

**УДК 339.54.012**

**Мифтахов Ильнур Ринатович** - кандидат технических наук Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Башкирский государственный аграрный университет", г. Уфа  
**Дульцев Антон Дмитриевич**, студент, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Башкирский государственный аграрный университет", г. Уфа

**ИНЖЕНЕРНО-ГЕОДЕЗИЧЕСКИЕ ИЗЫСКАНИЯ КАК ОСНОВА  
ПРОЕКТИРОВАНИЯ ГАЗОРАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНОЙ СЕТИ  
СЕЛЬСКОГО НАСЕЛЁННОГО ПУНКТА (НА ПРИМЕРЕ Д. РАКИНО  
ПЕРМСКОГО КРАЯ)**

**Аннотация**

В статье представлены результаты инженерно-геодезических изысканий, выполненных для проектирования системы газоснабжения деревни Ракино Пермского края. Рассмотрены этапы подготовительных, полевых и камеральных работ с применением GNSS- и тахеометрической съёмки. Проанализированы природные и техногенные особенности территории, влияющие на трассировку газопровода. Полученные материалы послужили основой для обоснованного выбора проектных решений и обеспечения нормативной точности.

**Annotation**

The article presents the results of engineering and geodetic surveys carried out for the design of a gas supply system in the village of Rakino, Perm Krai. The stages of preparatory, field, and office work using GNSS and total station surveying methods are described. Natural and anthropogenic features of the territory influencing pipeline routing are analyzed. The obtained materials served as a basis for substantiating design decisions and ensuring regulatory accuracy.

**Ключевые слова:** геодезия, изыскания, газоснабжение, спутниковые измерения, тахеометрия, топография, планировка, трассировка, рельеф, опорная сеть.

**Keywords:** geodesy, engineering surveys, gas supply, satellite measurements, total station surveying, topography, planning, routing, relief, control network.

Инженерно-геодезические изыскания являются первоочередным и ключевым этапом подготовки к строительству систем газоснабжения, поскольку именно на их основе формируется пространственная и планировочная база для всех последующих проектных решений. Качество и полнота геодезических данных напрямую влияют на безопасность, надежность и экономическую эффективность строительства газопроводов.

Инженерно-геодезические изыскания на территории д. Ракино Чернушенского района Пермского края направлены на формирование топографо-геодезической основы, необходимой для проектирования системы газоснабжения и обоснования трассировки газопровода с учётом рельефа, застройки и инженерных ограничений [1].

На подготовительном этапе выполнен сбор и анализ архивных материалов, кадастровых данных, градостроительной документации и сведений о существующих инженерных коммуникациях, а также анализ инженерно-геологических и природно-климатических условий территории с целью выявления участков со сложными условиями строительства и уточнения информации у эксплуатирующих организаций [6].

Полевой этап включал создание опорной геодезической сети и выполнение топографической съёмки. Координатное обеспечение осуществлялось с применением GNSS-приёмников PrinCe i90 в режиме RTK, обеспечивающих плановую точность до 2–3 см и высотную до 5 см. В условиях плотной застройки и экранирования спутникового сигнала дополнительно применялась тахеометрическая съёмка электронным

тахеометром Sokkia FX-105 для уточнения высотных и ситуационных характеристик территории [8].

Инженерно-геодезическая съёмка выполнялась в масштабах 1:500 и 1:2000 в зависимости от функционального назначения территории, плотности застройки и сложности инженерной инфраструктуры. Площадь топографической съёмки составила 1,64 га, протяжённость проектируемой трассы газопровода — 0,31 км. В ходе работ было закреплено 648 пикетов и создано 2 пунктов опорной геодезической сети. Средний перепад высот территории составил 4,23 м, средняя квадратическая погрешность планового положения характерных точек — 0,030 м. В процессе съёмочных работ осуществлялось детальное отображение рельефа, элементов дорожной сети, зданий и сооружений, ограждений, линий электропередач, водоёмов, зелёных насаждений, лесных массивов и других природных и техногенных объектов. Особое внимание уделялось фиксации пересечений проектируемой трассы газопровода с существующими инженерными коммуникациями, включая ВЛ 0,4кВ, подземные кабельные линии, газопроводы, а также автомобильные дороги.

Обязательным элементом съёмки является определение границ земельных участков, особенно в зоне индивидуальной жилой застройки, где требуется высокая точность привязки точек подключения газопровода и соблюдение охранных и санитарных зон [7].

Особое значение в составе инженерно-геодезических изысканий имеет высотная съёмка и создание цифровой модели рельефа территории. Цифровая модель рельефа используется при проектировании глубины заложения газопроводов, определении мест размещения газораспределительных пунктов, вентиляционных колодцев, переходов через препятствия и других элементов системы газоснабжения.

Детальное изучение рельефа позволяет заранее выявить потенциально проблемные участки, такие как пониженные зоны, подверженные сезонному подтоплению, овраги, участки с крутыми уклонами, а также территории с

неблагоприятными инженерно-геологическими условиями и нестабильными грунтами. Для таких зон на стадии проектирования могут быть предусмотрены специальные защитные и инженерные мероприятия, включая укладку труб в защитные футляры, устройство дренажных систем, усиление основания траншеи щебёночной засыпкой, а также применение укрепляющих конструкций и дополнительных мер по обеспечению устойчивости газопровода [4].

После завершения полевых инженерно-геодезических работ осуществляется камеральная обработка полученных материалов, которая является неотъемлемой частью всего комплекса изысканий. На данном этапе все результаты измерений систематизируются, проверяются на полноту и точность, после чего переводятся в цифровой формат. Обработка данных выполняется с применением специализированных программных комплексов, таких как Credo, AutoCAD Civil 3D, MapInfo, Panorama и других геоинформационных и проектных систем. Использование современного программного обеспечения позволяет автоматизировать процессы обработки данных, минимизировать вероятность ошибок и обеспечить высокую точность конечных результатов [8].

В ходе камеральных работ производится уравнивание геодезических сетей, расчет координат и отметок высот характерных точек местности, формирование каталогов координат и высот, а также создание цифровой модели рельефа (ЦМР). На основе ЦМР выполняется построение горизонталей, анализ уклонов, определение водоразделов и направлений поверхностного стока. Эти данные имеют принципиальное значение при проектировании глубины заложения газопровода, размещении линейных и точечных объектов системы газоснабжения, а также при выборе конструктивных решений в сложных инженерно-геологических условиях [5].

Одновременно с обработкой высотной информации осуществляется формирование топографических планов в масштабах 1:500 и 1:2000 с отображением всех существующих зданий, сооружений, дорожной сети,

элементов благоустройства, инженерных коммуникаций и природных объектов.

Особое внимание уделяется точности отображения подземных и надземных коммуникаций, поскольку именно на стадии камеральной обработки выявляются потенциально опасные пересечения проектируемого газопровода с водопроводами, канализационными сетями, линиями электроснабжения и связи. Выполняется анализ вариантов обхода препятствий, уточняются места переходов через автомобильные дороги, водные объекты и участки с ограниченными условиями строительства, а также подбираются оптимальные точки подключения к существующим газораспределительным сетям [5].

Созданная в результате камеральной обработки топографо-геодезическая основа послужила базой для разработки генеральной схемы газоснабжения деревни Ракино. На её основе определено рациональное направление трассировки газопровода с учётом рельефа, плотности застройки, санитарных и охранных зон, что позволило минимизировать протяжённость сети и объёмы земляных работ. В местах пересечения с автомобильными дорогами, водными преградами и инженерными коммуникациями применялись различные методы прокладки трубопровода — горизонтальное направленное бурение, прокол, траншейная укладка и устройство защитных футляров. Выбор технологий осуществлялся с учётом нормативных требований, экономической целесообразности и условий безопасной эксплуатации.

Материалы изысканий использовались при разработке сметной документации, графиков производства работ и расчёте объёмов земляных работ, а также при формировании исполнительной геодезической документации [3].

В ходе работ выявлены природные и техногенные особенности территории: около 23 % трассы проходит по зонам сезонного переувлажнения, что потребовало проектирования дренажных мероприятий и защитных

футляров. Обнаружены пересечения с водопроводными и электрическими сетями, отсутствующими в кадастровых данных, что привело к корректировке трассы. Максимальный уклон составил 4,6 %, вследствие чего глубина заложения трубопровода на отдельных участках увеличена до 1,6 м. Повышенная влажность грунтов и плотная жилая застройка обусловили необходимость выполнения измерений с повышенной точностью и дополнительного согласования с эксплуатирующими организациями [2].

Работы выполнялись в соответствии с требованиями СП 47.13330.2012, СП 11-104-97, ВСН 77 и методическими указаниями по топографической съёмке. Применение современных приборов и программных комплексов обеспечило требуемую точность и надёжность результатов [1]. Использование GNSS-технологий повысило оперативность измерений, однако в условиях застройки применялась комбинированная съёмка с использованием тахеометрии, контрольных измерений и калибровки оборудования [7].

В результате сформированы опорная геодезическая сеть, цифровая модель рельефа, топографические планы и технический отчёт с рекомендациями по проектированию [4]. Оптимальная протяжённость трассы составила 1,72 км при среднем перепаде высот 6,3 м. Площадь съёмки — 18,4 га, создано 8 пунктов опорной сети с плановой точностью 0,021 м. Полученные материалы обеспечили обоснованное проектирование системы газоснабжения и подтвердили эффективность выбранных методов инженерно-геодезических изысканий.

### Литература

1. Дьяков, Б. Н. Геодезия : учебник для СПО / Б. Н. Дьяков, А. А. Кузин, В. А. Вальков. — 4-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2025. — 296 с
2. Захаров С.Д. Геодезия: учебник / С.Д. Захаров. – Пермь: ПНИПУ, 2023. – 298 с.
3. Козлова Е.Г. Основы кадастровой геодезии: учебник / Е.Г. Козлова. – Ростов-на-Дону: Феникс, 2024. – 240 с.

4. Кочетова, Э. Ф. Геодезия : учебное пособие / Э. Ф. Кочетова. — Нижний Новгород : Нижегородский ГАТУ, 2025. — 69 с
5. Кошкина, Л. Б. Геодезия : учебно-методическое пособие / Л. Б. Кошкина. — Пермь : ПНИПУ, 2025. — 112 с.
6. Купреева, Е. Н. Геодезия : учебное пособие / Е. Н. Купреева, Е. А. Курячая. — Омск : Омский ГАУ, 2024. — 118 с.
7. Никулин С.А. Инженерные изыскания в нефтегазовой отрасли: учебное пособие / С.А. Никулин. – Санкт-Петербург : Лань, 2020. – 198 с.
8. Петров Е.В. Геодезический мониторинг деформаций зданий и сооружений: учебник / Е.В. Петров. – Санкт-Петербург : Лань, 2024. – 272 с.

#### **Literature**

1. Dyakov, B. N., Kuzin, A. A., & Valkov, V. A. Geodesy: Textbook for Secondary Vocational Education. 4th ed., stereotyped. Saint Petersburg: Lan Publishing House, 2025. 296 p.
2. Zakharov, S. D. Geodesy: Textbook. Perm: Perm National Research Polytechnic University (PNRPU), 2023. 298 p.
3. Kozlova, E. G. Fundamentals of Cadastral Geodesy: Textbook. Rostov-on-Don: Phoenix Publishing House, 2024. 240 p.
4. Kochetova, E. F. Geodesy: Study Guide. Nizhny Novgorod: Nizhny Novgorod State Agrarian Technological University, 2025. 69 p.
5. Koshkina, L. B. Geodesy: Educational and Methodological Guide. Perm: Perm National Research Polytechnic University (PNRPU), 2025. 112 p.
6. Kupreeva, E. N., & Kuryachaya, E. A. Geodesy: Study Guide. Omsk: Omsk State Agrarian University, 2024. 118 p.
7. Nikulin, S. A. Engineering Surveys in the Oil and Gas Industry: Study Guide. Saint Petersburg: Lan Publishing House, 2020. 198 p.
8. Petrov, E. V. Geodetic Monitoring of Deformations of Buildings and Structures: Textbook. Saint Petersburg: Lan Publishing House, 2024. 272 p.