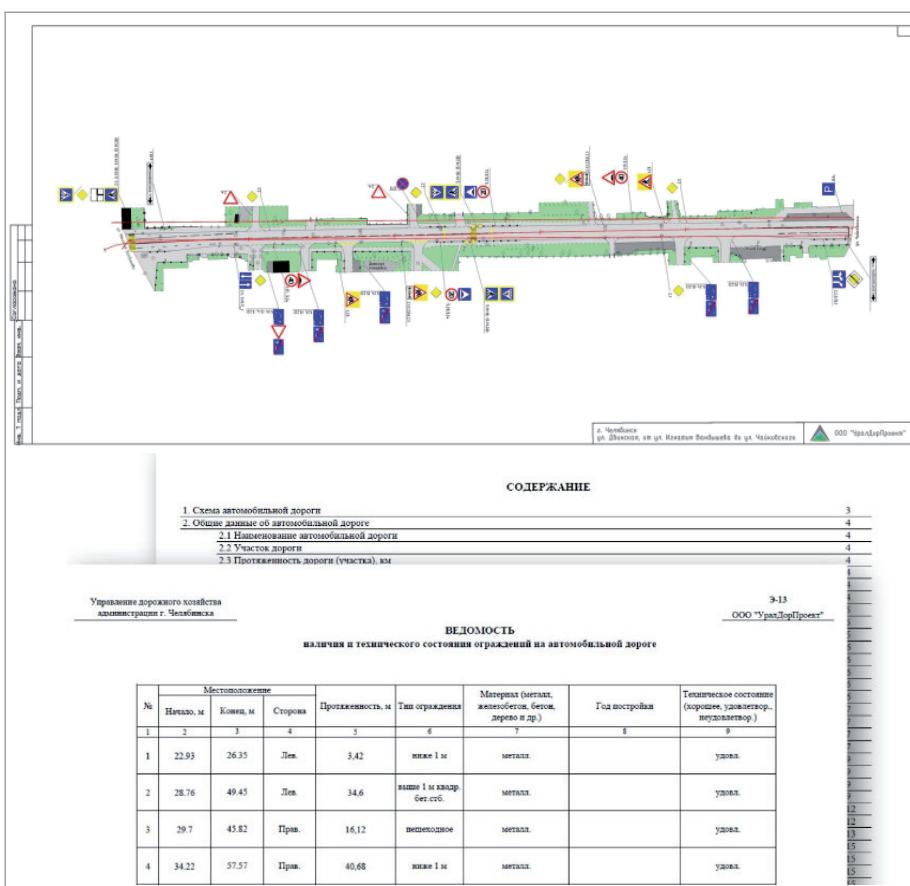




## ➤ РЕВОЛЮЦИЯ В АВТОМАТИЧЕСКОМ РАСПОЗНАВАНИИ ДОРОЖНОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ

Дорога, как и любой объект недвижимости, должна обладать точным и актуальным **техническим паспортом**. На сегодняшний день такими паспортами обязаны располагать все муниципалитеты Российской Федерации. Оформлению подлежат не только само дорожное полотно, но и занимаемый им земельный участок. Технический паспорт официально подтверждает характеристики автомобильной дороги и устанавливает полосы отвода с целью обеспечения сохранности как самого дорожного полотна, так и иных объектов — мостов, путепроводов, линий освещения, барьерных ограждений и других искусственных сооружений. В соответствии с требованиями "Технических правил ремонта и содержания автомобильных дорог" технический учет и паспортизация автодорог осуществляются ежегодно. Это значит, что каждый год необходимо производить колоссальный объем работ. В связи с этим остро встает вопрос автоматизации исследований.

Сложившаяся ситуация призван разрешить принятый в 2017 году национальный проект "Безопасные и качественные автомобильные дороги", участие в котором приняли 38 городских агломераций.



Общая информация о паспорте. Графическая и текстовая части

Этот проект предусматривает принципиально новый подход к строительству, ремонту и содержанию муниципальных и региональных дорог.

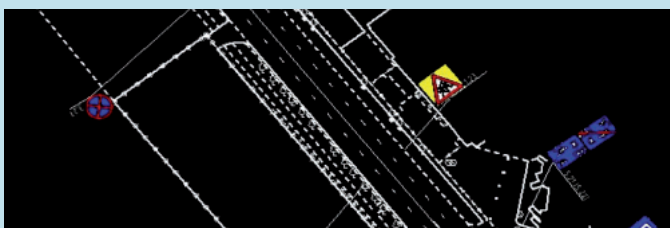
Современное дорожное строительство невозможно представить без использования таких инновационных технологий, как лазерное 3D-сканирование дорожной сети, обработка больших объемов полученных данных, их применение на практике в проектировании дорог

и контроле за работой подрядных организаций. Бесспорным лидером своего региона в сфере внедрения этих технологий является челябинская компания "УралДорПроект". И такому успеху она в немалой степени обязана мобильной лаборатории с лазерным 3D-сканером. Это уникальное оборудование позволяет максимально точно определять степень износа дорожного полотна, выявлять самые незначительные дефекты, рассчи-

тывать объем материалов, необходимых для ремонта, а также контролировать работу подрядчиков.

Высокую точность изысканий обеспечивает установленный на автомобиль лазерный сканер RIEGL VMX-1HA, работающий совместно с программным обеспечением OpenRoads от Bentley Systems. Во время движения производится съемка с обзором 360 градусов. На основе информации, представленной

## О подробностях проекта беседуем с директором "УралДорПроекта" Валентиной Георгиевной Горбулиной



*Расскажите, когда была создана ваша компания и чем она занимается.*  
"УралДорПроект" предоставляет полный спектр услуг по проектированию, контролю качества, отслеживанию процесса строительства и эксплуатации дорог, а также по выявлению дефектов. Компания была создана в 2016 году на базе обанкротившихся предприятий Челябинской области. Костяк команды из 10 человек, созданный для развития нового направления, составили совсем молодые специалисты – одни только что закончили учебу в вузе, другие имели совсем небольшой опыт практической работы. Однако такая кадровая политика полностью себя оправдала. Поставленные перед командой задачи автоматизации проектирования и инженерной съемки решаются весьма успешно.

*В 2019 году вы представили на конкурс "Год в инфраструктуре" проект по распознаванию инфраструктуры дорог. Расскажите о нем.*

Этот проект изначально разрабатывался под собственные нужды. Конечно, сначала мы пошли традиционным путем и проанализировали рынок квадрокоптеров и другого оборудования для 3D-съемки, однако быстро убедились, что они не обеспечивают точности, необходимой для проектирования дорог. Тогда была приобретена австрийская установка высокоточной съемки 3D-сканирования RIEGL, которая устанавливается на автомобиль и формирует 3D-облако. Съемка осуществляется на средней скорости 60 км/ч, что позволяет быстро получать исчерпывающую информацию о дороге и прилегающей территории. В результате данные для паспортов и диагностики формируются очень оперативно. На сегодня мы сняли тысячи километров дорог по всей Челябинской области и ведем съемку по городам.

*Какое ПО вы выбрали для работы?*

Мы используем программное обеспечение Bentley. В отличие от аналогичных продуктов других компаний, оно позволяет работать с облаком точек высокой точности и оперативно справляться с большим объемом информации. Однако и его возможностей не хватало, чтобы максимально автоматизировать работу. Не нашли мы таких инструментов и на рынке программного обеспечения. Поэтому наши специалисты разработали свой программный продукт ROAD BRAIN, позволяющий автоматически рассчитывать и определять различные объемы и объекты, такие как знаки, фонарные столбы, светофоры, рекламные щиты, деревья и др. Программа определяет и классифицирует объект (например, дерево или столб) и добавляет его в ведомости. Это позволяет нам осуществлять ежегодный контроль и обновле-

ние информации о сети дорог всей Челябинской области. Работа над совершенствованием применяемой методики ведется постоянно.

*Что входит в понятие "паспорт объекта" дороги?*

Паспорт содержит полную информацию о дороге, вплоть до длины, а также обо всех ее элементах (парковки, знаки, ограждения и др.). Эти сведения часто требуются заказчикам для обоснования федерального финансирования на проведение ремонтных работ. Ранее данные обновлялись редко и быстро устаревали, но с введением паспорта и диагностики дороги информация о ней ежегодно актуализируется.

*С какими проблемами вы столкнулись при реализации проекта?*

Проблем было много. И, как ни удивительно, это хорошо: в каждой из них мы видим вызов, новую задачу для себя. Основная проблема заключалась в том, что никто в мире не мог определять объекты в облаке – лишь по фотографии, так как это проще. Но для нас фотографии не подходят, поскольку нам нужна высокая точность – до 3 мм, от чего очень серьезно зависят объемы материалов и качество укладываемого покрытия. Созданная нами команда из программистов и математиков нашла способ решения этой проблемы.

*Что нужно, чтобы создать модель для управления жизненным циклом дороги?*

Прежде всего исходные данные – облако, получаемое после сканирования дороги. В дальнейшем его нужно обработать и производить ежегодный мониторинг. Мы провели такой эксперимент: отсняли дорогу непосредственно после проведения ремонтных работ и через год после них. Это позволило проанализировать, насколько дорога изменилась и деформировалась, обнаружить колеи. Таким образом, мы ежегодно отслеживаем динамику эксплуатации дороги.

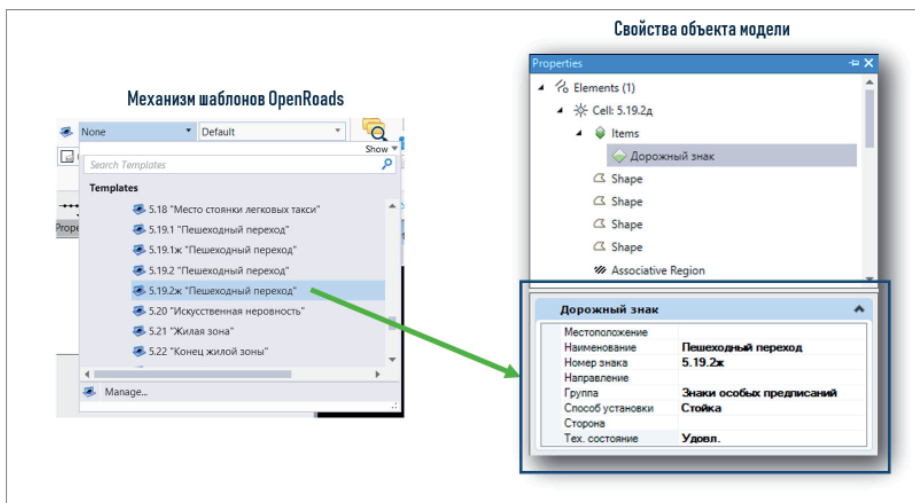
*Как модель используется для ремонта дороги?*

Точкой отсчета является облако данных, позволяющее определять дефекты на дороге в автоматическом режиме. Загруженные в приложение актуальные данные о дороге сравниваются с проектными, и таким образом определяются отклонения от нормы: ямы, трещины. Полученная информация заносится в ведомости, рассчитываются площади дороги, подлежащие ремонту, указываются необходимые материалы. Затем составляется смета. После срезки асфальта дорога вновь сканируется. Полученные три модели – до срезки асфальта, после срезки, после укладки – обеспечивают нас всей полнотой информации о материалах и о качестве проводимых работ (площади, уклоны, объемы).

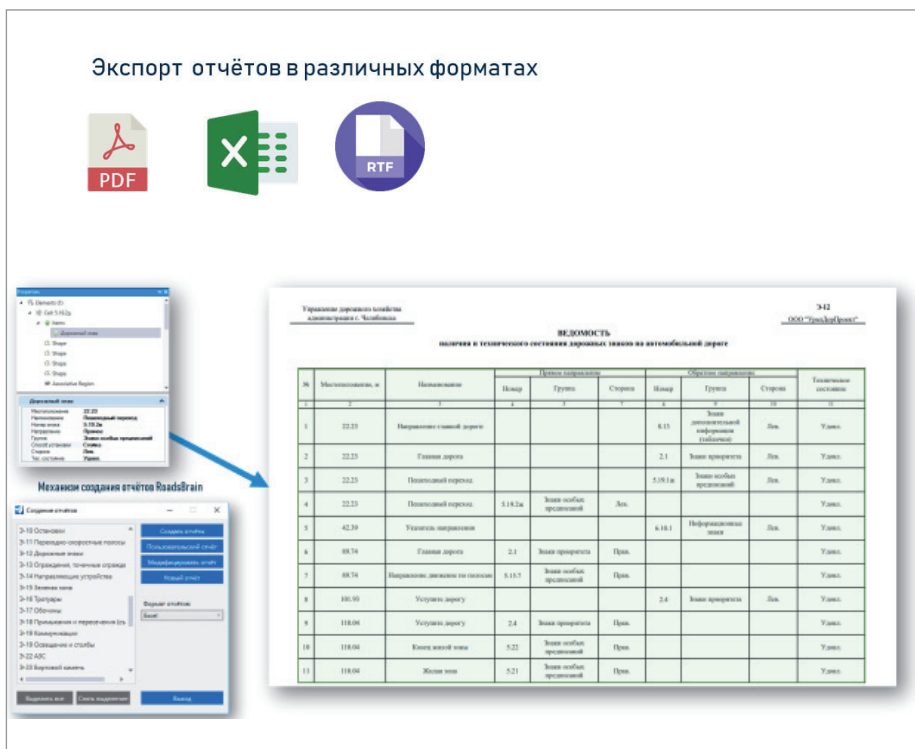
*Каковы ваши планы на будущее?*

В первую очередь совершенствовать автоматическое распознавание, а также комплексную систему жизненного цикла дороги.

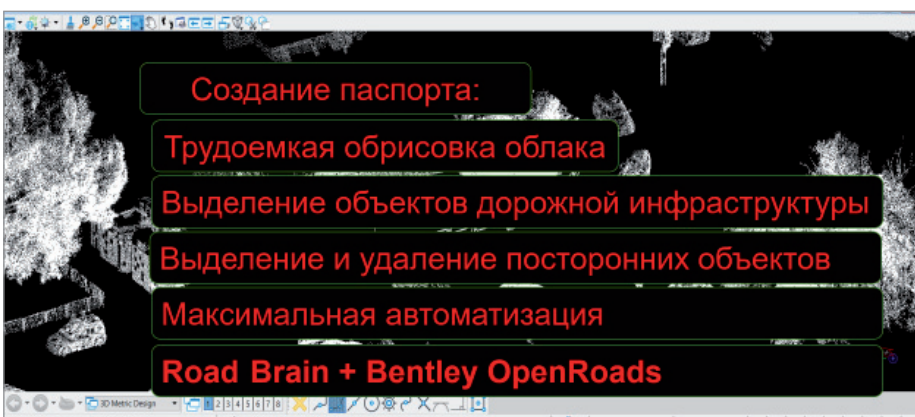
*Интервью вела  
Ольга Казначеева*



Автоматическое заполнение семантических свойств объектов



Вывод ведомостей в автоматическом режиме



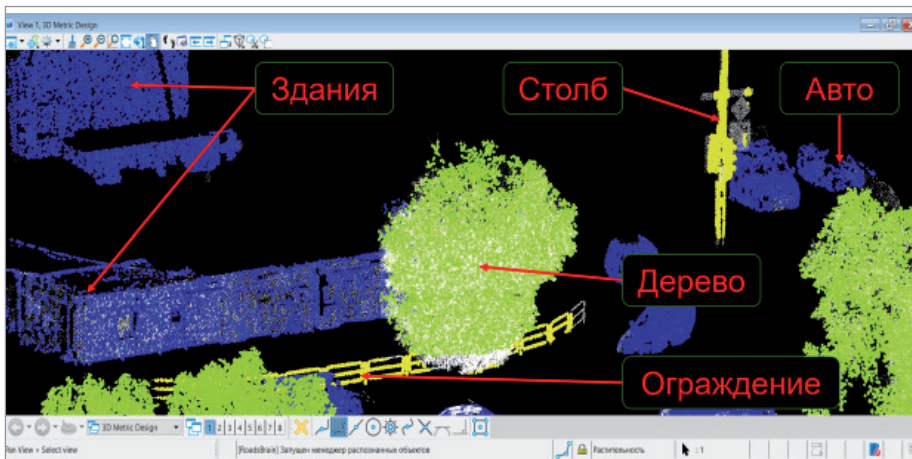
Обработка облака точек

в виде фотографий и облака точек, каждая из которых имеет свои координаты, составляется 3D-модель улиц с охватом примерно 400 метров от оси сканируемого маршрута.

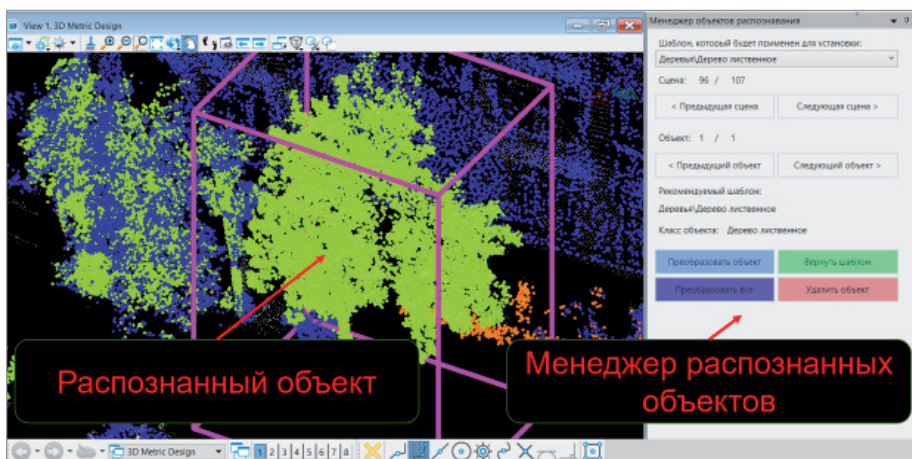
Специалисты компании "УралДорПроект" подсчитали, что выполнение аналогичной работы традиционным способом заняло бы в 12 раз больше времени с гарантированно худшей точностью. При использовании ручного метода всегда закладывается погрешность: геодезист проходит примерно по километру в день, каждые 50 метров отмечая по три точки, а затем соединяя их. Поэтому результат получается довольно приблизительным. Применение же 3D-сканера обеспечивает замер 16 тысяч точек на один квадратный метр при скорости 60 км/ч. Такое обследование позволяет зафиксировать на дороге любую ямку, самую мелкую трещину, установить их ширину и глубину, задать точные координаты. Чтобы по этим координатам можно было без труда выявить любую неровность, дорога делится на несколько участков, для каждого из которых определяется площадь дефектов. Подсчет объемов уложенного асфальта на расстоянии километра занимает лишь четыре минуты.

Однако при обработке данных лазерного 3D-сканирования возникают и проблемы. К примеру, в облако точек помимо объектов дорожной инфраструктуры (ограждения, столбы, фонари, рекламные щиты, дорожные знаки, деревья) попадают и лишние объекты, не несущие смысловой нагрузки, такие как автомобили или люди. В результате напряженной работы группы математиков, программистов, инженеров и изыскателей "УралДорПроекта" было создано приложение к программе OpenRoads, позволяющее составлять паспорт дороги в полуавтоматическом режиме и получившее название ROAD BRAIN – "Дорожный мозг". ROAD BRAIN успешно находит и удаляет лишние объекты.

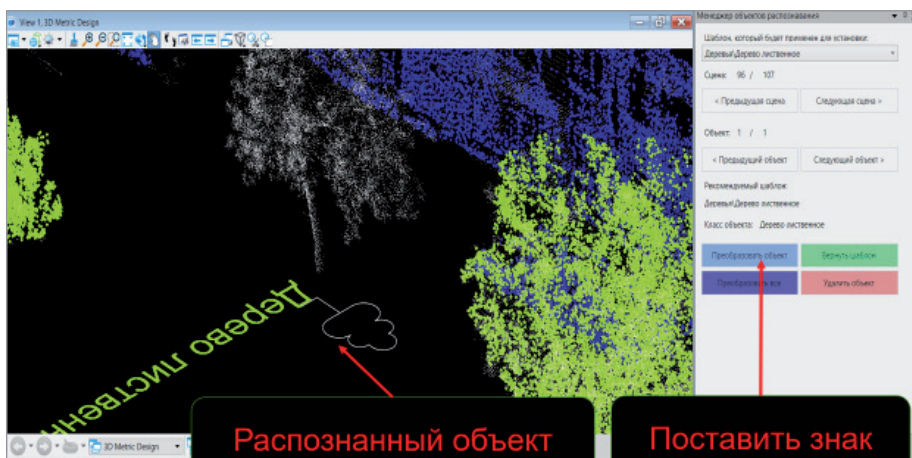
Ежегодная актуализация паспортов автомобильных дорог также предполагает диагностику состояния покрытия и других слоев дорожного полотна. Установленное на автомобиль-лабораторию оборудование включает не только лазерный 3D-сканер, но и георадар, делающий процесс диагностики принципиально иным. При обследовании дороги георадар обеспечивает возможность видеть, из каких слоев она состоит, нуждается ли в ремонте, и своевременно выявлять ослабление слоев дорожной одежды. Это позволяет обеспечить сохранность ос-



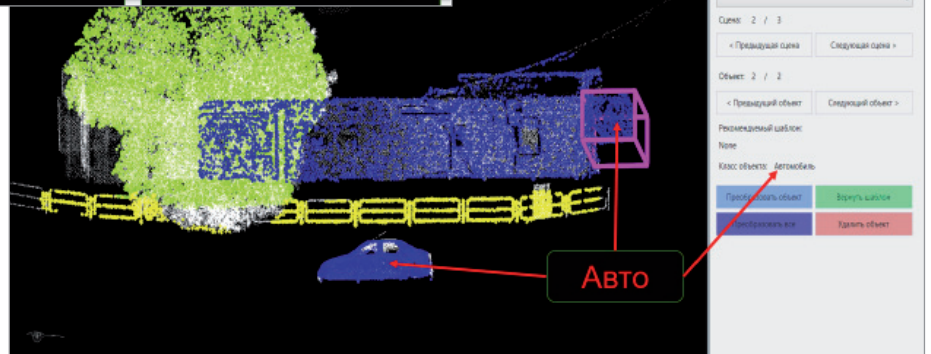
Распознанные объекты



Менеджер распознавания



Условные обозначения



Точность распознавания

новых потребительских качеств автодороги на длительный срок.

На основании полученных данных можно точно определить, сколько асфальта требуется уложить на том или ином участке. Эта информация незаменима и при проектировании дороги, и при составлении сметы на ремонт, что необходимо как для заказчиков, так и для подрядных организаций. Уникальное оборудование с новейшим программным обеспечением позволяет эффективно контролировать также состояние новых дорог: толщину уложенной асфальтобетонной смеси, объемы, уклоны и качество в целом. Так, с помощью предложенной методики городские власти в Челябинске смогли оперативно выявить недобросовестного подрядчика, пытавшегося сэкономить на материале: после проверки, проведенной лазерным 3D-сканером, была выявлена недостаточная толщина уложенного покрытия — 3,5 сантиметра вместо пяти! Взятые керны подтвердили правоту "Дорожного мозга".

На конференции "Going Digital 2019" разработки "УралДорПроекта" вызвали неподдельный интерес специалистов в сфере инжиниринговых технологий. Программное обеспечение челябинских программистов представители Bentley Systems назвали технологическим прорывом.

Опыт "УралДорПроекта" свидетельствует, что современное оборудование и инновационное программное обеспечение позволяют взглянуть на дорожные проблемы под новым углом, реально оценить состояние дорог, контролировать объемы используемых материалов и повышать общую эффективность работ.

*По материалам компании "УралДорПроект"*