

УДК 528.48

СИСТЕМА КАРТОГРАФИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ИНЖЕНЕРНО-ГЕОДЕЗИЧЕСКИХ ИЗЫСКАНИЙ

Хальфетдинов Р.Ф.

студент 4 курса

Уфимский университет науки и технологий,

Уфа, Россия

Галиахметова Г.М.

старший преподаватель

Уфимский университет науки и технологий,

Уфа, Россия

Аннотация. В статье рассматривается картографическое обеспечение инженерно-геодезических изысканий на примере линейного объекта – газопровода на участке НПС «Микунь». На основе анализа технического отчета показано, что система картографического обеспечения включает комплекс взаимосвязанных элементов: опорную геодезическую сеть, съемочное обоснование, топографические планы, цифровые модели местности и каталоги координат. Используемые при проведении работ спутниковые технологии (Trimble R7, R10) в режимах статики и RTK, а также программное обеспечение CREDO и AutoCAD позволили создать картографическую продукцию, полностью соответствующую нормативным требованиям.

Ключевые слова: инженерно-геодезические изыскания, картографическое обеспечение, линейный объект, газопровод, топографический план

CARTOGRAPHIC SUPPORT SYSTEM FOR ENGINEERING AND GEODETIC SURVEYS

Khalfetdinov R.F.

4th-year student

Ufa University of Science and Technology,

Ufa, Russia

Galiakhmetova G.M.

Senior Lecturer

Ufa University of Science and Technology,

Ufa, Russia

Abstract. This article examines the cartographic support for engineering and geodetic surveys, using the example of a linear object – a gas pipeline on the NPS "Mikun" section. Based on the analysis of the technical report, it is shown that the cartographic support system includes a complex of interconnected elements: a geodetic control network, survey control, topographic maps, digital terrain models, and coordinate catalogs. The satellite technologies (Trimble R7, R10) used during the work in static and RTK modes, as well as CREDO and AutoCAD software, allowed for the creation of cartographic products that fully comply with regulatory requirements.

Keywords: engineering and geodetic surveys, cartographic support, linear object, gas pipeline, topographic map

Инженерно-геодезические изыскания являются обязательным и первоначальным этапом любого строительства – от разработки градостроительной документации до возведения и эксплуатации зданий и сооружений, линейных объектов (дорог, трубопроводов, линий электропередач). Протяженность трасс, пересеченная местность, наличие лесных массивов, водных преград и существующих коммуникаций предъявляют повышенные требования к точности, полноте и надежности картографического обеспечения [1].

Необходимость исследования картографического обеспечения инженерно-геодезических работ определяется сохраняющимися противоречиями между современными технологиями работ и нормативно-технической базой, которая часто требует бумажных планов традиционных масштабов и сечений рельефа. Также, актуальность обусловлена появлением новых задач от информационного моделирования зданий до автоматизированного мониторинга деформаций, которые требуют не статичных аналоговых карт, а динамичных, многослойных и обновляемых моделей.

В контексте картографического обеспечения инженерно-геодезических изысканий под объектами понимаются как материальные территориальные единицы, подлежащие картографированию, так и сами картографические произведения. Среди территориальных объектов выделяются площадные объекты, к которым относятся участки под жилую и промышленную застройку. Для данной категории требуются крупномасштабные планы масштабов от 1:500 до 1:2 000 с детальным отображением всех элементов ситуации и рельефа. Второй категорией территориальных объектов являются линейные объекты, картографическое обеспечение для которых создается в виде узких полос вдоль оси трасс, часто в масштабах от 1:500 до 1:5 000 с обязательным построением

продольных и поперечных профилей [2]. Также выделяются точечные и локальные объекты (мосты, эстакады, гидротехнические сооружения), картографическое обеспечение для которых представляется в виде смежных крупномасштабных планов масштабов 1:200 или 1:100 и детальных чертежей.

В качестве вторичных объектов в исследовании рассматриваются цифровые и аналоговые картографические материалы, включая цифровые модели местности (ЦММ), ортофотопланы, создаваемые по материалам аэро- и космосъемки, тематические карты и трехмерные модели на основе данных лазерного сканирования [4]. В настоящем исследовании в качестве объекта выступает система картографического обеспечения инженерно-геодезических изысканий, реализованная при подготовке строительства газопровода на участке НПС «Микунь». Под системой картографического обеспечения понимается не только конечная картографическая продукция (топографический план М 1:2 000, ситуационный план М 1:25 000, схема планово-высотного обоснования), но и весь комплекс, обеспечивающих ее создание.

Методологическая база работы включает комплекс полевых и камеральных методов, которые условно делятся на традиционные геодезические, современные технологические и камеральные. Среди традиционных методов применялась топографическая съемка с использованием электронных тахеометров CX-105L, современные методы представлены спутниковыми ГНСС-технологиями с использованием приемников Trimble R7 и R10 для планово-высотного и съемочного обоснования. Камеральные и аналитические методы включали геоинформационный анализ с использованием систем «CREDO DAT 3.0» и «AutoCAD» [6].

Проведенный анализ результатов инженерно-геодезических изысканий на линейном объекте позволяет условно выделить ключевые этапы, которые вносят вклад в итоговую картографическую продукцию.

Первым и важнейшим этапом стала рекогносцировка участка изысканий, которые включали первоначальное ознакомление с местностью, ситуацией и рельефом, определение местоположения объектов согласно генеральным планам, а также обследование пунктов ГГС. Именно на этом этапе были скорректированы объемы работ (по программе предполагалось выполнение топографической съемки на 20 га, а фактически было отснято 27 га). Увеличение объема работ обусловлено особенностями местности, что позволило обеспечить полноту картографического материала.

Вторым этапом стало создание планово-высотного обоснования, выполненное спутниковым методом в режиме статики. Созданная опорная геодезическая сеть получила класс 2p в плановом отношении и IV класс по

высоте. Максимальная средняя квадратическая погрешность по плану и по высоте после уравнивания составила 7 мм, что значительно точнее нормативных требований (СКП не более 50 мм в плане и 30 мм по высоте).

Третий этап – собственно топографическая съемка в масштабе 1:2 000 с сечением рельефа по горизонталям через 0,5 м в режиме RTK. При съемке велись традиционные абрисы, которые являются незаменимыми для фиксации элементов ситуации, которые могут быть неочевидными при цифровой обработке. Точность съемки – 15 мм в плане и 20 мм по высоте, что многократно превышает нормативно допустимые. [5]

Четвертый этап включал обследование и съемку наземных и подземных сооружений, что для газопровода имеет критическое значение, поскольку существующие коммуникации могут пересекать трассу или проходить вблизи нее. Для этих целей использовался трубокабелеискатель С.А.Т. 4 + Genny4. Все подземные и наземные сети нанесены на планы с указанием назначения, диаметра, материала труб, глубины заложения и ведомственной принадлежности.

Пятый этап – планово-высотная привязка геологических выработок. Всего было привязано 28 скважин, что соответствовало запланированному объему. Точность привязки – 0,5 мм в плане и 0,1 м по высоте.

Камеральные работы, завершающие формирование картографического обеспечения, проводились в программных комплексах CREDO и AutoCAD. Цифровая модель местности была создана как трехмерная модель рельефа, включающая отметки высот, линии горизонталей и триангуляцию. Топографические планы составлены с использованием условных знаков 1989 года, что соответствует действующим требованиям [6].

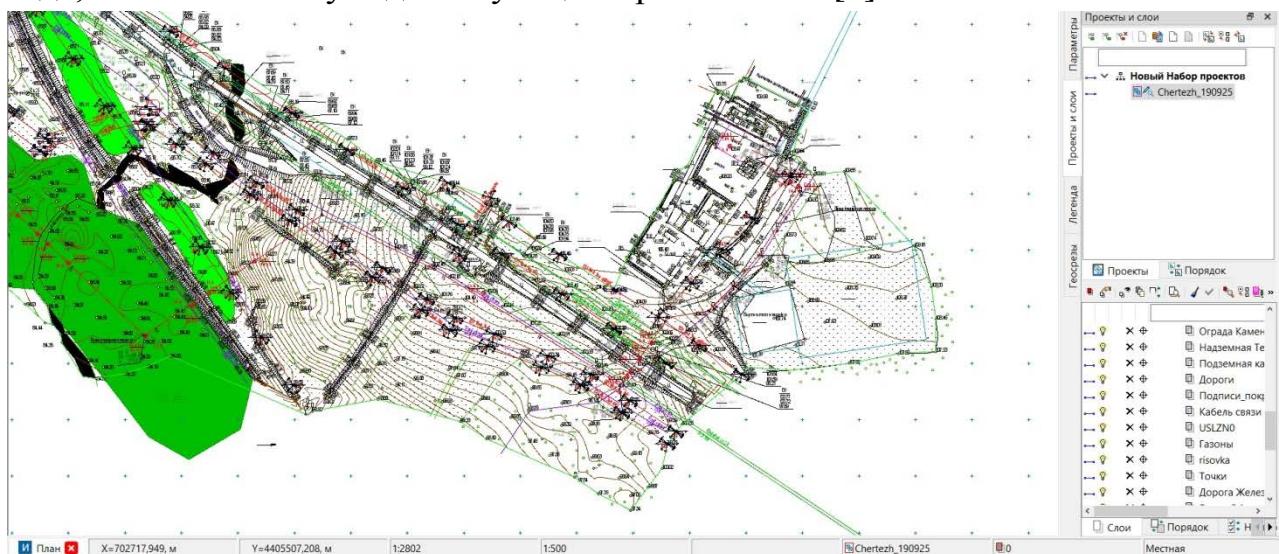


Рис.1. – Фрагмент топографического плана М 1:2 000

Следует отметить, что теоретический анализ картографического обеспечения инженерно-геодезических изысканий на примере объекта «Газопровод НПС «Микунь» позволяет сделать следующие выводы:

– картографическое обеспечение линейного объекта нефтегазовой инфраструктуры представляет собой сложный комплекс взаимосвязанных элементов, включающих опорную геодезическую сеть, съемочное обоснование, топографические планы, цифровые модели местности и каталоги координат. Все эти элементы были созданы в полном объеме, с превышением съемки на 35%, что свидетельствует о тщательной рекогносцировке;

– использованные методы и технологии полностью соответствуют современному уровню, что позволило создать итоговую картографическую продукцию – топографический план 1:2 000 с достаточной точностью для принятия проектных решений, которая может служить основой для дальнейшего проектирования газопровода.

Картографическое обеспечение является неотъемлемой частью инженерных изысканий, причем в настоящее время происходит исторический переход от статичных бумажных карт к динамичным цифровым моделям местности. Данный пример наглядно демонстрирует, что современные спутниковые технологии и программное обеспечение позволяют создавать цифровые модели, которые по точности и полноте превосходят традиционные аналоговые карты.

Библиографический список:

1. Абжапарова Д.А., Мазуров Б.Т. Картографическое обеспечение инженерно-геодезических работ в горной местности с учетом секущей плоскости // Вестник СГУГиТ (Сибирского государственного университета геосистем и технологий). 2017. №3.

2. Гизатшина, Г. М. Технологические требования при инженерно-геодезических изысканиях нефтепроводов / Г. М. Гизатшина, Д. А. Габдулхаков // Актуальные проблемы геодезии, картографии, геоинформатики и кадастра : материалы III Всероссийской научно-практической конференции, посвященной Дню работников картографии и геодезии, Уфа, 16–17 марта 2018 года. – Уфа: Башкирский государственный университет, 2018. – С. 59-60.

3. Инженерно-геодезические измерения: учебное пособие / И. Ю. Сайфуллин, Г. М. Галиахметова, А. Р. Сулейманов, И. И. Файрузов. – Уфа: Уфимский университет науки и технологий, 2024. – 144 с.

4. Любивая Л.С. Совместное использование картографических материалов и наземных измерений при инженерно-геодезических изысканиях // Интерэкспо Гео-Сибирь. 2017. №1.

5. СП 11-104-97 «Инженерно-геодезические изыскания для строительства». – М.: Госстрой России, 1997 – 139 с.

6. Технический отчет по инженерно-геодезическим изысканиям на объекте «Газопровод НПС «Микунь». Строительство». – ООО «УфаГеоТехПроект», 2025.