

УДК 332.2

DOI 10.26118/2782-4586.2025.57.38.042

Беденко Алексей Евгеньевич

Всероссийский научно-исследовательский институт систем орошения и
сельхозводоснабжения «Радуга»

Елагин Иван Тарасович

Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А.Тимирязева

Экономическая эффективность комплексной методики проведения кадастровых работ при межевании протяженных линейных объектов

Аннотация. В статье рассматривается проблема высокой трудоемкости и стоимости кадастровых работ при межевании протяженных линейных объектов. На примере проекта уточнения границ тепловой сети длиной 10,4 км в Московской области представлена комплексная методика, сочетающая тахеометрическую съемку, GNSS-геодезию, трассопоиск и БПЛА-съемку. Проведен детальный расчет стоимости работ по предлагаемой методике и традиционному тахеометрическому способу. Показано, что интеграция современных технологий, в частности БПЛА, позволяет снизить общую стоимость работ на 34% (186 000 руб.) за счет сокращения сроков полевого этапа и трудозатрат на камеральную обработку. Обоснована экономическая целесообразность и конкурентные преимущества внедрения данной методики для кадастровых инженеров.

Ключевые слова: кадастровые работы, межевой план, линейный объект, экономическая эффективность, БПЛА, GNSS, тахеометр, стоимость, трудозатраты.

Bedenko Aleksey Evgenevich

All-Russian Scientific Research Institute of Irrigation and Agricultural Water Supply Systems
«Raduga»

Elagin Ivan Tarasovich

Moscow Timiryazev Agricultural Academy

Modern approaches to surveying to clarify the boundaries of linear objects using the example of a heating network in the Moscow region

Abstract. The article discusses the problem of high labor intensity and cost of cadastral works in surveying extended linear objects. Using the example of a project to clarify the boundaries of a 10.4 km long thermal network in the Moscow region, a comprehensive methodology combining total station surveying, GNSS geodesy, tracerouting and UAV surveying is presented. A detailed calculation of the cost of work according to the proposed methodology and the traditional total station method has been carried out. It is shown that the integration of modern technologies, in particular UAVs, makes it possible to reduce the total cost of work by 34% (186,000 rubles) by reducing the time of the field stage and labor costs for desk processing. The economic feasibility and competitive advantages of implementing this methodology for cadastral engineers are substantiated.

Key words: cadastral works, boundary plan, linear object, economic efficiency, UAV, GNSS, total station, cost, labor costs.

Введение

Кадастровые работы представляют собой сложный многоуровневый процесс, требующий от инженера не только профильных знаний в области геодезии и земельного права, но и значительного практического опыта. Процедура межевания сопряжена с преодолением ряда системных административных и технических барьеров [1].

Ключевой проблемой является подготовка межевого плана, которая инициируется с запроса и последующего анализа данных из Единого государственного реестра недвижимости (ЕГРН) и реестра юридических лиц (ЕГРЮЛ). Однако реестровые сведения зачастую характеризуются фрагментарностью, противоречивостью или полным отсутствием информации об отдельных земельных участках и их правообладателях. Данная ситуация усугубляется в случаях наследования старой архивной документации, не прошедшей процедуру современной кадастровой унификации, что влечет за собой необходимость проведения дополнительных архивных изысканий, полевых измерений и юридической экспертизы для восстановления и верификации исходных данных. Эти непредвиденные процедуры напрямую влияют на увеличение сроков выполнения работ и, как следствие, ведут к значительному росту стоимости услуг, создавая финансовые риски как для исполнителя, так и для заказчика [2].

Особую категорию сложности представляют собой работы с протяженными линейными объектами, к которым относятся тепловые сети, газо- и водопроводы, линии электропередачи. Традиционные методы съемки, основанные преимущественно на тахеометрической съемке, становятся в данном случае не просто трудоемкими, но и экономически нецелесообразными. Протяженность объекта в десять километров, его прохождение через различные типы территорий требует колоссальных временных затрат на полевой этап, связанный с перемещением бригады и обеспечением видимости между пикетами. Кроме того, значительная протяженность увеличивает кумулятивную погрешность измерений, что ставит под угрозу точность определения границ и координат характерных точек. Проблема усугубляется необходимостью установления и точного картографирования охранных зон таких объектов, которые, согласно законодательству, имеют особый правовой статус и накладывают ограничения на использование смежных территорий [3].

Таким образом, применение исключительно традиционных методов для межевания линейных объектов не только крайне ресурсоемко, но и не обеспечивает в полной мере тех требований к точности, оперативности и комплексности, которые предъявляются к современным кадастровым работам, что актуализирует поиск и внедрение новых, более эффективных методик.

Целью данного исследования является разработка и экономическое обоснование комплексной методики проведения кадастровых работ для межевания линейных объектов, позволяющей оптимизировать затраты и повысить производительность труда без потери точности.

Объектом настоящего исследования выступил реализованный проект межевания, направленный на уточнение границ линейного объекта — тепловой сети общей протяженностью 10 394,83 м, расположенной в поселке Авангард Серпуховского района Московской области. Для достижения целей проекта и преодоления характерных проблем, связанных с межеванием протяженных объектов, была разработана и применена комплексная методика, интегрирующая четыре взаимодополняющих технологических компонента.

В первую очередь, для детализации наземных участков, точек ввода/вывода коммуникаций и съемки границ в условиях сложной городской и застроенной среды применялась тахеометрическая съемка с использованием электронного тахеометра Leica TS07, обеспечивающего высокую точность угловых и линейных измерений [4].

Параллельно, для оптимизации работ на открытых протяженных участках трассы был задействован GNSS-приемник Trimble R8S, работающий в режиме реального времени (RTK), что позволило осуществлять высокоточное и быстрое определение координат характерных точек без необходимости обеспечения прямой видимости между ними, существенно сокращая время полевого этапа [5].

Важным элементом методики, направленным на решение задачи неразрушающего контроля, стало использование трассоискателя, который обеспечил точную локализацию

подземных участков трубопроводов с точностью до 10-20 см в плане и по глубине, полностью исключив необходимость проведения дорогостоящих и трудоемких земляных работ для их визуального обследования [6].

Основным интегрирующим звеном, обеспечившим целостность пространственных данных, выступила беспилотная аэрофотосъемка с применением БПЛА DJI Phantom 4 RTK. Данная технология позволила в сжатые сроки получить высокоточный ортофотоплан и создать единую цифровую модель местности, что не только обеспечило визуализацию всей трассы и выявление потенциальных конфликтов с существующей инфраструктурой и растительностью, но и стало точной картографической основой для нанесения границ и охранных зон [7].

Для объективной оценки эффективности предложенной комплексной методики был проведен детальный сравнительный анализ затрат на выполнение всего объема кадастровых работ по двум альтернативным сценариям: инновационному, с применением описанного технологического комплекса, и традиционному, основанному исключительно на использовании тахеометрической съемки для решения всех задач проекта.

Данный методологический подход позволил количественно оценить не только прямую экономическую эффективность, но и косвенные преимущества, связанные с сокращением сроков и повышением точности и комплексности получаемых результатов.

Стоимость работ по комплексной методике

Расчет стоимости выполнения кадастровых работ по комплексной методике производился на основе нормативных трудозатрат и анализа рыночных цен на услуги кадастровых инженеров и аренду специализированного оборудования [8].

В структуре затрат традиционно выделяются три основных этапа работ. Первоначальный подготовительный этап, включающий получение исходных данных из ЕГРН, оформление запросов, разработку технического задания и плана работ, составил 41 000 рублей согласно тарифам, предусмотренным ГБУ БТИ города Серпухов.

Наиболее затратным оказался этап полевых работ, выполнявшийся бригадой в составе трех специалистов. В структуре полевых работ отдельно рассчитывалась стоимость каждого вида съемки. Рекогносцировка и закладка пунктов ОМС обошлась в 24 000 рублей. Тахеометрическая съемка наземных участков и конструкций заняла 3 рабочих дня и составила 72 000 рублей. GNSS-съемка основной трассы на открытых участках силами двух операторов в течение 2 дней потребовала 32 000 рублей. А работы по трассопоиску подземных участков заняли 1 день и составили 8 000 рублей. Аэрофотосъемка с применением БПЛА DJI Phantom 4 RTK с учетом аренды оборудования и работы оператора оценивалась в 27 000 рублей [9].

Суммарные трудозатраты на полевой этап достигли 163 000 рублей, а с учетом амортизации используемого оборудования (тахеометра, GNSS-приемника, трассопоиска) и транспортных расходов, составивших 49 000 рублей, общая стоимость полевых работ возросла до 212 000 рублей [10].

Завершающий камеральный этап включал обработку полученных данных и формирование итоговой документации. Обработка данных тахеометрической съемки потребовала 40 человеко-часов и составила 40 000 рублей; обработка материалов аэрофотосъемки заняла 24 человека-часа и оценивалась в 24 000 рублей; формирование межевого плана, составление итоговых чертежей и схем потребовало 24 человека-часа работы и составило 36 000 рублей. Таким образом, общая стоимость камеральных работ достигла 100 000 рублей [11].

Совокупные затраты на выполнение всего объема работ по комплексной методике, объединяющей все перечисленные технологические компоненты, составили 353 000 рублей, что продемонстрировало экономическую эффективность предложенного подхода по сравнению с традиционными методами выполнения кадастровых работ.

Стоимость работ по традиционной методике

В рамках сравнительного анализа был проведен расчет стоимости выполнения аналогичного объема работ с использованием исключительно традиционной тахеометрической методики. Применение только тахеометра для съемки всей протяженности объекта в 10,4 км в условиях разнородного рельефа и застройки приводит к существенному росту затрат на всех этапах работ.

Подготовительный этап, включающий получение исходных данных и разработку документации, сохраняет прежний объем затрат и составляет 41 000 рублей. Однако структура и стоимость последующих этапов претерпевает значительные изменения.

На этапе полевых работ наблюдается резкое увеличение трудозатрат. Без изменений остаются затраты на рекогносцировку и закладку пунктов ОМС, а также на работу с трассоискателем. Ключевое отличие заключается в стоимости тахеометрической съемки: необходимость детальной съемки всей протяженности трассы с обходом препятствий, установкой вех и отражателей увеличивает продолжительность работ до 7 дней. При повышенной ставке в 1500 рублей/час это составляет 252 000 рублей. Суммарные трудозатраты на полевой этап достигают 284 000 рублей, а с учетом амортизации оборудования и транспортных расходов (49 000 рублей) общая стоимость полевых работ возрастает до 333 000 рублей [12].

Камеральный этап также характеризуется значительным увеличением трудоемкости. Обработка значительно большего массива данных, полученных тахеометрическим способом, требует 60 человеко-часов работы, что оценивается в 60 000 рублей. Формирование межевого плана и составление чертежей усложняется работой с большим количеством точек и отсутствием целостной картографической основы, что увеличивает затраты до 70 человеко-часов и 105 000 рублей соответственно. Общая стоимость камеральных работ достигает 165 000 рублей [13].

Суммирование затрат по всем этапам демонстрирует, что общая стоимость работ по традиционной методике составляет 539 000 рублей, что существенно превышает затраты при использовании комплексного подхода и подтверждает экономическую нецелесообразность применения исключительно тахеометрического метода для межевания протяженных линейных объектов.

Сравнительный анализ и экономическая эффективность

Проведенный расчет наглядно демонстрирует явные преимущества комплексной методики, которые проявляются в трех аспектах.

Во-первых, достигается прямая экономия: разница в стоимости между подходами составляет 186 000 рублей, что в относительных величинах означает экономию в 34% от стоимости традиционного метода.

Второй элемент - Сокращение сроков выполнения полевых и камеральных работ, что значительно увеличивает оборот проектов внутри организации.

В совокупности эти факторы ведут к повышению конкурентоспособности, что является третьим компонентом рентабельности. Появляется возможность предложить заказчику более низкую цену при одновременном повышении скорости и качества выполнения работ, что формирует важное преимущество на рынке [14-15].

Дополнительные экономические преимущества

Внедрение комплексной методики, в частности БПЛА-съемки, не только оптимизирует текущие процессы, но и открывает для компании новые, дополнительные источники дохода.

Решающим достоинством становится расширение спектра услуг: высокодетализированные данные, такие как ортофотопланы и цифровые модели рельефа, превращаются в самостоятельный, востребованный продукт. Этот продукт может быть предложен широкому кругу заинтересованных сторон, включая муниципалитеты и проектировочные организации. Параллельно за счет роста производительности — благодаря сокращению времени на выполнение одного проекта — компания получает возможность принимать и выполнять больше заказов в единицу времени без расширения

штата сотрудников, что напрямую и существенно увеличивает общую прибыльность бизнеса.

Заключение

Представленное исследование доказывает не только техническую, но и высокую экономическую эффективность применения комплексной методики при межевании протяженных линейных объектов. Интеграция тахеометра, GNSS-оборудования, трассопоиска и БПЛА в единый технологический процесс позволяет достичь прямого снижения стоимости кадастровых работ на 34% по сравнению с традиционными методами.

Полученный экономический эффект складывается за счет значительного сокращения трудозатрат на полевом и камеральном этапах, а также открывает возможности для диверсификации услуг. Данная методика является стратегически важным направлением для цифровизации деятельности кадастровых инженеров и компаний, позволяя повысить их рентабельность и укрепить позиции на конкурентном рынке геодезических услуг.

Список источников

1. Боева А. А. Межевание земельных участков: современное состояние и проблемы //Перспективы развития науки: землеустройство, кадастр и охрана окружающей среды. – 2023. – С. 10-12.
2. Федорова К. О. Основные проблемы при разработке проекта межевания территории //студенческая наука-взгляд в будущее. – 2022. – С. 207-210.
3. Шишковский В. О. Организационные аспекты формирования земельных участков под линейные объекты //Основные принципы развития землеустройства и кадастров. – 2021. – С. 179-181.
4. Сафонова Д. А. Анализ применения электронного тахеометра //Научные известия. – 2022. – №. 29. – С. 112-114.
5. Далбараев А. С., Давыдов Э. Э. Использование GPS технологии в кадастровой деятельности //Международный журнал прикладных наук и технологий «Integral». – 2021. – №. 4.
6. Калинина В. А. Инженерно-геодезические изыскания по трассированию линейных сооружений (на примере дорожной развязки на пересечении ул. Мельникайте и ул. Дружбы г. Тюмень) //Успехи молодежной науки в агропромышленном комплексе. – 2022. – С. 90-104.
7. Щукина О. Г., Рузиев А. С., Эргашев М. З. Использование БПЛА Geoscan 201 для съемки линейного объекта трассы Хива-Ургенч //ИнтерКарто. ИнтерГИС. – 2022. – Т. 28. – №. 1. – С. 430-440.
8. Горбулин Р. П., Эрбес Н. С., Ишонин Р. М. Сравнительный экономический анализ технологий воздушного лазерного сканирования и аэрофототопографической съемки с помощью БПЛА //Устойчивое развитие земельно-имущественного комплекса муниципального образования: землестроительное, кадастровое и геодезическое сопровождение. – 2021. – С. 34-40.
9. Геодезические услуги в Серпухове [Электронный ресурс] // Сервис Гео. – URL: <https://srvgeo.ru/uslugi-v-mo/serpuhov/geodezicheskie-uslugi> (дата обращения: 13.09.2025).
10. Цены на геодезические работы [Электронный ресурс] // Кадион. – URL: <https://serpukhov.moskva-kadastr.com/pricelist/geodezicheskie-raboty> (дата обращения: 13.09.2025).
11. Геодезические работы в Серпухове [Электронный ресурс] // ПрофиРу. – URL: <https://profi.ru/remont/geodezicheskie-raboty/serpuhov> (дата обращения: 13.09.2025).
12. Геодезия в серпухове [Электронный ресурс] // Геокомпани. – URL: <https://geocompani.ru/region/serpukovskij-rajon/geodeziya-v-serpuxove/> (дата обращения: 13.09.2025).

13. Геодезические работы в Серпухове [Электронный ресурс] // СтройСнабГаз. – URL: <https://stroysnabgaz.ru/services/geodezicheskie-raboty-v-serpuhove/> (дата обращения: 13.09.2025).

14. Горбулин Р. П., Эрбес Н. С., Ишонин Р. М. Сравнительный экономический анализ технологий воздушного лазерного сканирования и аэрофототопографической съемки с помощью БПЛА //Устойчивое развитие земельно-имущественного комплекса муниципального образования: землеустроительное, кадастровое и геодезическое сопровождение. – 2021. – С. 34-40.

15. Матвеева А. А., Сорокина А. А. Формирование стоимости кадастровых работ при установлении границ охранной зоны линейного объекта на межселенных территориях //Землеустройство, кадастр и мониторинг земель: проблемы и перспективы развития. – 2023. – С. 61-66.

Сведения об авторах

Беденко Алексей Евгеньевич, младший научный сотрудник, ФГБНУ ВНИИ «Радуга», посёлок Радужный, Коломенский городской округ, Московская область, Россия

Елагин Иван Тарасович, студент-магистр, Институт садоводства и ландшафтной архитектуры, ФГБОУ ВО «РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева», Тимирязевская ул., 49, г. Москва, Россия

Information about the authors

Bedenko Alexey Evgenievich, Junior Researcher, Raduga Research Research Institute, Raduzhny Settlement, Kolomna City District, Moscow Region, Russia **Yelagin Ivan Tarasovich**, Master's student, Institute of Horticulture and Landscape Architecture, K.A. Timiryazev Russian State Agrarian University, Timiryazevskaya St., 49, Moscow, Russia