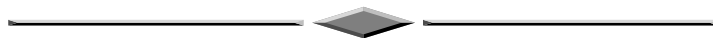


ГЕОДЕЗИЯ И МАРКШЕЙДЕРИЯ



УДК 528.48+[528.4:004]

DOI 10.33764/2411-1759-2025-30-2-5-12

Технологическая схема составления цифровых топографических планов инженерных коммуникаций с элементами их визуализации

Е. В. Минченко¹✉, М. В. Мурзинцева¹, С. И. Васютинская²

¹ Сибирский государственный университет геосистем и технологий, г. Новосибирск, Российская Федерация

² Московский государственный университет геодезии и картографии, г. Москва, Российская Федерация

e-mail: ovchinnik@list.ru

Аннотация. Статья посвящена актуальной теме реконструкции и ремонта инженерных коммуникаций (ИК), особенно подземных коммунальных сетей, все более усложняющихся, уплотняющих инфраструктуру современных городов и иных населенных пунктов и требующих, в этой связи, все более качественной проектной документации. В качестве таковой, как правило, используют топографические планы крупного масштаба (1 : 500 и крупнее), но даже их возможностей часто не хватает, чтобы отобразить реальное состояние ИК, осуществить их необходимую перепланировку или ремонт. В этой связи предлагается дополнить результат топографической съемки ИК визуализацией их особо сложных (пересечений, ответвлений и т. д.) мест. Визуализацию рекомендуется выполнять в процессе производства полевых работ по съемке ИК, используя цифровую камеру или БПЛА.

Ключевые слова: инженерно-геодезические изыскания, инженерные коммуникации, вечномерзлые грунты, опорная геодезическая сеть, топографическая съемка, фотофиксация, цифровые топографические планы, гиперссылка

Для цитирования:

Минченко Е. В., Мурзинцева М. В., Васютинская С. И. Технологическая схема составления цифровых топографических планов инженерных коммуникаций с элементами их визуализации // Вестник СГУГиТ. – 2025. – Т. 30, № 2. – С. 5–12. – DOI 10.33764/2411-1759-2025-30-2-5-12

Введение

В районах вечной мерзлоты находится около 65 % территории Российской Федерации [1]. Проектные решения, применяемые при строительстве инженерных коммуникаций в условиях Крайнего Севера, имеют свои особенности по сравнению с аналогичными инженерными системами, расположенными в других климатических зонах [2, 3].

При проектировании и строительстве уделяется большое внимание минимизации теплового воздействия на вечномерзлые грунты с целью исключения ослабления их несущей способности. Одним из методов исключения воздействия на вечномерзлые грунты является надземный способ (рис. 1) прокладки трубопроводов (СН 510–78. Инструкция по проектированию сетей водоснабжения и канализации для районов рас-

пространения вечномёрзлых грунтов. Дата введения 1978–12–11. – Москва: Стройиздат, 1979. – Текст : непосредственный) [4, 5]. Этот способ позволяет минимизировать негативные воздействия на конструкции инженерных коммуникаций и не допустить деформации соседних зданий и инженерных сооружений.



Рис. 1. Фотография инженерных коммуникаций в г. Норильске

В настоящее время в г. Норильске ведутся активная реконструкция и капитальный ремонт коммунальных сетей, в связи с чем возникает необходимость в выполнении инженерно-геодезических изысканий. Обновление топографо-геодезических данных необходимо для комплексного технико-экономического обоснования проектирования, строительства, реконструкции и эксплуатации инженерных коммуникаций (СП 11–104–97 Инженерно-геодезические изыскания для строительства. Дата введения 1998–01–01. – Москва: ПНИИИС Госстроя России, 2001. – Текст : непосредственный; ГОСТ 21.301–2014 «Система проектной документации для строительства (СПДС). Основные требования к оформлению отчетной документации по инженерным изысканиям (с Поправкой)»: нац. стандарт РФ – М., (ОАО «ЦНС», ОАО «ПНИИИС»), 2015. – Текст : непосредственный; О составе разделов проектной документации и требованиях к их содержанию :

Постановление Правительства от 16.02.2008 № 87 – URL: <http://www.consultant.ru>. – Текст : электронный. Градостроительный кодекс Российской Федерации : федеральный закон от 29.12.2004 № 190-ФЗ. – URL: <http://www.consultant.ru>. – Текст : электронный).

На топографическом плане инженерные коммуникации обозначаются условными графическими обозначениями (ГОСТ 21.206–2012. «Межгосударственный стандарт. Система проектной документации для строительства. Условные обозначения трубопроводов». Дата введения 2013–11–01. – М. : Стандартинформ, 2018. – Текст : непосредственный) с характеризующим назначением и их параметрами. Высокая плотность расположения трубопроводов, наличие параллельно смонтированных действующих и выведенных из эксплуатации инженерных коммуникаций перегружают топографические планы. Условные обозначения не отображают фактическую конструкцию элементов трубопровода и не дают пользователю полного визуального понимания ситуации на местности. Создание цифровых топографических планов (ЦТП) с элементами визуализации позволит детализировать все элементы и узлы инженерной коммуникации и составить ее детальную схему.

Основные положения, схема и этапы формирования ЦТП инженерных коммуникаций с элементами их визуализации

Для составления цифровых топографических планов с элементами визуализации выполняется комплекс инженерно-геодезических работ [6].

1. Обобщенная технологическая схема изыскательских работ для составления топографического плана (СП 317.1325800.2017 Инженерно-геодезические изыскания для строительства. Общие правила производства работ. Дата введения 2018–06–23. – Москва: Стандартинформ, 2018. – Текст : непосредственный) показана на рис. 2.

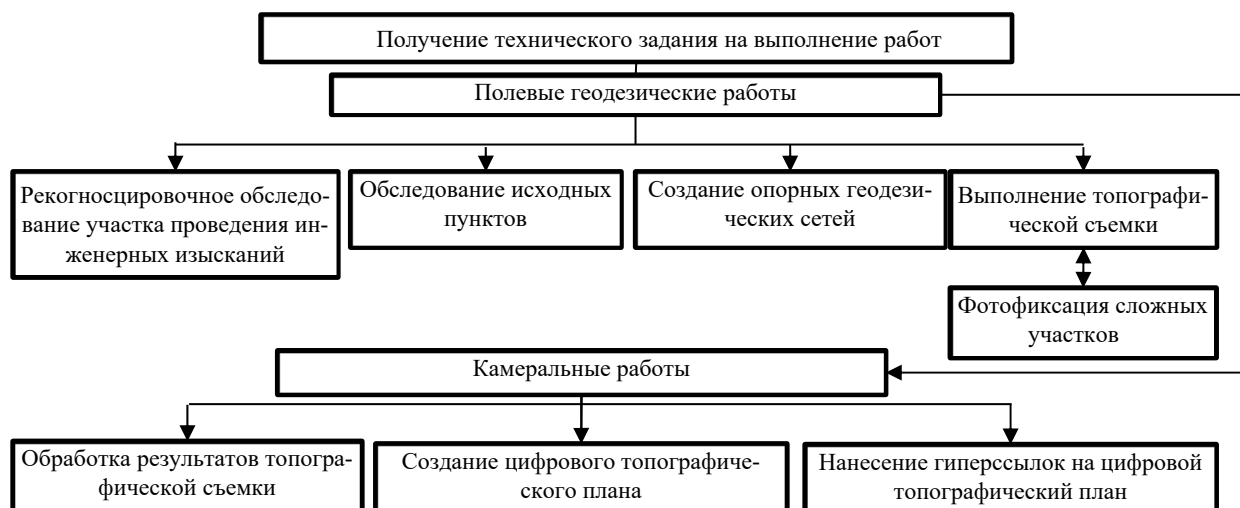


Рис. 2. Технологическая схема изыскательских работ для составления топографического плана с элементами визуализации

Рассмотрим производственный цикл составления топографического плана с элементами визуализации для реконструкции существующей трассы сетей водоснабжения от НПС II-го подъема Талнахского водозабора, г. Норильск.

Полевые геодезические работы

Целью инженерно-геодезических изысканий на участке работ является получение топографо-геодезических данных о рельефе местности, ситуации, зданиях и сооружениях, элемен-

тах планировки. Эти данные необходимы для комплексной оценки природных и техногенных условий территории строительства, а также обоснования объемов проектирования, строительства и эксплуатации объекта изысканий (СП 317.1325800.2017 Инженерно-геодезические изыскания для строительства. Общие правила производства работ. Дата введения 2018–06–23. – Москва : Стандартинформ, 2018. – Текст : непосредственный).

Этапы рекогносцировочного обследования участка проведения геодезических работ представлены на рис. 3.

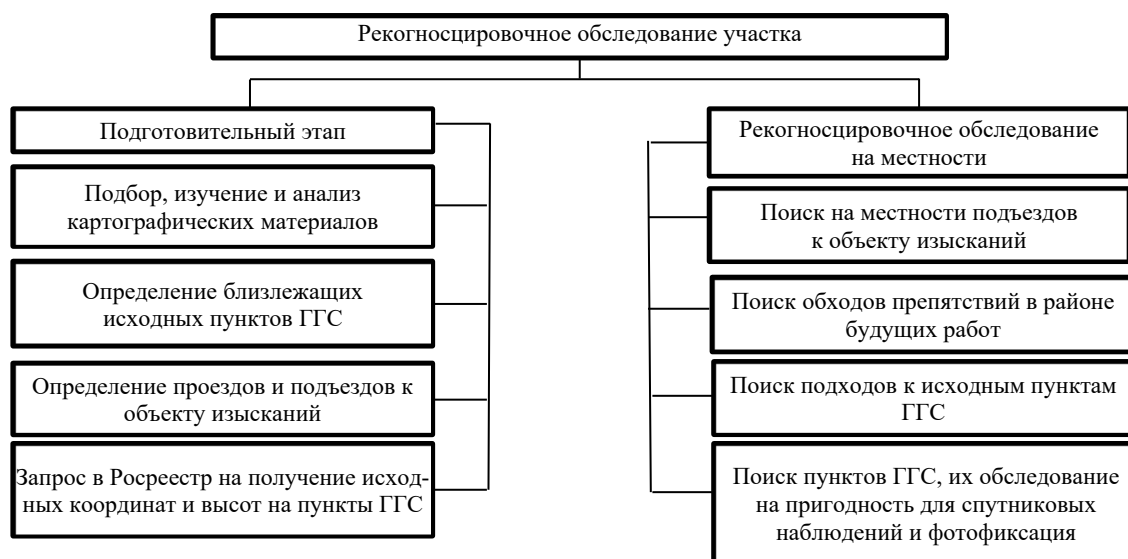


Рис. 3. Этапы рекогносцировочного обследования

щины изоляции и материала труб. Выполненная топографическая съемка согласовывается с собственниками инженерных коммуникаций (СП 317.1325800.2017 Инженерно-геодезические изыскания для строительства. Общие правила производства работ. Дата введения 2018–06–23. – Москва : Стандартинформ, 2018. – Текст : непосредственный).

Дополнительно для построения топографических планов с элементами визуализации нами рекомендуется выполнять фотофиксацию характерных участков инженерной коммуникации: узловых точек, пересечений с другими коммуникациями, компенсаторов и неподвижных опор, мест установки запорной арматуры, переходов трубопроводов через железные и автомобильные дороги, углов поворота трубопровода, инженерных деталей, не отображаемых в заданном масштабе.

Фотофиксацию предлагается выполнять смартфоном [9, 10].

При выполнении фотофиксации необходимо присвоить пикет точке фотографирования и выполнить его координирование, определить направление съемки относительно объекта. На абрисе зафиксировать номер пикета и фотографии. Это существенно сократит идентификацию и привязку цифровой фотографии на ЦММ.

Камеральные работы

1. Результатом выполненных инженерно-геодезических изысканий на объекте является топографический план в масштабе 1:500 (СП 11–104–97 Инженерно-геодезические изыскания для строительства. Дата введения 1998–01–01. – Москва : ПНИИИС Госстроя России, 2001. – Текст : непосредственный; ГОСТ 21.301–2014 «Система проектной документации для строительства (СПДС). Основные требования к оформлению отчетной документации по инженерным изысканиям (с Поправкой)»: нац. стандарт РФ – М. : ОАО «ЦНС», ОАО «ПНИИИС», 2015. – Текст : непосредственный).

2. Требования нормативных документов (СП 317.1325800.2017 Инженерно-геодезические изыскания для строительства. Общие правила производства работ. Дата вве-

дения 2018–06–23. – Москва : Стандартинформ, 2018. – Текст : непосредственный) к информативности топографических планов, для целей реконструкции наземных коммуникаций позволяют предотвратить возможность принятия неверных проектных решений.

После обработки результатов топографической съемки и составления ЦММ (рис. 6) выполняется нанесение гиперссылок на ЦММ в любой геоинформационной системе (ГИС) или системе автоматизированного проектирования (САПР), поддерживающих гиперссылки.

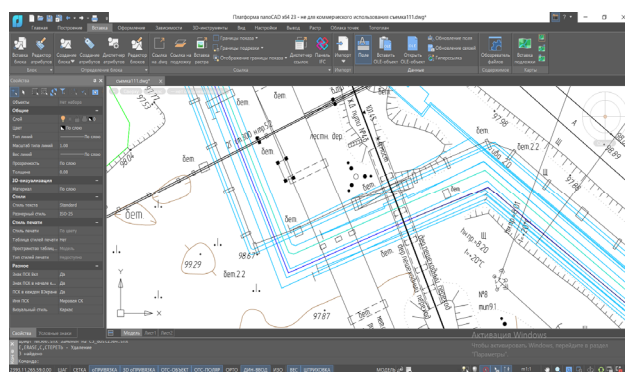


Рис. 6 Фрагмент ЦММ

При создании цифрового топографического плана в программном продукте nanoCAD GeoniCS есть возможность загружать все снимки в виде гиперссылки (рис. 7). Функционал nanoCAD GeoniCS позволяет просматривать изображение в исходном качестве и увеличивать для детального рассмотрения интересующего участка.

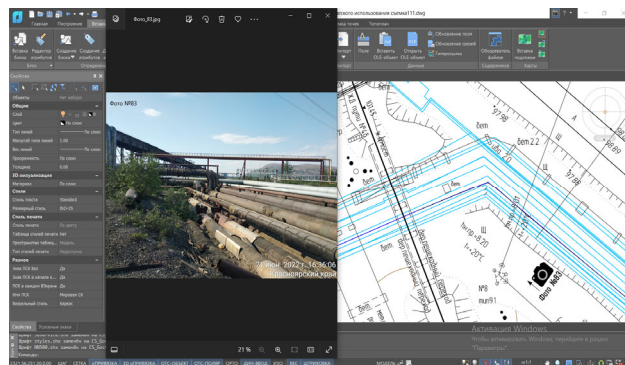


Рис. 7 Фрагмент цифрового топографического плана с прикрепленной гиперссылкой

Для большей информативности необходимо выполнять снимки с разных ракурсов и фиксировать направление съемки.

Заключение

Высокая плотность расположения трубопроводов, включая действующие и выведенные из эксплуатации, перегружает топографический план. Условные обозначения на топографических планах масштаба 1 : 500 не отображают фактическую конструкцию элементов трубопровода и не обеспечивают полного понимания пользователем ситуации на местности.

В рамках статьи рассмотрена технология дополнения топографических планов элементами визуализации с выполнением фотофиксации характерных участков и узлов инженерных коммуникаций.

Применение визуализации на цифровых топографических планах способствует повышению эффективности работ, оптимизации процесса и решения важных задач при проектировании. В камеральных условиях использование визуализации позволит обеспечить эффект присутствия на объекте и сократит сроки выполнения проектных работ.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Котляков В. М. Многолетняя мерзлота: Большая российская энциклопедия. Том «Россия». // БРЭ. В 35 т. плюс том «Россия». – М. : Изд-во «Большая российская энциклопедия», 2004–2017. – С. 63–65.
2. Журба М. Г., Соколова Л. И., Говорова Ж. М. Водоснабжение. Проектирование систем и сооружений : учебное пособие – Т. 1. Системы водоснабжения. Водозаборные сооружения. – М. : Изд-во АСВ, 2004. – С. 62–69.
3. Хренов Н. Н. Сооружение северных трубопроводов. Взаимодействие с многолетнемерзлыми грунтами в макетах и на трассе [Электронный ресурс] // Нефть. Газ. Промышленность, 2008. № 3. – URL: <http://neftegaz.ru/science/view/610/> (дата обращения: 21.02.2024).
4. Анастасьева И. В., Орехова В. И. Надземный способ прокладки инженерных коммуникаций в условиях Крайнего Севера // Современные инновации: фундаментальные и прикладные исследования : сборник научных трудов по материалам VIII Международной научно-практической конференции, Москва, 15–16 февраля 2018 года. – М. : Проблемы науки, 2018. – С. 9–11. – EDN TFZEPG.
5. Сметанина М. В. Особенности прокладки инженерных коммуникаций в условиях Крайнего Севера // Научный аспект. – 2023. – Т. 2, № 12. – С. 209–218. – EDN HSVREW.
6. Мурзинцева М. В., Минченко Е. В., Мурзинцев М. Н. Этапы проектирования инженерных коммуникаций в условиях плотной городской застройки // Интерэкспо ГЕО-Сибирь. XIX Международный научный конгресс, 17–19 мая 2023 г., Новосибирск : сборник материалов в 8 т. Т. 1 : Междунар. науч. конф. «Геодезия, геоинформатика, картография, маркшейдерия». – Новосибирск : СГУГиТ, 2023. № 1. – С. 96–102. – DOI 10.33764/2618-981X-2023-1-1-96-102. – EDN DUSPNA.
7. Богданов Б. Г. Закладка геодезических центров в районах многолетней мерзлоты. – М. : Недра, 1990. – С. 160.
8. Мурзинцев П. П., Биндер И. О. О необходимости актуализации строительных норм и правил по инженерно-геодезическим изысканиям для районов Крайнего Севера // Геодезия и картография. – 2017. – Т. 78, № 11. – С. 16–21. – DOI 10.22389/0016-7126-2017-929-11-16-21. – EDN YLJJUX.
9. Аглиулин С. Г., Демин В. Г., Сальникова П. П., Сальников В. Г. Геодезический контроль исполнительных схем с применением неметрических цифровых фотокамер // Безопасность труда в промышленности. – 2015. – № 12. – С. 84–86. – EDN VAXRBH.
10. Уставич Г. А., Кошелев В. А., Пошивайло Я. Г., Хоменко Т. А. Применение неметрических цифровых камер при выполнении инженерно-геодезических работ на промплощадке // Изв. вузов. Геодезия и аэрофотосъемка. – 2006. – № 4. – С. 11–16. – EDN VDPKEB.

Об авторах

Маргарита Владимировна Мурзинцева – ассистент кафедры картографии и геоинформатики.

Елена Валерьевна Минченко – заведующая лабораторией кафедры инженерной геодезии и маркшейдерского дела.

Станислава Игоревна Васютинская – кандидат экономических наук, доцент.

Получено 04.04.2024

© Е. В. Минченко, М. В. Мурзинцева, С. И. Васютинская, 2025

Technological scheme of preparation of digital topographic plans with visualization elements in the design of engineering communications

E. V. Minchenko^{1✉}, M. V. Murzintseva¹, S. I. Vasiutinskaya²

¹ Siberian State University of Geosystems and Technologies, Novosibirsk, Russian Federation

² Moscow State University of Geodesy and Cartography, Moscow, Russian Federation

e-mail: ovchinnik@list.ru

Abstract. Engineering communications are important for life support in modern urban infrastructure. In Russia the deterioration of utilities ranges from 30 to 70 %. Timely reconstruction and overhaul of utility networks in the Far North regions contributes not only to the environmental sustainability of infrastructure, but also to the maintenance of life support, as well as the development of industry in these regions. Reconstruction and overhaul of utilities are carried out in accordance with the design documentation. Topographic plans of 1:500 scale, prepared during engineering-geodetic surveys, are used for design. The article considers the technological scheme of topographic plans preparation with visualization elements during engineering-geodetic surveys for designing the reconstruction of water supply networks in Norilsk. It is suggested to use images taken with a digital camera during field work or UAV imagery as visualization elements. It is recommended to use visualization elements at intersections, branches, and other complex sections of utilities.

Keywords: engineering-geodetic surveys, engineering communications, permafrost soils, geodetic reference network, topographic survey, photofixation, digital topographic plans, hyperlinks

REFERENCES

1. Kotlyakov, V. M. (2004–2017) *Mnogoletnyaya merzlota: Bol'shaya Rossijskaya enciklopediya. Tom «Rossiya» [Permafrost: Big Russian Encyclopedia. Volume "Russia"]*. Vols. 35. - Moscow: "Big Russian Encyclopedia" [in Russian].
2. Zhurba, M. G., Sokolova, L. I., & Govorova, J. M. (2004) *Vodosnabzhenie. Proektirovanie sistem i sooruzhenij: uchebnoe posobie – V. 1. Sistemy vodosnabzheniya. Vodozabornye sooruzheniya. [Water supply. Design of systems and structures: textbook - V. 1. Water supply systems. Water intake structures]*. - Moscow: ASV [in Russian].
3. Khrenov, N. N. (2008) Sooruzhenie severnyh truboprovodov. Vzaimodejstvie s mnogoletnemerzlyimi gruntami v maketah i na trasse. *Neftegaz.Ru [Neftegaz.Ru]*, 3. [Electronic resource]. Access mode: <http://neftegaz.ru/science/view/610/> (access date: 21.02.2024).
4. Anastasieva, I. V., & Orekhova, V. I. (2018) Aboveground method of laying engineering communications in the Far North. *Sbornik nauchnyh trudov po materialam VIII Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoj konferencii: Sovremennye innovacii: fundamental'nye i prikladnye issledovaniya [Collection of scientific papers on the materials of the VIII International Scientific and Practical Conference: Modern Innovations: fundamental and applied research]* pp 9–11. Moscow. EDN TFZEPG [in Russian].

5. Smetanina, M. V. (2023) Features of laying engineering communications in the Far North. *Nauchnyj aspekt [Scientific aspect]*. 2 (12), 209–218. EDN HSVREW [in Russian].
6. Murzintseva, M. V., Minchenko, E. V., & Murzintsev, M. N.. (2023) Stages of engineering communications design in conditions of dense urban development. *Interexpo Geo-Sibir' [Interexpo Geo-Siberia]* (pp. 96–102). Novosibirsk: SSUGT Publ. DOI 10.33764/2618-981X-2023-1-1-96-102. EDN DUSPNA [in Russian].
7. Bogdanov, B. G. (1990) *Zakladka geodezicheskikh centrov v rajonah mnogoletnej merzloty [Laying of geodetic centers in areas of permafrost]* Moscow: Nedra. [in Russian].
8. Murzincev, P.P., Binder I.O. (2017) The necessity of updating building regulations for engineering-geodesic surveys for the Far North. *Geodesy and cartography*. 78 (11), 16–21. DOI 10.22389/0016-7126-2017-929-11-16-21. EDN YLJJUX [in Russian].
9. Agliulin, S. G., Demin V. G., Salnikova P. P., Salnikov V. G. (2015) Geodetic control of executive schemes using non-metric digital cameras. *Bezopasnost' truda v promyshlennosti [Labor safety in industry]*. 12. 84–86. EDN VAXRBH [in Russian].
10. Ustavich, G. A., Koshelev, V. A., Poshivaylo, Ya. G. G., & Khomenko, T. A. (2006) Application of non-metric digital cameras in engineering-geodetic works on the industrial site. *Izvestiya vuzov Geodeziya i aerofotos"emka [Izvestia of universities. Geodesy and aerial photography]*. 4. p. 11–16. EDN VDPKEB [in Russian].

Author details

Margarita V. Murzintseva – assistant at the Department of Cartography and Geoinformatics.

Elena V. Minchenko – head of the Laboratory of the Department of Engineering Geodesy and Mine Surveying.

Stanislava I. Vasyutinskaya – Ph. D., Associate Professor.

Received 04.04.2024

© E. V. Minchenko, M. V. Murzintseva, S. I. Vasyutinskaya, 2025