

УДК 625.7/.8.05

ПРИМЕНЕНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ЛАЗЕРНОГО СКАНИРОВАНИЯ LEICA GEOSYSTEMS ДЛЯ СБОРА ДАННЫХ С МЕСТ ДОРОЖНО-ТРАНСПОРТНЫХ ПРОИСШЕСТВИЙ

К. В. Идрисов

Руководитель отдела продаж, S&E TOO «Leica Geosystems Kazakhstan», Алматы, Казахстан

E-mail: kirill.idrisov@leica-geosystems.com

АННОТАЦИЯ

Обеспечение безопасности дорожного движения требует эффективных методов анализа дорожно-транспортных происшествий (ДТП). В статье рассматривается использование технологий лазерного сканирования (ЛС) от компании Leica Geosystems для детального сбора данных с мест ДТП. Описаны ключевые преимущества ЛС, включая создание высокоточных трехмерных моделей, скорость работы, минимизацию ошибок и снижение влияния человеческого фактора. Представлены возможности лазерных сканеров Leica BLK360 и RTC360, а также программного обеспечения Leica MAP360 для обработки данных. Особое внимание уделено интеграции аппаратных и программных решений компании, что позволяет эффективно реконструировать инциденты и разрабатывать превентивные меры. Примеры внедрения в Великобритании и Испании подтверждают, что технологии ЛС повышают точность анализа ДТП, ускоряют процесс расследования и улучшают качество представляемых доказательств, что способствует снижению аварийности и повышению уровня безопасности.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:

Безопасность дорожного движения, лазерное сканирование, реконструкция ДТП, трехмерные модели, анализ данных, цифровые двойники, облака точек, визуализация.

ВВЕДЕНИЕ

Дорожно-транспортные происшествия (ДТП) представляют собой одну из наиболее значимых проблем общественной безопасности во всем мире. Ежегодно миллионы людей становятся жертвами аварий, приводящих к травмам, смертям и значительным экономическим потерям [1]. Анализ мест ДТП играет ключевую роль в выявлении причин инцидентов, разработке превентивных мер и улучшении общей безопасности дорожного движения [2]. В современных условиях эффективный и точный сбор данных с мест происшествий становится критически важным аспектом работы специалистов в области дорожной безопасности и судебной экспертизы [3].

Традиционные методы сбора данных на местах ДТП, такие как фотодокументация, ручные измерения и использование двухмерных схем, обладают рядом существенных ограничений. Во-первых, они требуют значительных временных и трудовых затрат, что особенно критично в условиях оперативного реагирования на место аварии [3]. Во-вторых, точность и полнота получаемых данных могут быть недостаточными для детального анализа инцидента [2]. В-третьих, человеческий фактор, связанный с возможными ошибками при измерениях и документировании, может негативно сказаться на качестве реконструкции ДТП [3].

В связи с этими вызовами все большую популярность приобретает технология лазерного сканирования (ЛС), которая позволяет создавать высокоточные трехмерные модели мест ДТП с минимальными временными и трудовыми затратами [4]. Лазерные сканеры способны собирать миллионы точек данных за короткий промежуток времени, обеспечивая детализированное и полное представление исследуемой территории [4]. Это значительно повышает скорость и точность процесса сбора данных, а также уменьшает вероятность ошибок, связанных с человеческим фактором [5].

Современные требования к качеству и оперативности сбора данных на местах ДТП требуют использования передовых технологий, способных обеспечить максимальную точность и полноту информации при минимальных временных затратах [6], [7]. Технология ЛС от Leica Geosystems отвечает этим требованиям, предлагая комплексные решения, включающие как аппаратное обеспечение, так и специализированное программное обеспечение для сбора и обработки данных [8]. Внедрение таких технологий в практику анализа ДТП способствует не только повышению эффективности работы специалистов, но и улучшению качества расследований, что в итоге приводит к снижению числа аварий и повышению уровня безопасности на дорогах [6].

Настоящая статья направлена на детальное рассмотрение применения технологий ЛС от Leica Geosystems для сбора данных с мест ДТП. Особое внимание будет уделено скорости сбора данных, их полноте и точности, а также интеграции аппаратных и программных решений компании. Будут проанализированы преимущества использования данных технологий по сравнению с традиционными методами, а также представлены примеры успешного внедрения решений Leica Geosystems в практике анализа ДТП. Целью статьи является демонстрация потенциала лазерного сканирования для повышения эффективности и надежности процесса реконструкции дорожно-транспортных происшествий, а также обсуждение перспектив дальнейшего развития и интеграции этих технологий в сферу безопасности дорожного движения.

МЕТОДОЛОГИЯ

1. Технология лазерного сканирования.

Технология ЛС, также известная как reality capture, представляет собой метод сбора пространственных данных с использованием лазерных лучей для измерения расстояний до объектов [5]. Основным принцип работы лазерного сканера заключается в излучении лазерного импульса и измерении времени, необходимого для его отражения от поверхности объекта и возвращения к приемнику. Этот процесс позволяет создавать облака точек, представляющие трехмерную геометрию исследуемой области с высокой степенью детализации и точности [9]. Одним из ключевых параметров лазерных сканеров является плотность точек, то есть количество точек, которое сканер способен собрать за единицу времени. Высокая плотность точек обеспечивает более детализированное представление объекта, однако требует больших вычислительных ресурсов для обработки данных. Точность измерений также варьируется в зависимости от типа и модели сканера, но современные устройства способны достигать точности до миллиметров [8].

Преимущества технологии ЛС включают высокую точность и детализацию получаемых данных, что позволяет создавать точные трехмерные модели объектов и пространств (цифровые двойники). Кроме того, ЛС обеспечивает высокую скорость сбора данных, что значительно сокращает время, необходимое для проведения обследований и анализа. Способность технологии захватывать сложные геометрические формы и детали делает ее незаменимой в различных областях, включая гражданское строительство, архитектуру, археологию и судебно-медицинскую экспертизу [6], [9].

Однако, несмотря на многочисленные преимущества, ЛС имеет и ряд недостатков. Так лазерные сканеры чувствительны к условиям окружающей среды, таким как осадки, пыль и температура окружающей среды, что может негативно сказываться на качестве собираемых данных. Ограничения технологии ЛС включают необходимость прямой видимости между сканером и объектами, что может затруднить сбор данных в условиях наличия преград или сложной топографии. Отражательные и прозрачные поверхности могут вызывать погрешности в измерениях, снижая точность получаемых данных. Также значительный объем данных, генерируемый лазерными сканерами, требует мощных вычислительных ресурсов и эффективных методов обработки и хранения информации. Кроме того, сложность обработки больших объемов данных требует наличия квалифицированных специалистов и соответствующих программных средств, что может увеличивать временные и финансовые затраты на проект.

Однако, технология ЛС представляет собой мощный инструмент для сбора пространственных данных, обеспечивая непревзойденно высокую точность, скорость и полноту информации. Несмотря

на некоторые ограничения, преимущества технологии делают ее незаменимой для применения в различных областях, где точность и оперативность сбора данных имеют критическое значение для эффективного расследования и разработки мер по предотвращению инцидентов.

2. Сбор данных с мест ДТП.

Сбор данных с мест ДТП с использованием технологии ЛС включает несколько ключевых этапов. Первым этапом является подготовка к сканированию, которая включает оценку условий на месте аварии, определение оптимальных позиций для установки сканеров и планирование маршрутов сканирования. Это позволяет максимально охватить территорию происшествия и минимизировать время, затрачиваемое на организационные мероприятия. Вторым этапом является само сканирование, при котором используются лазерные сканеры для сбора пространственных данных. Важно обеспечить стабильное положение оборудования и минимизировать вибрации, чтобы повысить точность измерений. Для достижения максимальной полноты данных рекомендуется выполнять многократные проходы сканером с разных точек обзора, что позволяет устранить возможные скрытые области и обеспечить полное покрытие сцены ДТП. После завершения сканирования проводится обработка данных, включающая регистрацию облаков точек, очистку от шумов и объединение данных из различных проходов в единую трехмерную модель. На этом этапе используются специализированные программные средства для выравнивания и коррекции данных, что гарантирует высокую точность и согласованность модели. Заключительным этапом является анализ и визуализация полученных данных, который включает проведение измерений, моделирование сценариев ДТП и подготовку отчетов для дальнейшего расследования. Трехмерная модель позволяет детально изучить расположение транспортных средств, дорожных знаков, разметки и других элементов окружения, что способствует точному определению причин инцидента и разработке рекомендаций по предотвращению аналогичных происшествий в будущем.

Таким образом, методология сбора данных с мест ДТП с использованием лазерного сканирования обеспечивает комплексный и систематический подход, позволяющий получать высококачественные пространственные данные в кратчайшие сроки, что является критически важным для эффективного расследования и анализа дорожно-транспортных происшествий.

3. Комплексные решения Leica Geosystems, оптимизированные для сбора данных с мест ДТП.

Одним из ключевых факторов успешного сбора и анализа данных с мест дорожно-транспортных происшествий является наличие полного набора инструментов, интегрированных в единую систему. Компания Leica Geosystems выделяется на рынке как

одна из немногих компаний, предлагающих полноценные решения, специально ориентированные на обеспечение общественной безопасности [11].

Среди ключевых устройств компании можно выделить Leica BLK360 и Leica RTC360, каждое из которых обладает уникальными характеристиками, способствующими эффективному проведению сбора трехмерных данных.

Leica BLK360 представляет собой компактный и портативный сканер, отличающийся высокой точностью измерений (до ± 4 мм. на 10 м.) и скоростью сканирования до 360 тысяч точек в секунду. Его легкий вес и небольшие габариты позволяют быстро развернуть оборудование в ограниченных пространствах, что особенно важно при оперативном реагировании на место происшествия. BLK360 оснащен автоматической регистрацией данных, что минимизирует необходимость ручного вмешательства и ускоряет процесс создания трехмерной модели аварийной сцены.

Leica RTC360 является более продвинутым мобильным сканером, способным собирать до 2 миллионов точек в секунду с высокой плотностью точек. Это устройство также обеспечивает автоматическую регистрацию данных и обладает возможностью интеграции с различными системами управления, что значительно ускоряет процесс сбора и обработки данных. RTC360 оборудован интуитивно понятным интерфейсом, позволяющим пользователям быстро настраивать параметры сканирования и адаптироваться к изменяющимся условиям на месте ДТП. Высокая плотность точек и точность измерений делают RTC360 идеальным выбором для создания детализированных и достоверных трехмерных моделей аварийных сцен.

Помимо функциональности лазерного сканирования, устройства Leica Geosystems оснащены возможностями фотофиксации, включая создание панорамных снимков на 360 градусов. Это позволяет дополнительно документировать место происшествия, обеспечивая визуальную поддержку трехмерных моделей. Фотографии, сделанные непосредственно сканером, автоматически геопривязываются к облакам точек, что облегчает интеграцию визуальных данных с пространственными измерениями. Кроме того, устройства способны использовать геопривязанные снимки из других источников, таких как мобильные устройства, что расширяет возможности по сбору данных и улучшает полноту документации аварийной сцены.

В отличие от многих других производителей, Leica предоставляет не только высокоточные лазерные сканеры, но и специализированное программное обеспечение, такое как Leica MAP360 [12] - продвинутый программный продукт для визуализации и анимации, предназначенный для создания полных трехмерных моделей мест ДТП. Это программное обеспечение позволяет импортировать облака точек, полученные с помощью лазерных сканеров, и преобразовывать их в интерактивные 3D-среды. Такие модели создают иммерсивное представление сцены происшествия, позволяя следователям и судебным экспертам визуализировать инцидент с высокой степенью детализации. Кроме того, программное обеспечение поддерживает продвинутые методы отрисовки и анимации, что способствует точной реконструкции событий. Благодаря гибкости импорта данных с различных сенсоров MAP360 обеспечивает полную реконструкцию сцены происшествия, создавая так

называемый "Forensic Digital Twin" — точную цифровую копию аварийной сцены. Интуитивно понятные инструменты для анализа, такие как анализ деформации транспортных средств, расчет скоростей и создание отчетов, значительно упрощают процесс расследования и повышают точность выводов.

Интеграция MAP360 с аппаратными средствами Leica Geosystems, такими как сканеры BLK360 и RTC360, создаёт синергетический эффект, позволяющий существенно повысить скорость и точность сбора данных. Это комплексное решение обеспечивает единую рабочую среду, где данные собираются, обрабатываются и анализируются последовательно и эффективно, минимизируя вероятность ошибок и сокращая время, необходимое для подготовки отчётов. Таким образом, Leica Geosystems предоставляет уникальный полный набор инструментов, направленных на обеспечение общественной безопасности, что делает её решения предпочтительными для организаций, стремящихся повысить качество и оперативность расследований дорожно-транспортных происшествий.

Таким образом, Leica Geosystems предлагает уникальный полный набор инструментов, направленных на обеспечение общественной безопасности. Их комплексные решения не только облегчают процесс сбора данных с мест ДТП, но и обеспечивают высокую точность и полноту информации, необходимой для тщательного анализа инцидентов. Это делает Leica Geosystems предпочтительным выбором для организаций, стремящихся повысить качество и оперативность расследований дорожно-транспортных происшествий.

ПРИМЕРЫ ВНЕДРЕНИЯ

В ряде стран уже успешно реализованы проекты по использованию технологий ЛС в сфере общественной безопасности и расследований ДТП. Ниже приведено описание нескольких примеров внедрения.

а. Великобритания, Западный Йоркшир.

С 2008 года полиция Западного Йоркшира стала первой полицией в Великобритании, внедрившей лазерный сканер Leica HDS 6000, а впоследствии обновив свою систему до модели RTC360. Использование лазерных сканеров позволило криминалистическим командам захватывать каждую деталь места происшествия с высокой точностью [13]. Технология лазерного сканирования обеспечила полное документирование сцены преступления, что значительно снизило вероятность упущения важных улик. Благодаря высокой плотности точек и автоматической регистрации данных, специалисты смогли оперативно создавать детализированные трехмерные модели аварийных сцен, что значительно ускорило процесс расследования.

ЛС кардинально изменило способ представления данных в судебных процессах. Полиция Западного Йоркшира использует полученные данные для создания трехмерных моделей мест преступлений, которые могут быть преобразованы в двумерные планы для удобства судей и присяжных. Однако команда также начала использовать 3D визуализацию и полноценные трехмерные модели для повышения ясности и восприятия доказательств. Такие модели позволяют участникам судебных разбирательств более наглядно понимать

расположение объектов и динамику событий, что способствует более точному и объективному принятию решений.

Опыт полиции Западного Йоркшира демонстрирует, как интеграция передовых цифровых технологий, включая лазерное сканирование, 3D печать и виртуальную реальность, может значительно повысить качество и эффективность расследований в сфере общественной безопасности. Комплексные решения от Leica Geosystems, сочетающие высокоточные сканеры и специализированное программное обеспечение, обеспечивают полную и детализированную документацию мест происшествий, что способствует более точному анализу причин инцидентов и улучшению судебных процессов. Эти технологии не только ускоряют процесс сбора и обработки данных, но и повышают надежность и достоверность представляемых доказательств, что является критически важным для достижения справедливости и обеспечения безопасности общества.

б. Испания, Компания ServiCom Peritos.

Компания ServiCom Peritos из Испании является ведущим экспертом в области реконструкции аварийных сцен и оценки ДТП в Испании. С более чем 25-летним опытом работы в сфере автомобильной механики, ServiCom Peritos внедрила передовые цифровые технологии для оптимизации рабочих процессов и повышения качества предоставляемых услуг. Внедрение лазерных сканеров Leica Geosystems, таких как RTC360 и BLK360, позволило компании создавать виртуальные трехмерные модели мест аварий — "Forensic Digital Twin". Эти модели обеспечивают детализированное и точное документирование всех элементов сцены происшествия, включая транспортные средства, обломки и дорожные отметки [14].

Опыт ServiCom Peritos демонстрирует, как интеграция высокоточных лазерных сканеров и специализированного программного обеспечения может значительно повысить эффективность и надежность расследований дорожно-транспортных происшествий. Эти технологии не только ускоряют процесс сбора и обработки данных, но и повышают точность представляемых доказательств, способствуя достижению справедливости и повышению безопасности общества.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Технология ЛС предоставляет значительные преимущества по сравнению с традиционными методами сбора данных на местах ДТП. Высокая скорость и автоматизация процессов позволяют оперативно получать полные и точные данные, что является критически важным для своевременного анализа и принятия решений. Полнота трехмерных моделей обеспечивает детализированное представление аварийной сцены, что способствует выявлению даже незначительных факторов, влияющих на ход событий.

Внедрение современных цифровых технологий, таких как лазерное сканирование, в сферу общественной безопасности, включая анализ ДТП, демонстрирует значительную экономическую эффективность и существенную экономию времени. Инвестиции в такие технологии, несмотря на первоначальные затраты на приобретение оборудования и обучение персонала, быстро окупаются за счет ряда факторов, связанных с повышением эффективности и качества работы.

с. Возврат инвестиций (ROI).

Одним из ключевых аспектов экономической эффективности является возврат инвестиций (ROI). Исследования показывают, что использование лазерных сканеров позволяет значительно сократить расходы, связанные с проведением различных расследований [15], [16]. Традиционные методы сбора данных, такие как ручные измерения и фотодокументация, требуют большего времени и ресурсов, что напрямую влияет на общие затраты. Внедрение ЛС позволяет уменьшить количество необходимых человеко-часов, снижая затраты на рабочую силу и сокращая сроки проведения расследований.

Кроме того, высокая точность и полнота собираемых данных уменьшают вероятность ошибок и необходимости повторных обследований, что также способствует снижению затрат. В ряде случаев ROI может быть достигнут в течение первого года эксплуатации оборудования за счет сокращения операционных расходов и повышения эффективности работы специалистов.

д. Экономия времени.

Использование лазерных сканеров, таких как Leica BLK360 и Leica RTC360, обеспечивает значительную экономию времени на каждом этапе сбора и обработки данных. Автоматизация процесса регистрации данных и высокая скорость сканирования позволяют оперативно собирать детализированную информацию с места происшествия. Например, время, необходимое для создания точной трехмерной модели аварийной сцены, сокращается с нескольких часов до нескольких минут, что критически важно для оперативного реагирования и принятия решений.

Программное обеспечение Leica MAP360 и Leica Cyclone дополнительно ускоряет процесс обработки и анализа данных, обеспечивая быстрое создание визуализаций и отчетов. Это позволяет экспертам быстрее приступать к анализу инцидентов и подготовке рекомендаций, что способствует более оперативному внедрению профилактических мер и повышению общей безопасности дорожного движения.

е. Дополнительные преимущества.

Помимо прямой экономии времени и снижения операционных затрат, внедрение ЛС способствует повышению качества расследований ДТП. Более точные и полные данные позволяют проводить более детальный анализ причин инцидентов, что в свою очередь снижает вероятность повторения аналогичных происшествий. Это приводит к долгосрочным экономическим выгодам за счет уменьшения числа ДТП и связанных с ними медицинских и материальных расходов.

Также стоит отметить, что использование передовых технологий повышает репутацию организаций, занимающихся анализом ДТП, привлекая больше клиентов и обеспечивая конкурентные преимущества на рынке услуг. Это может способствовать увеличению доходов и дальнейшему расширению деятельности.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Применение технологий ЛС для сбора данных с мест ДТП представляет собой мощный инструмент для повышения скорости, полноты и точности анализа инцидентов. Высокая скорость сбора данных, их полная охватка и высокая точность обеспечивают значительные преимущества перед традиционными методами, а интеграция со специализированным программным обеспечением позволяет оптимизировать процессы анализа данных, повышая общую эффективность работы специалистов. Внедрение ЛС в сферу общественной безопасности и анализа ДТП демонстрирует высокую экономическую эффективность и значительную экономию времени. Быстрый возврат инвестиций, снижение операционных затрат, повышение качества расследований и долгосрочные выгоды делают такие технологии привлекательными для организаций, стремящихся улучшить эффективность своей работы и повысить безопасность на дорогах. Таким образом, инвестиции в лазерное сканирование являются обоснованным и перспективным направлением для современных служб общественной безопасности. Ожидаемое в будущем дальнейшее развитие технологий ЛС и их интеграция с другими системами анализа данных, позволит еще более эффективно использовать их потенциал в сфере безопасности дорожного движения.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Всемирная организация здравоохранения. (2023). Статистика дорожно-транспортных происшествий. Доступно по ссылке: <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/road-traffic-injuries>
2. Ибраимов, А. К., Утешбаева, А. А., Дюсенғалиева, Т. М., Тулемисов, Т. Ж., Исмагулова С. (2020) Анализ дорожно-транспортных происшествий на автодорогах Республики Казахстан. Вестник казахской академии транспорта и коммуникаций им. М. Тынышпаева, 3 (114), 18-23.
3. Храмова, О. В., (2020). Информационные технологии в деятельности ГИБДД при сборе информации о дорожно-транспортном происшествии, Право и государство: теория и практика. 2022. № 5(209). С. 145-147. http://doi.org/10.47643/1815-1337_2022_5_145.
4. Кошан Е. К. Возможности, преимущества и недостатки наземного лазерного сканирования, Интерэкспо Гео-Сибирь. 2017. С. 27-30 Smith, J. K., & Williams, R. T. (2020). Reality Capture Technologies for Accident Reconstruction: A Comparative Study. *Journal of Traffic Accident Research*, 29(2), 145-160.
5. Середович В. А., Комиссаров Д. В., Комиссаров А. В., Широкова Т. А. Наземное лазерное сканирование, СГТА. 2009. № 3 (28). 261 с. Lee, H., & Kim, J. (2021). Advancements in Laser Scanning Technology for Traffic Accident Analysis. *International Journal of Traffic and Transportation Engineering*, 9(1), 22-35.
6. Ehigiator Irughe, R., Ehigiator, M., (2012). 3D Geospatial modeling of accident scene using Laser Scanner data. 2. Доступно по ссылке: https://www.researchgate.net/publication/283492028_3D_Geospatial_modeling_of_accident_scene_using_Laser_Scanner_data.
7. Pagounis, V., Tsakiri, M., Palaskas, S., Biza, B., (2006). 3D Laser Scanning for Road Safety and Accident Reconstruction. Доступно по ссылке: https://www.researchgate.net/publication/237627842_3D_Laser_Scanning_for_Road_Safety_and_Accident_Reconstruction.
8. Leica Geosystems. (2023). Продукты и решения для лазерного сканирования. Доступно по ссылке: <https://geosystems.kz/>
9. Hu, C., Kong, L., Lv, F., (2021). Application of 3D laser scanning technology in engineering field. *E3S Web of Conferences*. 233. 04014. 10.1051/e3sconf/202123304014.
10. Zhang, Y., & Liu, X. (2022). Enhancing Data Accuracy in Accident Scene Reconstruction Using Laser Scanners. *Transportation Research Part C*, 130, 103-115.
11. Leica Geosystems. (2023). Общественная безопасность, охрана и криминалистика. Доступно по ссылке: <https://leica-geosystems.com/industries/public-safety-security-and-forensics>
12. Leica Geosystems. (2023). Программное обеспечение для картографирования и реконструкции мест происшествий Leica Map360. Доступно по ссылке: <https://leica-geosystems.com/industries/public-safety-security-and-forensics/solutions/software-for-public-safety/map360>
13. Redefining Forensic Investigations: The Transformational Role of 3D Technologies, Доступно по ссылке: <https://blog.hexagongeosystems.com/redefining-forensic-investigations>.
14. Spain's leading tech-empowered crash and collision reconstructionist. The Power of a Forensic Digital Twin: Improving workflows, settling disputes, Доступно по ссылке: <https://leica-geosystems.com/industries/public-safety-security-and-forensics/learning-centre-for-public-safety-professionals/spain-s-leading-crash-and-collision-reconstructionist>.
15. Lee, J., Cameron, I., Hassall, M., (2019) Improving process safety: What roles for Digitalization and Industry 4.0?, *Process Safety and Environmental Protection*, Volume 132, 325-339, ISSN 0957-5820, <https://doi.org/10.1016/j.psep.2019.10.021>.
16. Shim, J., French, A., Guo, C., Jablonski, J., (2015). Big Data and Analytics: Issues, Solutions, and ROI. *Communications of the Association for Information Systems*. Vol. 36. 10.17705/ICAIS.03739.