общая протяженность магистральных газопроводов ПАО Газпром составляет свыше 170 тысяч километров. Бесперебойный и безопасный

транспорт газа потребителю является приоритетной задачей эксплуатирующих организаций. Благодаря плановым работам по диагностике технических характеристик и производству своевременного капитального ремонта магистрального газопровода достигаются поставленные цели.

Проектирование капитального ремонта выполняют с соблюдением строительных норм и правил.

Одним из ответственных участков магистральных газопроводов являются переходы через автомобильные дороги. Своевременные выполненные работы по капитальному ремонту газопровода позволяют содержать их в удовлетворительном техническом состоянии. Для сбора необходимых материалов при составлении технического проекта производятся инженерные изыскания. Наряду с выполнением инженерно-геологических, инженерно-гидрометеорологических, инженерно-экологических изысканий, выполняются инженерно-геодезические изыскания.

Основанием для производства инженерно-геодезических изысканий на переходе магистрального газопровода через автомобильную дорогу Уфа-Нефтекамск явилось выданное заказчиком техническое задание. Требуется выполнить топографическую съемку в масштабе 1:500 с сечением рельефа 0,5 м. Система координат МСК-02, система высот Балтийская 1977 года. Геодезическую сеть необходимо развить с точностью полигонометрии 2 разряда. Исполнителем работ составлена программа выполнения инженерно-геодезических работ.

Съемочная геодезическая сеть является основой для создания топографического плана местности. Закрепленные на территории производства работ точки съемочного обоснования в последующем будут использованы для выполнения разбивочных работ, геодезического контроля строительства и выполнения исполнительной съемки.

### ***Методы и материалы***

Инженерно-геодезические изыскания на объекте капитального ремонта выполнены с целью получения топографического плана местности в масштабе 1:1000 с сечением рельефа 0,5 м. Объект расположен на территории Республики Башкортостан.

Инженерно-геодезические изыскания на объекте капитального ремонта магистрального газопровода проведены в три этапа: подготовительный, полевой и камеральный.

В подготовительный период были выполнены работы по сбору исходных данных и материалов прошлых лет изысканий. Выписаны координаты Рпб1 и Рпб3 на район работ из архивных материалов предоставленных Заказчиком.

Полевой этап проходил в летний период. При проведении рекогносцировочного обследования территории производства работ обнаружены грунтовые реперы Рпб1 и Рпб3. Визуальный осмотр показал их удовлетворительное состояние и пригодность к использованию. Данные грунтовые реперы представляют собой металлические трубы диаметром 32 мм, забетонированные на глубину 2,25 м, ниже уровня промерзания грунтов. Рпб1 и Рпб3 привязаны к исходным

геодезическим пунктам ГГС и уравнены точностью полигонометрии 1 разряда в при выполнении изысканий в 2021 году подрядной организацией.

Планово-высотное обоснование создано методом развития сети от исходных пунктов Рпб1 и Рпб3 с развитием сети полигонометрии 2 разряда. Требования к точности построения сети полигонометрии 1 и 2 разряда согласно СП 317.1325800.2017 представлена в таблице 1.

Таблица 1

Точности измерений в плановой опорной геодезической сети

Плановая опорная геодезическая сеть	СКП измерений углов, с	Угловая невязка в ходах, с	Допустимая длина сторон, км. Предельная относительная погрешность хода
1 разряд	5	$10 \sqrt{n}$	0,12 - 0,80 1/10000
2 разряд	10	$20 \sqrt{n}$	0,08 - 0,35 1/5000

Создание съемочной геодезической сети при инженерно-геодезических изысканиях на переходе через автодорогу Уфа-Нефтекамск выполнено с использованием электронного тахеометра Topcon 3105N, прошедшим метрологическую экспертизу. Технические характеристики представлены в таблице 2.

Таблица 2

Технические характеристики электронного тахеометра Topcon 3105N

№ п/п	Наименование характеристик	Значения характеристик
1	Точность (ско) измерения угла одним приемом	5 "
2	Дальность по одной призме	3000 м
3	Точность измерения расстояний на призму	$\pm(2\text{мм}+2\text{ppm})$
4	Диапазон работы компенсатора	$\pm 3'$
5	Точность компенсатора	1 "
6	Чувствительность цилиндрического уровня	30 "/2мм

Развитие сети выполнялось от исходных геодезических пунктов Рпб1 и Рпб3 расположенных на территории производства работ с проложением теодолитного хода. В связи с особенностью территории съемки сеть создана в виде замкнутого четырехугольника. Точки съемочного обоснования т.1 и т.2 закреплены на местности, представляют собой металлические арматуры диаметром 12

мм забитые на глубину 1,25 м. Исходным направлением при угловых измерениях явился дирекционный угол от Рпб1 к Рпб3. На точках съемочного обоснования выполнены измерения электронным тахеометром Topcon 3105 N с двумя приемами в прямом и обратном направлении. При производстве измерений на переходах к последующей точке использовался отражатель, закрепленный на штативе. Высота цели и инструмента измерялось рулеткой точность 1 мм. Центрирование над точками съемочного обоснования осуществлялось оптическим центриром с точностью 1 мм.

Тахеометрическая съемка выполнена с точек съемочного обоснования с использованием отражателя на вехе. Координаты точек съемочного обоснования и пикетных точек определены методом полярных координат. Высотные отметки измерены методом тригонометрического нивелирования, который соответствует точности технического нивелирования.

### Результаты

На камеральном этапе выполнено уравнивание теодолитного хода с точностью полигонометрии 2 разряда с использованием программы Кредо Дат 3.1 (рис. 1).

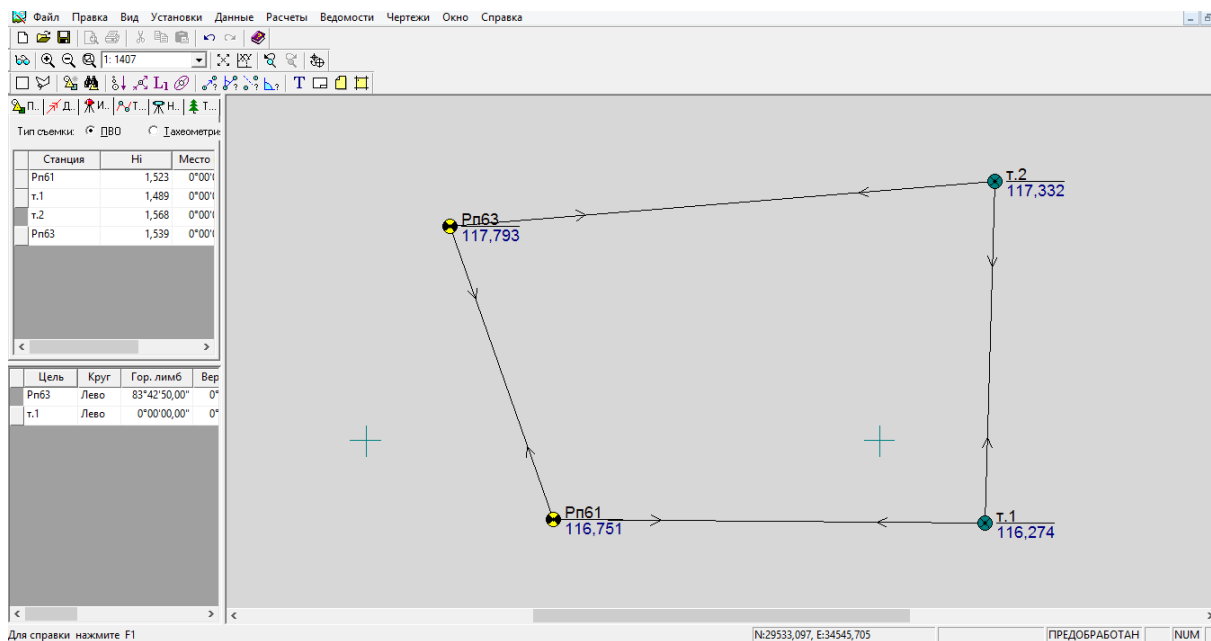


Рис. 1. Фрагмент листа программы Кредо Дат 3.1.

Вычислены координаты точек съемочного обоснования. Результаты уравнивания съемочной геодезической сети представлены в таблице 3. Фактическая невязка углов составляет  $0^{\circ} 00'36''$ , относительная линейная невязка  $S/F_s = 1/90600$ . Произведенные вычисления свидетельствуют о соответствии выполненных работ требуемой точности, регламентированной в нормативной документации. Полученные координаты точек съемочного обоснования могут быть использованы как основа для выполнения разбивочных работ, геодезиче-

ского контроля капитального ремонта магистрального газопровода на переходе через автомобильную дорогу.

Таблица 3

Характеристики теодолитного хода

Точки хода	Длина	F <sub>b</sub> факт.	F <sub>b</sub> доп.	F <sub>x</sub>	F <sub>y</sub>	F <sub>s</sub>	[S]/F <sub>s</sub>
Рпб1, т.1... Рпб1	634,19	0°00'36"	0°00'40"	0,006	0,005	0,007	1/90600

По выполненной тахеометрической съемки местности создан топографический план в масштабе 1:500 с сечением рельефа 0,5 м, с использованием модуля «Топоплан» программы nanoCad (рис.2).

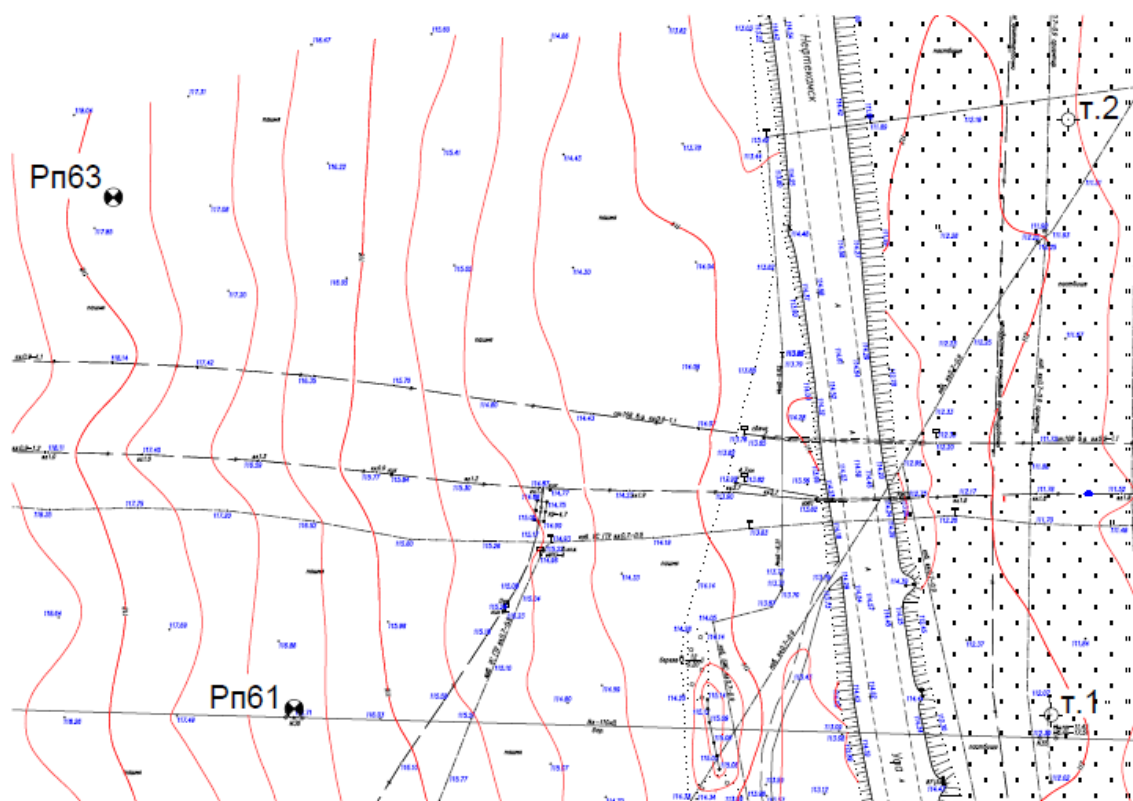


Рис. 1. Фрагмент топографического плана

По результатам инженерно-геодезических изысканий составлен технический отчет, который может быть использован для составления проектной документации капитального ремонта магистрального газопровода на переходе через автомобильную дорогу Уфа-Нефтекамск.

**Заключение**

Применение современных электронных тахеометров при выполнении инженерно-геодезических изысканий для составления проектной документации капи-

тального ремонта магистрального газопровода в настоящее время позволяют решать поставленные задачи с большой эффективностью.

Точность выполнения измерений соответствуют необходимым характеристикам при создании топографических планов, выполнении работ по созданию геодезической сети, выноса проекта в натуру и геодезического контроля строительства сооружений.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Салахов Р.Р. Особенности применения электронного тахеометра при топографических съемках на подводных переходах магистральных газопроводов через реки// Актуальные проблемы геодезии, картографии, геоинформатики и кадастра. 2016. – С. 167-168.

2. Салахов Р.Р. Съёмочная геодезическая сеть для инженерно-геодезических изысканий воздушного перехода газопровода // Современные проблемы биологии, наук о Земле, спорта и туризма. 2023. – С. 136-139.

3. СП 47.13330.2016. Свод правил. Инженерные изыскания для строительства. М. Министерство стандартов: 2017. – 122 с.

3. СП 317.1325800.2017. Свод правил. Инженерно-геодезические изыскания для строительства. Общие правила производства работ. М.: Министерство стандартов. 2017. – 58 с.

© Р. Р. Салахов, А. В. Елагин, 2024