

УДК 625.1:658.562

**МЕТОДИКА ИНСТРУМЕНТАЛЬНОЙ ВЕРИФИКАЦИИ ДОСТОВЕРНОСТИ
ОТЧЕТНЫХ МАТЕРИАЛОВ СТРОИТЕЛЬНОГО КОНТРОЛЯ
ПРИ ОСВИДЕТЕЛЬСТВОВАНИИ СКРЫТЫХ РАБОТ
НА ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫХ ОБЪЕКТАХ**

Аникин Данила Викторович

Эксперт

«Экспертно-методический центр

строительного контроля и управления

строительством Красноярского края» (ЭМЦ СК)

Аннотация

Статья посвящена разработке научно-методического подхода к обеспечению достоверности отчетности при освидетельствовании скрытых работ на линейно-протяженных объектах железнодорожной инфраструктуры. Автор рассматривает риски фальсификации исполнительной документации и предлагает комплексную методику аппаратной верификации данных. В работе детально описаны алгоритмы формирования защищенного цифрового отпечатка контроля, технология фотограмметрического анализа для проверки геометрических параметров и механизмы интеграции верифицированных данных в среду информационного моделирования. Реализация предложенных решений позволяет исключить субъективный фактор, гарантировать юридическую значимость отчетных материалов и повысить общую эксплуатационную надежность транспортных сооружений.

Ключевые слова: строительный контроль, железнодорожная инфраструктура, скрытые работы, фотофиксация, метаданные, фотограмметрия, ГЛОНАСС, АОСР, технологии информационного моделирования (ТИМ), электронный журнал работ.

1. Системные риски при освидетельствовании скрытых работ

Железнодорожное строительство характеризуется высокой концентрацией скрытых работ — от послойного уплотнения земляного полотна и устройства дренажных систем до армирования фундаментов опор контактной сети и укладки кабельных магистралей СЦБ (сигнализации, централизации и блокировки). Специфика данных работ заключается в невозможности их прямого визуального контроля после завершения последующих этапов строительства.

В условиях протяженности объектов и дефицита времени на камеральную проверку существующая практика фотофиксации часто становится инструментом формальной отчетности. Основные риски включают использование некорректных временных меток, замену координат съемки, ретуширование дефектов и многократное использование одних и тех же снимков для разных конструктивных узлов. Учитывая, что дефекты скрытых работ (просадки пути, коррозия арматуры) проявляются через годы, вопрос инструментального подтверждения подлинности данных является критическим для обеспечения безопасности движения.

2. Технология формирования «доверенного цифрового отпечатка»

Авторская методика предлагает переход от пассивной фотофиксации к активному формированию верифицированного пакета данных. Система контроля должна обеспечивать следующие ключевые функции.

- Пространственно-временная аутентификация (ГНСС-привязка). Фотофиксация должна осуществляться исключительно через специализированные мобильные интерфейсы, блокирующие возможность импорта изображений из сторонних галерей. Координаты (ГЛОНАСС), точное время, синхронизированное

с серверами государственного эталона, и азимут направления камеры должны записываться в зашифрованные метаданные (EXIF-заголовки).

- Криптографическое хеширование данных. В момент формирования снимка программный комплекс генерирует уникальный буквенно-цифровой код (хеш-сумму), фиксирующий состояние каждого пикселя. Данная хеш-сумма немедленно передается в облачное хранилище ОАО «РЖД». Любое последующее вмешательство (цветокоррекция, кадрирование, изменение даты) приводит к несовпадению хеш-суммы, что автоматически лишает документ юридической силы.
- Телеметрическая верификация ракурса. Фиксация данных встроенного акселерометра и гироскопа позволяет определить точный угол наклона устройства. Это дает возможность программно подтвердить, что камера направлена именно на тот участок пикетажа (километр/метр), который указан в акте освидетельствования скрытых работ (АОСР).

3. Фотограмметрия и лазерное сканирование как методы объективного контроля

Для наиболее ответственных узлов (мостовые опоры, эстакады, подпорные стенки) методика предполагает использование наземной фотограмметрии и методов трехмерного сканирования.

Инженерная реализация. Вместо разрозненных фотографий инспектор строительного контроля выполняет серию снимков узла с разных ракурсов с перекрытием не менее 60%. Программное обеспечение методом триангуляции реконструирует метрически точную трехмерную модель объекта.

Верификационный эффект. Полученное облако точек автоматически сопоставляется с проектной информационной моделью (ТИМ/BIM). Система проводит коллизионный анализ, выявляя отклонения в диаметре арматуры, шаге

ячеек или фактической глубине заложения траншеи. Таким образом, отчетным материалом становится не субъективное фото, а математически достоверный цифровой слепок, который сопоставляется с проектными допусками.

4. Юридическая значимость и интеграция в электронный документооборот

Внедрение методики инструментальной верификации полностью соответствует вектору развития российского законодательства в области капитального строительства и цифровизации документации. К ключевым нормативным опорам относятся:

- Приказ Минстроя России № 1026/пр, закрепляющий ведение исполнительной документации в электронном виде как приоритетное направление организации строительного контроля;
- статья 754 Гражданского кодекса Российской Федерации, определяющая ответственность подрядчика за качество выполненных работ.

Интеграция верифицированных фото- и трехмерных материалов в электронный общий журнал работ (ЭОЖР) создает «матрицу ответственности» для всех участников процесса. Использование машиночитаемых доверенностей (МЧД) и усиленных электронных подписей в связке с подтвержденными координатами съемки исключает возможность дистанционного подписания актов без фактического посещения объекта инспектором. Таким образом, юридическая значимость отчетных материалов опирается не только на формальные реквизиты, но и на защищенный цифровой контур их получения.

5. Ограничения и перспективы развития методики инструментальной верификации

5.1. Ограничения технической и информационной инфраструктуры

Одним из основных ограничений внедрения предлагаемой методики является готовность технической и информационной инфраструктуры объектов железнодорожного строительства. Использование специализированных мобильных устройств, стабильных каналов передачи данных и защищенных облачных хранилищ требует соответствующего уровня оснащения подрядных организаций и служб строительного контроля. В условиях удаленных участков и сложных климатических условий стабильность связи и доступ к инфраструктуре могут становиться фактором риска для своевременной передачи и верификации данных.

Не менее существенным ограничением выступает отсутствие единых отраслевых стандартов на форматы метаданных, криптографические алгоритмы и структуру хранимых цифровых отпечатков. Без унификации требований возрастает риск несовместимости решений различных поставщиков программного обеспечения и сложности при интеграции данных в единую корпоративную среду.

5.2. Организационно-правовые аспекты и человеческий фактор

Несмотря на высокий уровень технической защиты, эффективность методики во многом зависит от организационной дисциплины и готовности участников процесса к изменениям. Переход от формальной фотофиксации к регламентированной инструментальной верификации требует пересмотра внутренних регламентов строительного контроля, системы мотивации персонала и ответственности за нарушения установленного порядка.

Важным фактором является также восприятие новой методики инспекторами и инженерно-техническими работниками. При недостаточном обучении или сопротивлении изменениям возможно сохранение теневых практик и попыток обхода установленных процедур. Для минимизации этих рисков необходимо закрепление требований к инструментальной верификации в договорах подряда,

корпоративных стандартах и ведомственных нормативных документах, а также проведение целенаправленной подготовки персонала.

5.3. Перспективы интеграции с предиктивными и риск-ориентированными моделями

Перспективным направлением развития является интеграция инструментально верифицированных данных со средствами предиктивной аналитики и риск-ориентированного управления жизненным циклом объектов. Накопление структурированных фото- и 3D-материалов, связанных с конкретными участками пути, типами скрытых работ и выявленными в дальнейшем дефектами, создает основу для построения моделей, оценивающих влияние нарушений технологии на последующее эксплуатационное состояние инфраструктуры.^[1]

Сопоставление участков, по которым верификация проводилась в полном объеме, с участками, где применялись традиционные подходы к фотофиксации, позволит количественно оценить снижение рисков аварийности и экономический эффект от внедрения методики. В долгосрочной перспективе данные инструментальной верификации могут стать неотъемлемой частью цифрового профиля объекта, используемого при принятии решений о ремонтах, модернизации и изменении нормативных требований к качеству скрытых работ.

Заключение

Методика инструментальной верификации достоверности отчетных материалов при освидетельствовании скрытых работ на железнодорожных объектах представляет собой переход от доверительной модели строительного контроля к модели доказательной. Сочетание криптографической защиты данных, ГЛОНАСС-привязки и фотограмметрической обработки создает прозрачный и технически обоснованный контур формирования исполнительной документации.

Реализация предложенного подхода позволяет исключить значительную часть субъективных факторов, повысить юридическую значимость отчетных материалов, ускорить процедуры приемки и одновременно снизить риски возникновения дефектов, связанных с нарушениями при выполнении скрытых работ. Учет технических, организационных и нормативных ограничений, а также целенаправленное развитие отраслевой стандартизации и интеграции с предиктивными моделями создают предпосылки для широкого внедрения методики в систему строительного контроля. В условиях цифровой трансформации отрасли железнодорожного строительства данный подход может рассматриваться как один из ключевых инструментов повышения долговечности и безопасности объектов транспортной инфраструктуры.