



«УТВЕРЖДАЮ»

И.о. ректора СГУГиТ,
канд. техн. наук, доцент

С.С. Янкелевич

2025 г.

ОТЗЫВ

ведущей организации федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Сибирский государственный университет геосистем и технологий» на диссертационную работу Парамонова Сергея Сергеевича на тему «Разработка метода построения цифровых карт перегонных тоннелей метрополитена для выявления визуальных дефектов с помощью нейронных сетей», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.8.3 – «Горнопромышленная и нефтегазопромысловая геология, геофизика, маркшейдерское дело и геометрия недр»

Актуальность работы

В последние десятилетия наблюдается урбанизация крупнейших мегаполисов, из-за чего использование инфраструктуры подземных линейных сооружений метрополитена стало играть лидирующее место среди всех видов городского транспорта. Строительство новых линий и станций метрополитена более привлекательная альтернатива наземному городскому транспорту, поскольку они не нарушают внешний облик городов и их возведение в меньшей мере зависит от существующих зданий и сооружений.

Наиболее подходящим видом городского транспорта для мегаполисов является метрополитен, безопасность и эффективность работы которого напрямую зависит от его технического состояния. В настоящее время данный контроль, заключается в визуальном отслеживании за развитием дефектов обделки перегонных тоннелей, осуществляется различными специалистами и службами, которые сталкиваются с множеством сложностей, связанных с ограниченным временем доступа к объекту и тяжелыми условиями труда.

Преодоление этих проблем возможно на основе автоматизированных подходов, включающих использование современных технических средств, методов сбора и обработки пространственных данных для построения цифровых карт внутренней поверхности перегонных тоннелей, позволяющие выявлять существующие дефекты обделки трассы метрополитена. Такой подход позволит оперативно принимать технические решения для выполнения ремонтно-восстановительных работ, что повысит эксплуатационную устойчивость

перегонных тоннелей метрополитена и уровень безопасности пассажирских перевозок.

Новизна исследования и полученных результатов, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации

Полученные диссертантом Парамоновым С.С. в ходе выполнения исследований результаты обладают научной новизной и имеют важное практическое значение.

На основе особенностей сбора пространственных данных внутренней поверхности обделки перегонных тоннелей для выявления визуальных дефектов и ограниченного времени работ на действующих линиях метрополитена, соискатель выносит на защиту три научных положения:

- использование панорамных цифровых фото- и видеоматериалов, полученных с помощью разработанного автором автоматизированного технического средства, позволяет на порядок повысить производительность сбора пространственных данных о состоянии тубинговой обделки перегонных тоннелей метрополитена.
- предложена схема пространственного размещения опорных знаков в перегонном тоннеле метрополитена с различными геометрическими характеристиками, определяющая их минимально необходимое количество для обработки пространственных данных при построении цифровой модели внутренней поверхности тубинговой обделки.
- обоснованы оптимальные размеры секций криволинейных участков перегонного тоннеля в зависимости от радиуса поворота трассы метрополитена, обеспечивающие построение их цифровых карт и надежную идентификацию визуальных дефектов поверхности тубинговой обделки.

Полученные данные позволяют выполнить построение цифровых моделей и карт перегонных тоннелей, на которых впоследствии могут быть выявлены визуальные дефекты.

В ходе выполнения исследований в рамках диссертационной работы было разработано автоматизированное техническое средство, позволяющая выполнять сбор пространственных данных перегонного тоннеля в период «технологического окна».

Работа построена традиционно, изложена логично и по своему содержанию, полностью отвечает научно-квалификационной работе на соискание ученой степени кандидата технических наук.

Во введении обоснована актуальность темы диссертационной работы, сформулирована цель, показана научная новизна и практическая значимость исследования.

Первая глава посвящена обзору и анализу выполнения контроля за техническим состоянием перегонных тоннелей метрополитена в России. Рассматриваются современные исследования, направленные на автоматизацию сбора пространственных данных зарубежными учеными, включая использование специальных технических средств и нейронных сетей. На основании выполненного анализа диссертант формулирует цель исследований и задачи, требующие своего решения.

Вторая глава посвящена разработке автоматизированного технического средства (передвижная тоннельная фотостанция), использующего панорамные цифровые фото- и видеоматериалы, позволяющие повысить производительность сбора пространственных данных тубинговой обделки перегонных тоннелей метрополитена. Предложены различные виды опорных знаков, включая разработанный тоннельный полигонометрический визир, устанавливаемый на пункт подземной полигонометрии. Определен наиболее эффективный способ сбора пространственных данных, позволяющий выполнить съемку самого длинного перегона в Москве в период «технологического окна». В результате автором доказано первое научное положение.

В третьей главе приводятся результаты обработки пространственных данных и исследования построений цифровых моделей и цифровых карт внутренней поверхности обделки перегонных тоннелей. Приведены результаты использования обученной нейронной сети для распознавания образов дефектов на построенной цифровой карте тоннеля. Обосновывается схема пространственного размещения и минимально необходимое количество опорных знаков в перегонном тоннеле метрополитена с различными геометрическими характеристиками. В результате автором доказано второе научное положение.

В четвертой главе приведена апробация предложенного метода в перегонном тоннеле длиной 2.6 км. Уточнена схема расположения опорных знаков на криволинейных участках. Обоснованы оптимальные размеры секций криволинейных участков перегонного тоннеля зависимости от радиуса поворота трассы метрополитена. В результате автором убедительно было доказано третье научное положение.

В заключении соискателем Парамоновым С.С. приводятся основные научные и практические результаты работы.

Значимость для науки и производства (практики) полученных автором диссертации результатов заключается в развитии методов маркшейдерского обеспечения эксплуатации перегонных тоннелей метрополитена на основе построения цифровых карт тубинговой обделки, используемых для отслеживания технического состояния конструкций.

Ценность работы состоит в разработке и создании автоматизированного технического средства получения панорамных цифровых фото- и видеоматериалов в период ночного «технологического окна» с необходимой достоверностью, полнотой и точностью, а также надежного алгоритма обнаружения дефектов

тубинговой обделки перегонных тоннелей метрополитена. Научно-практические результаты, полученные в ходе исследований, рекомендуются к использованию при визуальном обследовании перегонных тоннелей метрополитена ООО «Инжтоннельгеодезия», ГУП «Московский метрополитен», АО «Мосинжпроект» и другим.

Обоснованность и достоверность научных положений, выводов и рекомендаций подтверждается использованием различных общепризнанных методов исследования в области распознавания пространственных объектов, применением современных программных комплексов в обработке пространственных данных для построений цифровой модели и цифровой карты тоннеля, удовлетворительными результатами полученных цифровых материалов, обеспечивающими полные и достоверные характеристики визуальных дефектов внутренней поверхности обделки перегонного тоннеля.

Оценка содержания диссертации, ее завершенность в целом, оформление

Диссертация является законченной научно-квалификационной работой, ее содержание соответствует поставленным задачам и целям исследования. Результаты, представленные в диссертационной работе, имеют важное научно-практическое значение для решения задач, связанных с выполнением оперативного визуального обследования/мониторинга и выявления визуальных дефектов обделки перегонных тоннелей.

Содержание автореферата в полном объеме соответствует структуре и содержанию диссертации. Диссертация и автореферат написаны грамотным языком, в автореферате в достаточной степени отражены представленные в диссертации научные положения, выводы и рекомендации.

По теме диссертационной работы опубликованы 3 научные работы, все они в списке научных периодических изданий, рекомендованных ВАК Минобрнауки России. Опубликованные работы достаточно полно отражают содержание диссертации.

По работе имеются следующие замечания:

1. В качестве инструментария для сбора пространственных данных рассматривается панорамная камера, однако в работе отсутствует сравнение полученных результатов другими инструментами.
2. В работе приведен алгоритм поиска и фиксации таких дефектов как, протечки и выщелачивания, однако не рассмотрена возможность идентификации других дефектов обделки тоннелей. Возможно ли обучение нейронной сети для распознавания трещин, сколов и оголения арматуры?
3. В некоторых источниках утверждается что калибровка камеры по плоскому испытательному стенду не позволяет определить все параметры калибровки. Проводилась ли проверка качества определения параметров калибровки камер?

4. Уравнения коллинеарности можно было не приводить – они хорошо известны в литературе
5. Как на снимках распознавались знаки ТПВ и СФГМ?
6. Интересно было бы узнать относительную трудоемкость и стоимость каждого этапа предлагаемой методики?

Заключение

Рассматриваемая диссертационная работа по содержанию, объему и оформлению соответствует критериям «Положения о порядке присуждения ученых степеней» (Постановление Правительства Российской Федерации от 24.02.2013 г. № 842) и требованиям Положения о порядке присуждения ученых степеней в Национальном исследовательском технологическом университете «МИСИС», паспорту научной специальности 2.8.3 – «Горнопромышленная и нефтегазопромысловая геология, геофизика, маркшейдерское дело и геометрия недр» (пункты 3, 6, 9), а ее автор Парамонов Сергей Сергеевич заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук.

Диссертация и автореферат рассмотрены и обсуждены на заседании кафедры Инженерной геодезии и маркшейдерского дела 7 марта 2025 года, протокол № 8.

Зав. кафедры Инженерной геодезии и маркшейдерского дела, канд. техн. наук, доцент

В.Г. Сальников

Профессор кафедры Инженерной геодезии и маркшейдерского дела, докт. техн. наук, профессор

А.А. Шоломицкий

Подписи Сальникова В.Г. и Шоломицкого А.А. удостоверяю:

Сальников В.Г.



Шоломицкий А.А.

Михеев В.В.

Сведения о ведущей организации:

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Сибирский государственный университет геосистем и технологий» (ФГБОУ ВО «СГУГиТ»)

Почтовый адрес: 630108, г. Новосибирск,

ул. Плехотного, 10

тел.: +7 (383) 343-39-37

факс: +7 (383) 344-30-60

e-mail: rektorat@ssga.ru