

Решение инженерных дорожных задач на основе данных мобильного лазерного сканирования

DOI: 10.17273/CADGIS.2016.2.2

Майсурадзе Ш.Г. магистрант кафедры «Изыскания и проектирование дорог»
МАДИ ГТУ (МАДИ) (г. Москва)

Майсурадзе И.Г. магистрант кафедры «Изыскания и проектирование дорог»
МАДИ ГТУ (МАДИ) (г. Москва)

Статья посвящена применению геоинформационных систем (ГИС) совместно с системами автоматизированного проектирования (САПР). Возможности системы используются для выявления неровностей поперечного профиля автомобильных дорог и определения геометрических расхождений проектных данных с фактическими.



Введение

Авторами были проведены исследования, посвящённые применению результатов мобильного лазерного сканирования (МЛС) для решения ряда актуальных дорожных задач. В частности, следующих.

Задача 1. Оценка поперечной ровности покрытий (колеиности).

Задача 2. Формирование исполнительской модели дороги для оценки отклонения фактических геометрических параметров дороги от их проектных значений.

Для обеих задач на основе облаков точек МЛС строилась исполнительная модель дороги с применением системы IndorCAD/Road. Далее теми же программными средствами решались обе приведённые выше задачи.

Мобильное и наземное лазерное сканирование — один из самых высокопроизводительных и точных методов съёмки. Большой объём полевых измерений позволяет оценить широкий круг геометрических параметров дороги и прилегающей инфраструктуры. С помощью данных лазерного сканирования проектные и дорожно-строительные организации могут проводить оперативный мониторинг и анализ текущего конструктивного состояния элементов дороги.

Задача 1. Оценка поперечной ровности покрытий (колеиности)

Научная проблема

Ровность дорожных покрытий является одной из основных характеристик качества автомобильной дороги. Образование колеи на дорогах ведёт к резкому увеличению количества ДТП.

Ежегодное увеличение интенсивности движения транспорта на автомобильных дорогах, в том числе и на магистралях, приводит к ускоренному образованию колеи. Перед дорожными службами возникает необходимость как в оперативном выявлении вновь образуемых колеи, так в мониторинге скорости изменения их параметров.

Традиционные способы оценки колеиности (ручные методы измерения колеи с использованием рейки) неоперативные и трудоёмкие. Поэтому необходимо разработать новую, более удобную методику определения колеиности на покрытии дороги.

Цель НИР:

1. Дать оценку возможности использования мобильного лазерного сканирования для определения параметров колеи.
2. Найти оптимальную технологию определения колеи на основе мобильного лазерного сканирования.
3. Сравнить два метода выявления колеиности: традиционный (с щупом и рейкой) и основанный на мобильном лазерном сканировании.

4. Выявить недостатки и внести предложения по их устранению.
5. Проверить методы в полевых условиях.
6. Разработать рекомендации по применению мобильного лазерного сканирования для выявления колеиности.

Новый метод оценки колеиности позволяет не перекрывать автомобильное движение, поскольку предполагает использование мобильного лазера, который устанавливается на движущееся средство (автомобиль). Автомобиль следует по нужной полосе с определённой траекторией и заданной скоростью, практически не мешая остальным участникам движения, сканируя поверхность дорожного покрытия. Далее полу-

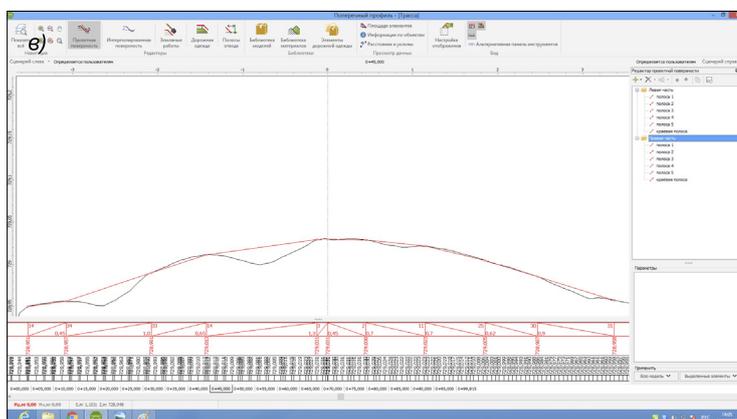
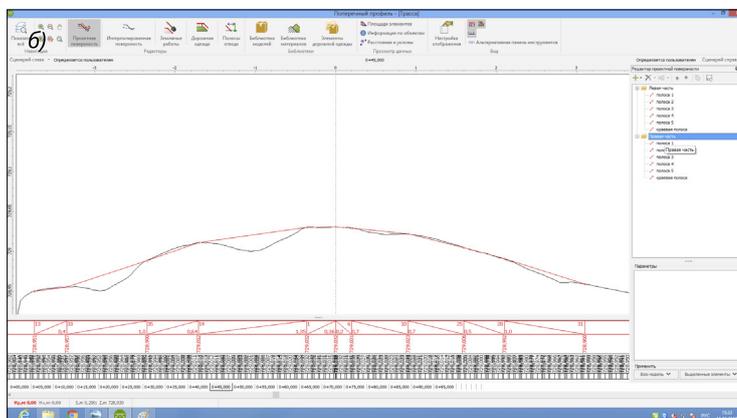
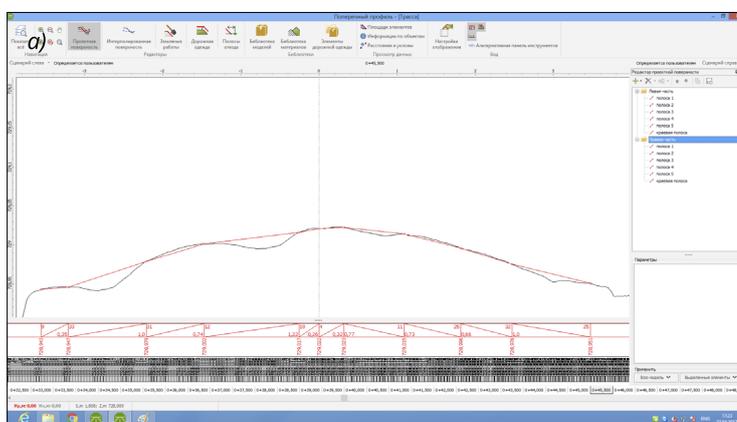


Рис. 1. Поперечный профиль трассы при шаге прореживания 0,02 (а), 0,07 (б) и 0,1 м (в)

Информация, полученная с помощью мобильного лазерного сканирования, избыточна. Так, на 100 погонных метров дороги количество точек превышало 3 млн.

ченные данные обрабатываются в камеральных условиях.

Такой метод даёт очень точные характеристики и параметры колеи, что делает его удобнее традиционного метода.

В процессе эксперимента было использовано оборудование фирмы RIEGL. Система мобильного лазерного сканирования RIEGL VMX-450 включает в себя полностью интегрированные и калиброванные лазерные сканеры, оборудование спутниковой и инерциальной навигации, соответствующие пакеты программного обеспечения RIEGL и дополнительную подсистему фотокамер.

Информация, полученная с помощью мобильного лазерного сканирования, была обработана в программном обеспечении IndorCAD/Road 9.

IndorCAD/Road 9 — система проектирования автомобильных дорог, предназначенная для выполнения проектов нового строительства, реконструкции и ремонта автомобильных дорог и городских улиц. Программа обладает богатыми инструментальными средствами современной САПР, предоставляя инженеру возможность охватить полный цикл работ по проектированию объекта, начиная с ввода данных инженерно-геодезических и инженерно-геологических изысканий и заканчивая формированием проектной документации согласно действующим стандартам.

Информация, полученная с помощью мобильного лазерного сканирования, избыточна. Так, на 100 погонных метров дороги количество точек превышало 3 млн. Поэтому одной из основных задач стала разработка и оптимизация общего метода работы с большим массивом данных лазерного сканирования.

Полученные данные первоначально должны быть обработаны и прорежены. Для этого необходимо определить шаг прореживания облаков точек. Он должен быть таким, чтобы характеристики и параметры колеи были выявлены с минимальной погрешностью.

Были проведены замеры на участках дороги с явно выраженной колеёй, и впоследствии на одних и тех же участках был изменён шаг прореживания (рис. 1). Это дало возможность сравнить разницу отображения параметров колеи на поперечных профилях в одних и тех же створах.

Данное исследование помогло выявить достаточный шаг прореживания (для оптимизации нагрузки на стандартное лабораторное обеспечение) с сохранением точных параметров и характеристик колеи.

Также актуальным направлением является нахождение геометрических параметров автомобильной дороги (исполнительная съёмка) с помощью мобильного лазерного сканирования (рис. 2, 3).

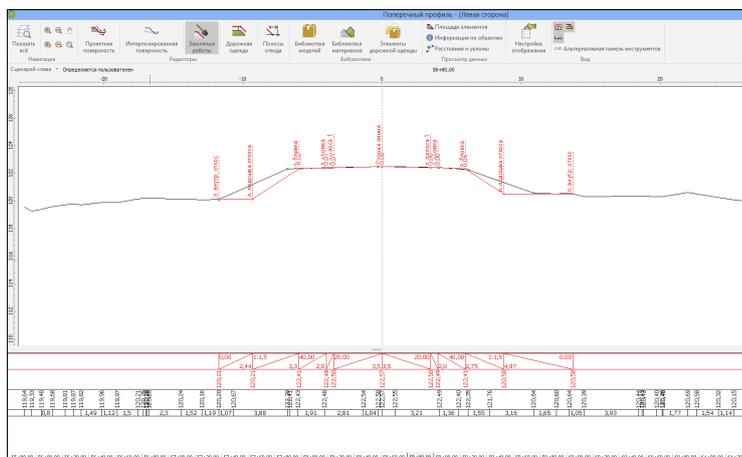


Рис. 2. Поперечный профиль существующей и проектной дороги

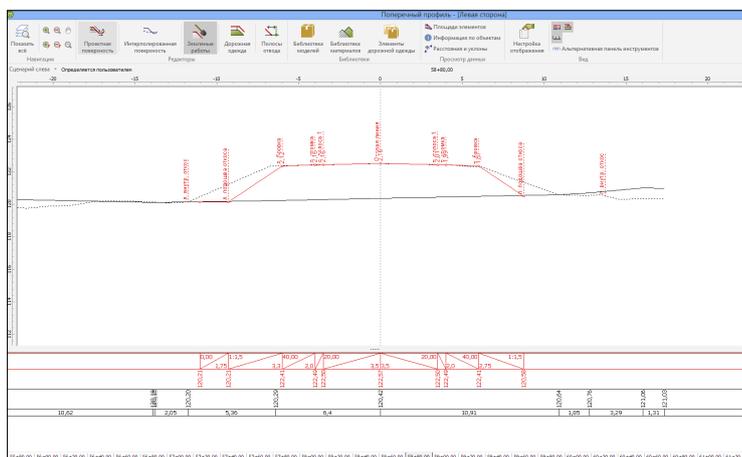


Рис. 3. Поперечный профиль существующей и проектной дороги

Задача 2. Формирование исполнительной модели дороги для оценки отклонения фактических геометрических параметров дороги от их проектных значений

С каждым годом в нашей стране ужесточается контроль состояния автомобильных дорог. С развитием мобильного лазерного сканирования во всём мире, в том числе и в России, стало актуальным внедрять и применять лазерное сканирование в автодорожной сфере. Это позволяет ускорить, облегчить, а также улучшить процесс определения геометрических параметров земляного полотна. Перед авторами статьи стояла задача разработки алгоритма нахождения геометрических параметров автодороги автоматизированным способом.

Исполнительная съёмка — это вид геодезических работ, которые востребованы при строительстве, проектных и кадастровых работах. Она затрагивает как инженерные, так и геодезические параметры и проводится с использованием современного высокоточного оборудования и специального программного обеспечения.

Исполнительная съёмка требуется на этапе, когда все строительные работы уже завершены, и появляется необходимость в сопоставлении данных, заложенных на этапе составления проекта строительства, и итоговых данных, полученных в ходе съёмки фактической ситуации. Исполнительная съёмка — необходимое требование для введения объекта завершённого строительства в эксплуатацию.

Новизна научного исследования

Для нахождения геометрических параметров земляного полотна предложена новая методика, основанная на данных мобильного лазерного сканирования. Скорость оценки геометрических параметров земляного полотна во много раз отличается от оценки традиционным способом. Исключается остановка транспорта, затрачивается меньше ресурсов, обработка данных производится с помощью специального программного обеспечения. Метод мобильного лазерного сканирования при строительстве и ремонте дорог, использование GLONASS/GPS-приёмников и тахеометров является самым точным способом координирования различных элементов дорог для создания картографической основы. Однако резко возросшая плотность транспортных

потоков практически исключает возможность выполнения геодезических изысканий на дороге без перекрытия транспортного движения, а большая протяжённость транспортных магистралей не позволяет максимально быстро и детально производить сбор информации для принятия своевременных решений по ремонту автодорог. Лазерное сканирование предоставляет возможность получить максимум информации о геометрической структуре объекта. Его результатом являются 3D-модели с высокой степенью детализации, плоские чертежи и чертежи сечений.

Обработка данных выполняется в системе автоматизированного проектирования автомобильных дорог IndorCAD. В процессе обработки данных фактические отметки существующего рельефа сравниваются с проектными отметками. Проектные данные задаются с помощью шаблона верха проектной поверхности, который формируется исходя из характеристик дороги, на которой проводятся работы. Расхождение показателей и есть отклонения, допущенные при строительстве и реконструкции автомобильных дорог.

Для вычисления объёмов в заданном регионе в системе IndorCAD ре-

ализован специальный инструмент (рис. 4), позволяющий определять разность объёмов между двумя поверхностями в заданном регионе, вычислять объём слоя по поверхности заданной толщины и пр.

Цель и задача исследования

Цель исследования — определять значение геометрических параметров автомобильной дороги с большей точностью, нежели традиционным методом.

Для достижения цели поставлены следующие задачи:

1. Научиться работать с мобильным лазерным сканированием. Освоить программное обеспечение для работы с полученными данными мобильного лазерного сканирования.
2. Определить методику работы. Выработать наилучший алгоритм обработки полученных данных.
3. Быстрая диагностика геометрических параметров автомобильной дороги.

Заключение

В завершение следует отметить, что использование мобильного лазерного сканирования позволяет точнее выявлять отклонения требуемых параметров автомобильной дороги и ускоряет решение проблем, связанных с ремонтом и обслуживанием автомобильных дорог. Это напрямую влияет на качество автомобильных дорог. Развитие мобильного лазерного сканирования является одним из основных направлений улучшения автодорожной сети в стране. ■

...резко возросшая плотность транспортных потоков практически исключает возможность выполнения геодезических изысканий на дороге без перекрытия транспортного движения...

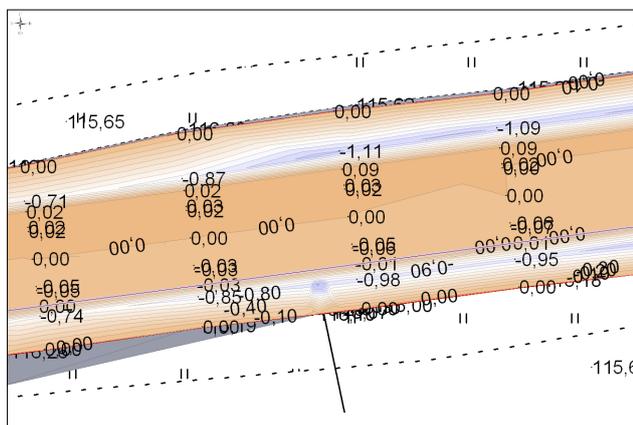


Рис. 4. Инструмент вычисления объёмов в IndorCAD

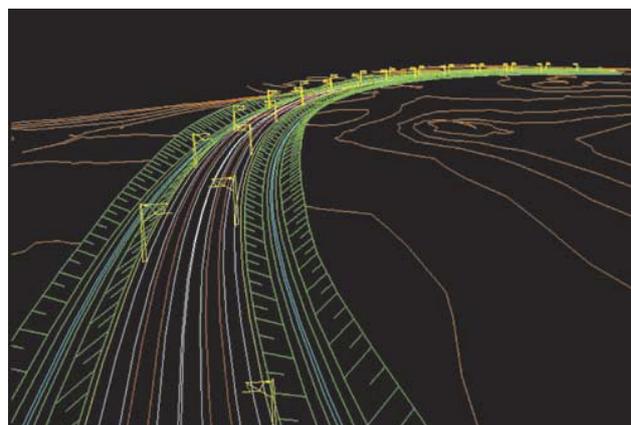


Рис. 5. Профиль автомобильной дороги