

Транспортные сооружения / Russian Journal of Transport Engineering <https://t-s.today>

2026, Том 13, № 2 / 2026, Vol. 13, Iss. 2 <https://t-s.today/issue-2-2026.html>

URL статьи: <https://t-s.today/PDF/12SATS226.pdf>

DOI: 10.15862/12SATS226 (<https://doi.org/10.15862/12SATS226>)

2.1.8. Проектирование и строительство дорог, метрополитенов, аэродромов, мостов и транспортных тоннелей (технические науки)

Ссылка для цитирования этой статьи:

Решетникова, А. В. Контроль строительно-монтажных работ через технологии компьютерного зрения / А. В. Решетникова, И. О. Разов // Транспортные сооружения. — 2026. — Т. 13. — № 2. — URL: <https://t-s.today/PDF/12SATS226.pdf>. DOI: 10.15862/12SATS226.

For citation:

Reshetnikova A.V., Razov I.O. Control of construction and installation works through computer vision technology. *Russian Journal of Transport Engineering*. 2026;13(2): 12SATS226. Available at: <https://t-s.today/PDF/12SATS226.pdf>. DOI: 10.15862/12SATS226. (In Russ., abstract in Eng.).

УДК 69

Решетникова Александра Владимировна

ФГБОУ ВО «Тюменский индустриальный университет», Тюмень, Россия
Строительный институт
E-mail: Reshetnikova389@yandex.ru
ORCID: <https://orcid.org/0009-0004-1578-0326>
РИНЦ: https://elibrary.ru/author_profile.asp?id=1336923

Разов Игорь Олегович

ФГБОУ ВО «Тюменский индустриальный университет», Тюмень, Россия
Строительный институт
Доцент
Кандидат технических наук
E-mail: razovio@mail.ru
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4829-7080>
SCOPUS: <https://www.scopus.com/authid/detail.url?authorId=57190863789>

Контроль строительно-монтажных работ через технологии компьютерного зрения

Аннотация. В статье рассматривается проблема сохранения высокого уровня производственного травматизма в строительной отрасли Российской Федерации, где коэффициент частоты случаев со смертельным исходом в 2,58 раза превышает среднероссийский показатель. Актуальность исследования обусловлена ограниченностью традиционных визуальных методов надзора и отсутствием научно обоснованных подходов к мультизадачному применению компьютерного зрения на строительных площадках. Целью работы явилось теоретическое обоснование возможности комплексного использования систем компьютерного зрения для одновременного мониторинга качества строительно-монтажных работ, соблюдения требований охраны труда и логистической оптимизации в рамках единой информационной среды объекта. Авторами проведен анализ существующих публикаций по теме, выявивший фрагментарность исследований: большинство работ направлено на решение изолированных задач — либо детектирование дефектов конструкций, либо контроль применения средств индивидуальной защиты, либо отслеживание перемещения техники. В статье последовательно рассмотрены технические этапы обработки визуальных данных, включая предварительную фильтрацию шумов, нейросетевую сегментацию изображений, а также обосновано применение инфракрасного спектра для преодоления помех, вызванных запыленностью и атмосферными осадками.

Показаны перспективы интеграции компьютерного зрения с информационным моделированием зданий и интернетом вещей для создания «умной» строительной площадки. Систематизированы функциональные возможности контроля качества: выявление и классификация дефектов, автоматизированный учет конструкций и инструментов по уникальным идентификаторам. Раскрыт потенциал круглосуточного мониторинга соблюдения техники безопасности и оптимизации логистики, в том числе с применением беспилотных летательных аппаратов. Определены требования к быстродействию систем, включая допустимую задержку передачи сигнала о нарушении до 50 миллисекунд. Систематизированы преимущества комплексного подхода и обозначены ограничения, связанные с чувствительностью алгоритмов к метеорологическим факторам.

Ключевые слова: компьютерное зрение; строительная отрасль; производственный травматизм; контроль качества; техника безопасности; информационное моделирование зданий; интернет вещей

Введение

Несмотря на устойчивую тенденцию к снижению производственного травматизма в Российской Федерации за последнее десятилетие (с 28 240 пострадавших в 2015 г. до 21 428 в 2024 г., или в 1,32 раза), строительная отрасль сохраняет статус одного из наиболее травмоопасных видов экономической деятельности. По данным Росстата, при среднесписочной численности занятых в строительстве 1427,4 тыс. чел. в 2024 г. (6,9 % от общей численности работающих в РФ) количество пострадавших составило 1811 чел., а число несчастных случаев со смертельным исходом — 184 чел.¹ Коэффициент частоты травматизма со смертельным исходом в строительстве ($K_{ч.см} = 0,129$) превышает среднероссийский показатель (0,050) в 2,58 раза, что выводит отрасль на первое место по данному показателю среди всех видов экономической деятельности.

Основными причинами сохранения высокого уровня травматизма в строительстве являются: работа на высоте, эксплуатация грузоподъемных механизмов, обрушение конструкций в процессе монтажа, наезд строительной техники на персонал, а также пренебрежение средствами индивидуальной защиты (СИЗ) и несанкционированное нахождение в опасных зонах производства работ. Традиционные методы контроля безопасности, основанные на визуальном наблюдении инженерами ПТО и службами охраны труда, не способны обеспечить тотальный круглосуточный мониторинг динамичной строительной площадки, особенно на крупных рассредоточенных объектах [1].

В настоящее время в строительной отрасли накоплен значительный опыт применения систем мониторинга, которые включают в себя как классические геодезические методы (лазерное сканирование, тахеометрическая съемка), так и современные цифровые подходы, связанные с информационным моделированием зданий (BIM), позволяющим создавать цифровые копии объектов и управлять проектными данными на всех этапах жизненного цикла [2]. Работы таких исследователей, как А. Ненастьев, О. Н. Кузина, Д. К. Тлепов и других, показывают значительный потенциал применения компьютерного зрения для автоматизации строительных процессов [3–5; 20].

Однако анализ научной литературы выявляет ряд пробелов. Во-первых, большинство проведенных исследований направлены на решение узких, изолированных задач: либо только обнаружение дефектов в бетоне (сегментация трещин, отклонения геометрии) [6], либо

¹ Официальный сайт Федеральной службы государственной статистики (Росстат) [Электронный ресурс]. — URL: <https://rosstat.gov.ru/> (дата обращения: 27.04.2026).

контроль наличия СИЗ у рабочих [7], либо мониторинг логистики и перемещения техники [7]. Во-вторых, в известных публикациях крайне скупо освещены вопросы устойчивости алгоритмов к атмосферным воздействиям (пыль, дождь, туман, освещение) и не установлены пороговые значения, при которых точность детектирования падает ниже допустимого уровня [8; 9]. В-третьих, не проработаны протоколы интеграции гетерогенных сенсоров (RGB-камеры, тепловизоры, IoT-устройства) с BIM-средой в режиме реального времени с минимизацией сетевой латентности.

Таким образом, существует противоречие между высокой потребностью строительной отрасли в комплексных автоматизированных системах обеспечения безопасности и контроля качества, с одной стороны, и отсутствием научно обоснованных подходов к мультизадачному применению компьютерного зрения на стройплощадке, с другой.

Целью настоящей работы является теоретическое обоснование возможности комплексного применения систем компьютерного зрения для одновременного мониторинга качества строительно-монтажных работ, соблюдения техники безопасности и логистической оптимизации в рамках единой информационной среды строительного объекта.

Задачи исследования:

1. Рассмотреть технические принципы сбора и поэтапной обработки визуальных данных с различных типов камер, включая методы предварительной фильтрации, нейросетевой сегментации изображений и обоснование применения инфракрасного спектра для подавления атмосферных помех.
2. Обосновать перспективы интеграции компьютерного зрения с информационным моделированием зданий и интернетом вещей для создания «умной» строительной площадки с постоянным контролем рабочих, техники и строительных процессов.
3. Систематизировать функциональные возможности компьютерного зрения для контроля качества строительно-монтажных работ, включая выявление и классификацию дефектов конструкций, а также автоматизированный учет элементов и инструментов по уникальным идентификаторам.
4. Раскрыть потенциал применения компьютерного зрения и беспилотных летательных аппаратов для круглосуточного мониторинга соблюдения техники безопасности и оптимизации логистики на строительной площадке.
5. Определить требования к скорости обработки данных и допустимой латентности передачи сигналов, а также систематизировать преимущества и ограничения комплексного подхода к применению компьютерного зрения в строительстве.

Технические основы компьютерного зрения в строительстве

Основой компьютерного зрения является процесс преобразования различных сигналов в цифровые данные. При отражении световых сигналов от объектов, расположенных на строительной площадке, свет попадает на сенсоры камер, формируя матрицу пикселей. В строительстве применяют различные типы камер: стандартные камеры (RGB) для получения цветных изображений, тепловизоры для анализа температуры объектов, глубинные (ToF или стерео) камеры для получения трехмерных данных. Качество получаемых данных непосредственно зависит от разрешения камер. Высокое разрешение (4K и выше) требуется для выявления мелких дефектов, например, для обнаружения небольших трещин в конструкциях. Для общего же мониторинга строительной площадки достаточно иметь стандартную камеру среднего разрешения и высокой четкости изображений [3].

Компьютерное зрение имеет достаточно сложные алгоритмы обработки изображений [9]. Данные представляются в виде трехмерной матрицы, в которой информация зашифрована в ширине, высоте и цветовых каналах. Каждый пиксель в матрице содержит данные о яркости и цвете.

Компьютерное зрение обрабатывает визуальные данные в несколько этапов. Первым этапом производится предварительная обработка полученных данных, улучшается качество исходных изображений. Для этого применяют алгоритмы фильтрации шумов, например, Гауссово размытие или методы выравнивания гистограмм для коррекции освещения. Применение данных методов позволяет подготовить изображение к глубокому анализу, исключить дефекты съемки и устранить нечеткость изображения из-за погодных условий [3].

Второй этап заключается в сегментации изображения — процесс разделяет изображение на отдельные смысловые области (элементы конструкций, людей, технику). Для сегментации всё чаще применяются нейросетевые методы, способные распознавать сложные паттерны на основе больших наборов данных, такие как Mask R-CNN или YOLO [10].

Применение компьютерного зрения в строительстве сталкивается с множеством трудностей. Изменчивые погодные условия, атмосферные осадки, уровень освещения, пыль на строительной площадке и многое другое. Все эти факторы негативно влияют на качество входных данных.

Для решения данной проблемы используется не только программная фильтрация, но и аппаратное расширение спектра: переход в инфракрасный спектр для повышения резкости изображения. Инфракрасные (ИК) камеры, особенно коротковолнового (SWIR) и длинноволнового (LWIR) диапазонов, обладают уникальной способностью проникать сквозь аэрозольные взвеси, туман и пыль, так как длина волны ИК-излучения больше размера частиц, что снижает рассеивание Ми. Тепловизоры позволяют сегментировать объекты не по цвету, а по тепловому контрасту, делая силуэт рабочего или перегретого подшипника техники видимым даже при нулевой оптической видимости в видимом диапазоне [11].

Перспективы развития: интеграция с BIM и IoT

Перспективы развития компьютерного зрения в строительстве связаны с интеграцией технологий в цифровые процессы [12]. Информационное моделирование зданий (BIM) — способ проектирования и управления зданиями с помощью специализированного программного обеспечения, в результате чего создается информационная модель здания [4].

Компьютерное зрение совместно с BIM позволяет создавать цифровых двойников строящихся объектов, что дает возможность наперед оценить принятые проектные решения, исключить допущение ошибок и рационально управлять процессом [13].

Совместное использование компьютерного зрения, информационной модели и интернета вещей позволяет создавать «умные» строительные площадки, где рабочие, техника и все строительные процессы находятся под постоянным контролем. Это достигается за счет внедрения IoT-датчиков на элементах опалубки, строительных лесах и технике, данные с которых агрегируются вместе с видеопотоком в BIM-систему [14].

Благодаря компьютерному зрению значительно упрощается строительный процесс: если камера фиксирует отклонение геометрии монтируемого элемента от проектной оси, система через IoT-контроллер автоматически останавливает кран или отправляет предупреждение на умные часы монтажника. Регулируется фактическая численность рабочих в смене, оптимизируется логистика подачи материалов по сигналу с детекторов пустых зон складирования, сокращаются затраты и сроки на строительство [8].

Практическое применение и контроль качества

Компьютерное зрение предлагает инновационные решения для автоматизации процессов строительства. Современные системы способны анализировать визуальные данные в режиме реального времени, выявлять отклонения от проектных параметров, предотвращать аварийные ситуации и повышать общую эффективность строительных работ [15].

Применение компьютерного зрения наиболее востребовано для контроля над качеством строительства. Технологии автоматизации позволяют своевременно выявлять дефекты конструкций, такие как трещины в бетоне, неравномерная усадка, отклонения от вертикали или горизонтали. Благодаря своевременному устранению дефектов, сроки строительства не сдвигаются, а запланированный бюджет проекта не растет. Системы компьютерного зрения анализируют поверхности конструкций с высокой точностью, обнаруживая даже микроскопические повреждения, которые могут быть незаметны человеческому глазу. Для этого используются алгоритмы обработки изображений. Особое значение имеет интеграция систем компьютерного зрения с BIM-моделями, позволяющая автоматически сравнивать фактическое состояние объекта с проектным, выявляя любые расхождения в геометрии или расположении конструктивных элементов [16].

Современные системы способны не только обнаруживать дефекты, но и классифицировать их по степени опасности (рис. 1). После чего, система предлагает наиболее оптимальные рекомендации по устранению дефектов [16].

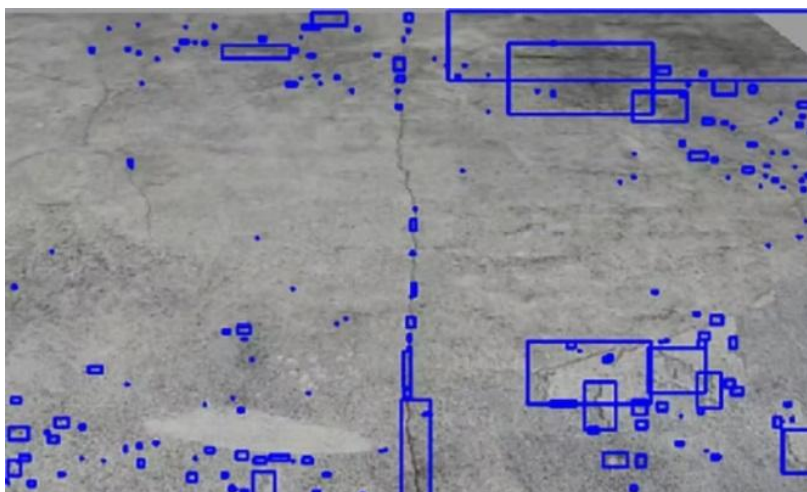


Рисунок 1. Амир Эбрахимханл. Карта дефектов²

(источник: <https://archinect.com/news/article/150415966/drexel-university-researchers-develop-ai-guided-robotic-structural-inspection-system>)

Компьютерное зрение в системах учета конструкций фокусируется на считывании уникального идентификатора (QR-кода или RFID-метки), который наносят на заводе-изготовителе. Там же прописывают номенклатуру, которая соответствует идентификатору. После того, как на конструкцию нанесли идентификатор, она вносится в базу данных в системе с указанием необходимых физико-механических характеристик. В процессе монтажа камера на шлеме монтажника или дроне распознает маркер (рисунок 2), автоматически отмечая элемент как смонтированный в BIM-модели, исключая бумажные акты освидетельствования скрытых работ [10].

² Амир Эбрахимханл. Карта дефектов [Электронный ресурс]. — URL: <https://archinect.com/news/article/150415966/drexel-university-researchers-develop-ai-guided-robotic-structural-inspection-system>] // Drexel University researchers develop AI-guided robotic structural inspection system. — Archinect, 12.02.2024. (дата обращения: 27.04.2026).



Рисунок 2. Bimar System. Маркер с уникальным идентификатором (источник: <https://bimar.pro/>)



Рисунок 3. Bimar System. Считывание меток (источник: <https://bimar.pro/>)

Метки наносятся и на инструменты. Инструменты заранее вручную размечают и вносят в систему. После чего в системе появляются записи о том, когда и кому выдавался инструмент, и когда его вернули.

Мониторинг безопасности и логистики

Автоматизация мониторинга стройплощадок — еще одно важное применение компьютерного зрения в строительстве. Системы видеонаблюдения, оснащенные интеллектуальными алгоритмами анализа изображений, позволяют круглосуточно контролировать ситуацию на строительной площадке. Компьютерное зрение используется для отслеживания перемещения людей и техники, что особенно важно для обеспечения безопасности на объекте [17].

Любое нарушение техники безопасности, алгоритмы автоматически считывают, производится контроль за использованием средств индивидуальной защиты, нахождением работников в опасной зоне производства работ, а также в системе регистрируются работники, которые вносятся в базу данных и вход на объект осуществляется через контрольно-пропускной пункт. При обнаружении факта отсутствия каски или жилета, или при входе рабочего в запретную зону (определяемую виртуальным периметром в координатах камеры), система не только подает звуковой сигнал, но и мгновенно формирует отчет в электронном журнале с привязкой ко времени и геопозиции, доступный надзорным органам [18] (рис. 4).

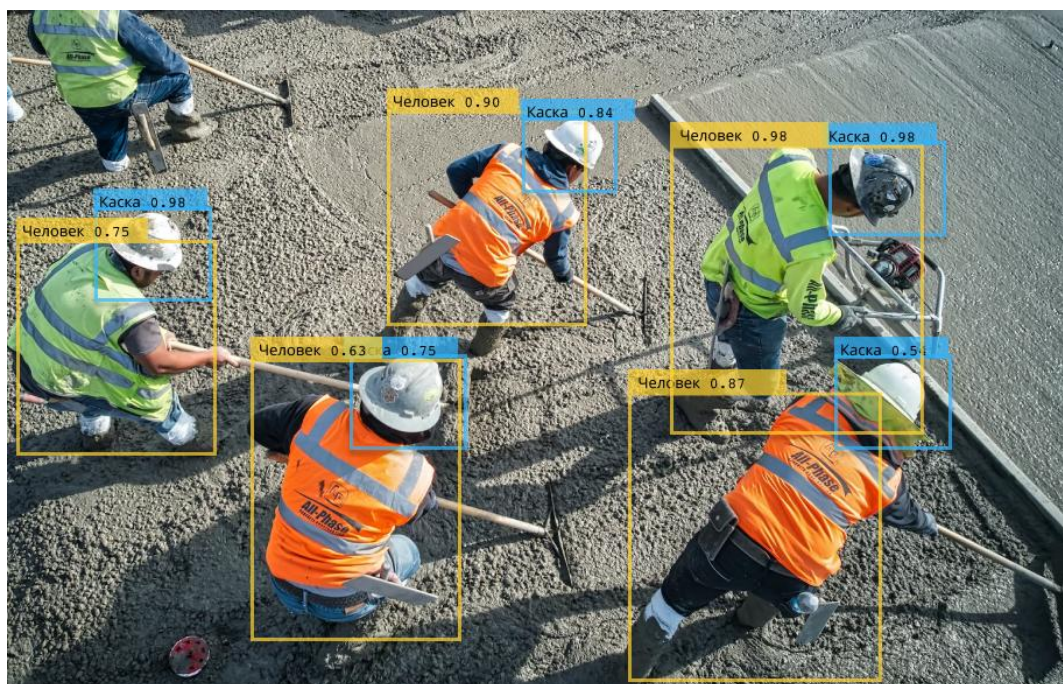


Рисунок 4. *Bimar System. Контроль за применением средств индивидуальной защиты (источник: <https://bimar.pro/>)*

Кроме того, системы мониторинга помогают оптимизировать логистику на стройплощадке, анализируя перемещения материалов и техники, выявляя узкие места в организации работ [3].

Современные решения включают использование дронов с камерами высокого разрешения, которые обеспечивают панорамный обзор крупных строительных площадок и позволяют отслеживать ход строительства в труднодоступных зонах. Получаемые данные обрабатываются в реальном времени, предоставляя руководителям строительства актуальную информацию о состоянии объекта (рис. 5). Дроны помогают снизить затраты на мониторинг и повышают безопасность, выполняя опасные задачи вместо человека [19].

Система контроля безопасности охватывает всю строительную площадку и может отслеживать до нескольких десятков объектов, расположенных на ней. В случае, если за безопасностью следил бы человек, то реакция на нарушение техники безопасности была бы не такой мгновенной, в связи с человеческим фактором и невозможностью отследить записи со множества камер [3]. В свою очередь, автоматизированная система контроля использует распределенные вычисления на граничных устройствах, что передает сигнал о нарушении с задержкой до 50 миллисекунд. Это наиболее актуально для крупных объектов с сотнями одновременно работающих строителей, где необходимо следить за множеством параметров — от правильности монтажа конструкций до соблюдения техники безопасности.

Заключение

Проведенное исследование подтвердило актуальность внедрения систем компьютерного зрения для снижения производственного травматизма в строительстве, где коэффициент частоты смертельного травматизма в 2,58 раза превышает среднероссийский показатель.

В ходе решения первой задачи рассмотрены технические принципы обработки визуальных данных: типы камер, методы предварительной фильтрации и нейросетевой сегментации, а также обосновано применение инфракрасного спектра для подавления помех от пыли, тумана и осадков. В рамках второй задачи показано, что интеграция компьютерного зрения с информационным моделированием зданий и интернетом вещей позволяет создавать «умные» строительные площадки с постоянным контролем всех процессов и автоматическим реагированием на отклонения. В соответствии с третьей задачей систематизированы возможности контроля качества: выявление, классификация дефектов и нанесение их на карту, а также автоматизированный учет конструкций и инструментов по уникальным идентификаторам. В ходе решения четвертой задачи раскрыт потенциал круглосуточного мониторинга безопасности (контроль средств индивидуальной защиты, опасных зон, регистрация персонала) и логистики, в том числе с применением дронов для обзора труднодоступных зон. В рамках пятой задачи определены требования к быстродействию (обработка до 60 кадров в секунду, задержка сигнала до 50 миллисекунд), систематизированы преимущества и ограничения подхода, намечены перспективы — разработка адаптивных сенсоров и совершенствование методов глубокого обучения.

Таким образом, цель исследования — теоретическое обоснование возможности комплексного применения компьютерного зрения для одновременного мониторинга качества, безопасности и логистики в единой информационной среде строительного объекта — полностью достигнута.

Перспективы дальнейших исследований включают: разработку адаптивных сенсоров, компенсирующих влияние погодных условий на качество входных данных; экспериментальное определение пороговых значений запыленности и влажности, при которых точность алгоритмов падает ниже допустимого уровня; совершенствование методов глубокого обучения для устойчивого распознавания объектов в неблагоприятных метеоусловиях; создание унифицированных протоколов интеграции разнотипных камер и сенсоров интернета вещей с информационными моделями зданий при минимальной сетевой латентности. Решение этих задач позволит системам компьютерного зрения стать незаменимым инструментом снижения травматизма, повышения качества и эффективности строительного производства.

ЛИТЕРАТУРА

1. Чипизубов Д. В. Анализ причин производственного травматизма в строительной отрасли России и разработка мероприятий по его снижению / Д. В. Чипизубов // Техносферная безопасность: материалы Девятой Всероссийской научно-технической конференции с международным участием, Омск, 25 апреля 2022 года / Омский государственный технический университет. — Омск: Омский государственный технический университет, 2022. — С. 141–143. — EDN: [UKPSTL](#). (дата обращения: 16.02.2026).
2. Чахкиев И. М. Организация мониторинга в строительстве / И. М. Чахкиев, А. П. Михеев // Организация строительного производства: материалы III Всероссийской научно-практической конференции, Санкт-Петербург, 10–11 февраля 2021 года. — Санкт-Петербург: Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет, 2021. — С. 156–163. — EDN: [WODGMB](#). (дата обращения: 16.02.2026).
3. Кузина О. Н. Управление строительством с использованием компьютерного зрения на строительной площадке / О. Н. Кузина // Строительство и архитектура. — 2023. — Т. 11, № 4. — С. 34. — DOI: [10.29039/2308-0191-2023-11-4-34-32](#). — EDN: [RORSTL](#). (дата обращения: 16.02.2026).
4. Кузина О. Н. Датацентричный BIM-сценарий исполнительного моделирования и приемки работ по объекту капитального строительства / О. Н. Кузина // Научно-технический вестник Поволжья. — 2022. — № 1. — С. 35–41. — EDN: [TJNBRO](#). (дата обращения: 16.02.2026).
5. Тлепов Д. К. Применение беспилотных летательных аппаратов в строительстве: современные решения и возможности / Д. К. Тлепов // Молодой ученый. — 2024. — № 20(519). — С. 77–80. — DOI: [10.5281/zenodo.11218558](#). — EDN: [MFRRTY](#). (дата обращения: 16.02.2026).
6. Агов А. В. Тенденции и прогнозы развития строительной отрасли в условиях цифровизации строительства / А. В. Агов, И. А. Жирикова // Перспектива-2025: материалы Международной научной конференции студентов, аспирантов и молодых учёных, Нальчик, 24–27 апреля 2025 года. — Нальчик: Кабардино-Балкарский государственный университет имени Х. М. Бербекова, 2025. — С. 585–588. — EDN: [IZEJNM](#). (дата обращения: 16.02.2026).
7. Protasova M.A. Analysis of Existing Domestic and International Practices of the Unmanned Aerial Vehicles' Using in Construction and Some Prospects for Their Using in the Middle Urals / M.A. Protasova, K.A. Zaikova, N.I. Fomin // Russian Journal of Construction Science and Technology. — 2020. — Т. 6, № 1. — С. 14–21. — DOI: [10.15826/rjcsst.2020.1.003](#). — EDN: [VZLJRA](#). (дата обращения: 16.02.2026).
8. Димитрюк Ю. С. Применение искусственного интеллекта в архитектурно-строительном проектировании: перспективы и вызовы / Ю. С. Димитрюк, В. И. Прокопенко, П. В. Рожов // Инженерный вестник Дона. — 2025. — № 11(131). — С. 946–954. — EDN: [CUIKUQ](#). (дата обращения: 16.02.2026).
9. Авраменко Е. П. Инновационные технологии современного строительства: лазерное сканирование при строительстве и реконструкции зданий / Е. П. Авраменко // Цифровая среда как инструмент модернизации и инновационного развития: сборник статей Международной научно-практической конференции, Ижевск, 12 января 2024 года. — Уфа: ООО "Омега сайнс", 2024. — С. 170–173. — EDN: [AKPPSQ](#). (дата обращения: 16.02.2026).

10. Ендуткин П. В. Интеграция BIM-систем и БПЛА в сфере недвижимости и строительства: обзор инновационных подходов и практических решений / П. В. Ендуткин // Достижения науки и технологий (ДНИТ-IV-2025): сборник научных статей по материалам IV Всероссийской (национальной) научной конференции, Красноярск, 27–28 февраля 2025 года. — Красноярск: Общественное учреждение "Красноярский краевой Дом науки и техники Российского союза научных и инженерных общественных объединений", 2025. — С. 249–255. — DOI: [10.47813/dnit.4.2025.3008](https://doi.org/10.47813/dnit.4.2025.3008). — EDN: [IOXSZO](https://www.edn.net/IOXSZO). (дата обращения: 16.02.2026).
11. Сеник Н. В. Натурное тепловизионное обследование ограждающих конструкций / Н. В. Сеник // Современные перспективы развития гибких производственных систем в промышленном гражданском строительстве и агропромышленном комплексе: сборник научных статей Всероссийской научно-технической конференции молодых ученых, аспирантов, магистров и бакалавров, Курск, 26 мая 2023 года / Курский государственный аграрный университет имени И. И. Иванова. Том 1. — Курск: Закрытое акционерное общество "Университетская книга", 2023. — С. 351–354. — EDN: [NJELKJ](https://www.edn.net/NJELKJ). (дата обращения: 16.02.2026).
12. Баринов Н. С. Применение искусственного интеллекта в строительстве в России: опыт, барьеры и перспективы масштабирования / Н. С. Баринов, А. Х. Ашрапов // Нефть и газ: опыт и инновации. — 2023. — Т. 7, № 1. — С. 6–10. — EDN: [MECACG](https://www.edn.net/MECACG). (дата обращения: 16.02.2026).
13. Patel N. Bridge information modeling and ar using terrestrial laser scanner / N. Patel, K. Parikh, B. Patel // Reliability: Theory & Applications. — 2021. — Т. 16, № S1(60). — С. 17–23. — EDN: [SOIPKK](https://www.edn.net/SOIPKK). (дата обращения: 16.02.2026).
14. К вопросу о создании цифрового двойника для строительства автомобильной дороги / А. Е. Акимов, С. Н. Бондаренко, А. Н. Бодяков, А. В. Курлыкина // Системные технологии. — 2023. — № 4(49). — С. 25–34. — DOI: [10.55287/22275398_2023_4_25](https://doi.org/10.55287/22275398_2023_4_25). — EDN: [TCFMCQ](https://www.edn.net/TCFMCQ). (дата обращения: 16.02.2026).
15. Мункуев А. М. Контроль и оценка качества строительных материалов с использованием искусственного интеллекта / А. М. Мункуев // Вестник науки. — 2025. — Т. 3, № 5(86). — С. 1747–1758. — EDN: [OFKERY](https://www.edn.net/OFKERY). (дата обращения: 16.02.2026).
16. Гаряев А. Н. Применение искусственного интеллекта для контроля строительной техники в гидротехническом строительстве / А. Н. Гаряев, М. М. Железнов // Строительство — формирование среды жизнедеятельности: сборник материалов семинара молодых учёных XXVI Международной научной конференции, Ташкент, 26–28 апреля 2023 года. — Москва: Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет, 2023. — С. 189–193. — EDN: [LBPOBA](https://www.edn.net/LBPOBA). (дата обращения: 16.02.2026).
17. Федоров В. С. Учет рабочих и оборудования с помощью цифровых инструментов на стадии строительства / В. С. Федоров, Н. В. Купчикова, Т. В. Золина // Потенциал интеллектуально одаренной молодежи — развитию науки и образования: материалы XI Международного научного форума молодых ученых, инноваторов, студентов и школьников, Астрахань, 17–18 мая 2022 года / под общей редакцией Т. В. Золиной. — Астрахань: Астраханский государственный архитектурно-строительный университет, 2022. — С. 583–586. — EDN: [YJNFJF](https://www.edn.net/YJNFJF). (дата обращения: 16.02.2026).

18. Enhancing Construction Site Safety Using Computer Vision and Drones / A.R. Omarov, A.Zh. Zhussupbekov, O.D. Bibalaev [et al.] // Вестник Евразийского национального университета имени Л. Н. Гумилева. Серия: Технические науки и технологии. — 2025. — № 3(152). — С. 201–214. — DOI: [10.32523/2616-7263-2025-152-3-201-214](https://doi.org/10.32523/2616-7263-2025-152-3-201-214). — EDN: [BLTRAP](https://www.edn.net/BLTRAP). (дата обращения: 16.02.2026).
19. Кумов А. В. Актуальность использования дронов в строительстве / А. В. Кумов // Актуальные проблемы и перспективы развития строительного комплекса: сборник трудов Международной научно-практической конференции, в 2 ч., Волгоград, 07-08 декабря 2021 года. Том Часть 1. — Волгоград: Волгоградский государственный технический университет (ВолгГТУ), 2021. — С. 175–181. — EDN: [GYCJYV](https://www.edn.net/GYCJYV). (дата обращения: 16.02.2026).
20. Полковникова Н. А. Исследование методов и алгоритмов компьютерного зрения на основе свёрточных и рекуррентных нейронных сетей / Н. А. Полковникова // Эксплуатация морского транспорта. — 2020. — № 3(96). — С. 154–168. — DOI: [10.34046/aumsuomt96/21](https://doi.org/10.34046/aumsuomt96/21). — EDN: [TQLDDM](https://www.edn.net/TQLDDM). (дата обращения: 16.02.2026).

Reshetnikova Aleksandra Vladimirovna

Industrial University of Tyumen, Tyumen, Russia

Construction Institute

E-mail: Reshetnikova389@yandex.ru

ORCID: <https://orcid.org/0009-0004-1578-0326>

RSCI: https://elibrary.ru/author_profile.asp?id=1336923

Razov Igor Olegovich

Industrial University of Tyumen, Tyumen, Russia

Construction Institute

E-mail: razovio@mail.ru

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4829-7080>

SCOPUS: <https://www.scopus.com/authid/detail.url?authorId=57190863789>

Control of construction and installation works through computer vision technology

Abstract. The article examines the problem of maintaining a high level of occupational injuries in the construction industry of the Russian Federation, where the death rate is 2.58 times higher than the national average. The relevance of the study is due to the limitations of traditional visual surveillance methods and the lack of scientifically sound approaches to the multitasking application of computer vision on construction sites. The aim of the work was to theoretically substantiate the possibility of integrated use of computer vision systems for simultaneous monitoring of the quality of construction and installation work, compliance with labor protection requirements and logistical optimization within the framework of a single information environment of the facility. The authors conducted an analysis of existing publications on the topic, which revealed the fragmentary nature of research: most of the work is aimed at solving isolated tasks — either detecting structural defects, monitoring the use of personal protective equipment, or tracking the movement of equipment. The article consistently examines the technical stages of visual data processing, including noise pre-filtering, neural network image segmentation, and justifies the use of the infrared spectrum to overcome interference caused by dust and precipitation. The prospects of integrating computer vision with information modeling of buildings and the Internet of Things to create a «smart» construction site are shown. The functional capabilities of quality control are systematized: identification and classification of defects, automated accounting of structures and tools by unique identifiers. The potential of round-the-clock monitoring of compliance with safety regulations and optimization of logistics, including with the use of unmanned aerial vehicles, has been revealed. The requirements for system performance have been defined, including an acceptable delay in transmitting a violation signal of up to 50 milliseconds. The advantages of an integrated approach are systematized and the limitations associated with the sensitivity of algorithms to meteorological factors are outlined.

Keywords: computer vision; construction industry; occupational injuries; quality control; safety technology; building information modeling; Internet of Things