

Николай ВОРОПАЕВ,
преподаватель Центра
дополнительного образования
«КРЕДО-образование», г. Москва

Владимир ГУЛИН,
директор по развитию
ЗАО «Геостройизыскания», г. Москва

Дмитрий САРКЕЕВ,
инженер-геодезист
ТС ПТУ ОАО «Татавтодор», г. Казань

Александр СПИЦЫН,
генеральный директор
ООО «Триада Плюс», г. Казань

В строительстве
качественных и ремонте
автомобильных дорог
в Татарстане сегодня
широко используются
такие мощные,
современные технологии,
как системы 3D
и мощная САПР.



Не мечта, а практическая реализация многомерных возможностей...

| 3D MC



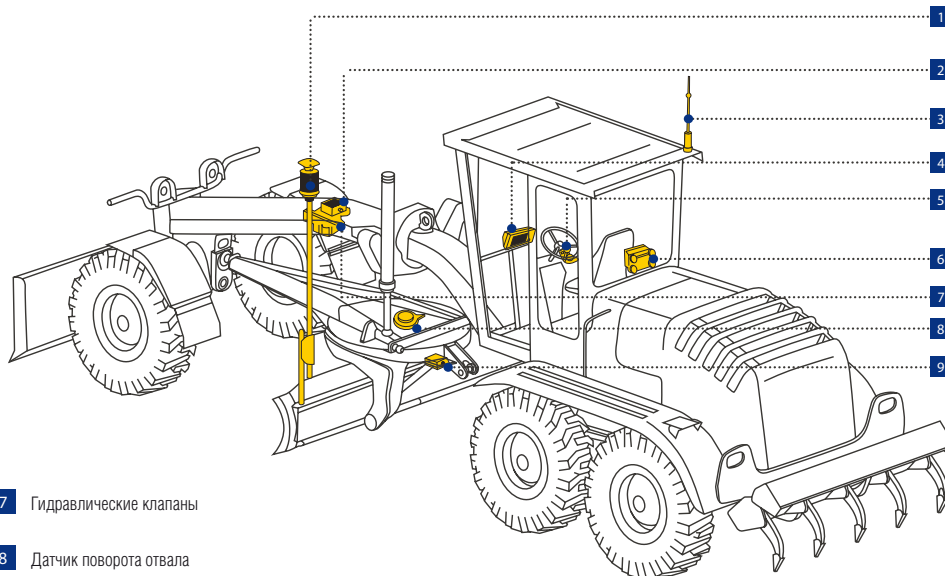
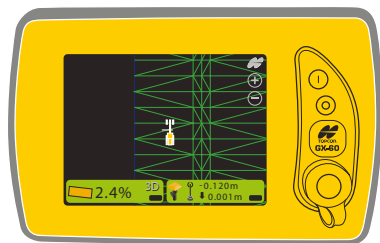
Основная суть работы этой системы автоматического управления строительной техникой заключается в контроле текущего положения рабочего органа машины и автоматическом приведении его в проектное положение. Если речь идет о 3D-системах, то работа ведется относительно цифровой модели проекта. А поскольку проектная поверхность может быть сложной формы, машине необходимо постоянно контролировать свое местоположение и ориентировку в рамках проекта. Это осуществляется с применением либо спутникового оборудования (ГЛОНАСС/GPS приемников), либо роботизированных электронных тахеометров.

Среди поставляемых ЗАО «Геостройизыскания» на российский рынок решений компании Торсоп имеются системы для всех основных типов строительных машин - грейдеров, бульдозеров, экскаваторов, асфальтоукладчиков, дорожных фрез и др. Применение систем на этих машинах позволяет, с одной стороны, повысить темпы и качество работ, а с другой, - экономить строительный материал, топливо и трудозатраты. Кроме того, отсутствует зависимость результата работы от опытности или физического состояния машиниста, поскольку система сама подает команды гидравлике машины для приведения рабочего органа в нужное положение, а задача машиниста - просто ехать в пределах территории проекта.

Использование 3D-оборудования Торсоп последнего поколения в системах нивелирования позволяет исполнителям работать с новейшими инженерными решениями для точного и комплексного управления строительной техникой. Прежде всего, это универсальность 3D-систем управления - все конфигурации автоматических 3D систем на любую машину базируются на многофункциональном контролле-

ре MC-R3 и панели управления GX-60. Такая идеология позволяет минимизировать кабельные соединения между компонентами системы и, тем самым, увеличить надежность решения. Кроме того, добавление в состав системы инерциального измерительного блока (впервые в отрасли) позволило компании Торсоп создать систему 3DMC² управления для бульдозеров, позволяющую в разы повысить скорость и точность выполнения работ. Система 3DMC² сочетает в себе комбинацию стандартных ГНСС определений, обработанных по специальному алгоритму с учетом измерений с нового инерциального датчика. Использование технологии инерциальных измерений позволяет определять положение отвала бульдозера в пространстве с частотой 100 раз в секунду. Это в пять раз чаще, нежели при использовании традиционных систем. Огромное количество определений дает системе возможность прогнозирования положения отвала во времени с учетом траектории движения базового трактора. В результате использования новой технологии значительно повышается ровность выравнивания, а работы выполняются в два раза быстрее, чем при использовании традиционной 3D-системы, и в несколько раз быстрее, чем при использовании бульдозера, не оснащенного системой.

Не меньшего интереса заслуживает давно и хорошо зарекомендовавшая себя (и по сей день остающаяся уникальной) технология mmGPS, которая позволяет совместить достоинства спутниковых технологий и миллиметровую точность получения высотной компоненты. Не случайно эта технология применяется на грейдерах, дорожных фрезах и асфальтоукладчиках - машинах, выполняющих работы с жесткими требованиями к точности формирования поверхностей. Сегодня в



- 1 Датчик PZS-МС (антенна ГНСС и mmGPS приемник)
- 2 Датчик продольного уклона машины
- 3 Радио антенна
- 4 Панель управления
- 5 Автоматический переключатель
- 6 ГНСС – приемник
- 7 Гидравлические клапаны
- 8 Датчик поворота отвала
- 9 Датчик поперечного уклона отвала

России уже многие компании активно используют в своей работе 3D-системы и интересуются возможностью установки автоматических систем управления на имеющуюся технику и внедрения технологий 3D в рабочий процесс. Такой достаточно серьезный интерес к 3D-системам управления, их растущая популярность связаны с теми неоспоримыми преимуществами, которые получают пользователи систем. Ключевой особенностью любой 3D-системы является применение в качестве опорной поверхности пространственной координатной

основы, описанной запроектированной цифровой моделью поверхности участка работы. Тем самым 3D системы управления Торсон позволяют формировать поверхности непосредственно относительно оригинального проекта на всех этапах строительства, так, как задумал проектировщик, исключая ошибки, возникающие при закреплении, выносе проектных слоев в натуру и промежуточном контроле.

Если в целом говорить о 3D системах управления Торсон, то спектр предлагаемых продуктов позволяет оснастить любую машину для решения задач любой сложности.

САПР CREDO



Сегодня в дорожном строительстве широко используются передовые технологии на основе цифровых моделей проектов (ЦМП) - 3D-системы автоматизированного управления дорожно-строительными машинами (3D-CAV ДСМ). Эти системы позволяют быстро и эффективно воплощать пространственные проектные решения с высокой точностью.

При таких технологиях главная проблема повышения эффективности и качества проекта ремонтно-строительных работ состоит в создании оптимальных цифровых моделей (ЦМ) поверхностей конструктивных элементов земляного полотна, слоев основания и покрытия. Эти цифровые модели служат пространственной координатной основой для качественного выполнения технологических этапов: предварительного фрезерования, устройства выравнивающих и подстилающих слоев, итогового покрытия.

Уникальные возможности 3D-CAV позволяют добиваться высокой ($\pm 2-3$ мм) точности технологической реализации проекта, причем не только итогового покрытия, но и всех промежуточных поверхностей, создаваемых в ходе строительства и ремонта дороги. В то же время новые технологии требуют таких проектов, в которых были бы представлены цифровые и математические модели всех важных конструктивных элементов строящейся или ремонтируемой дороги в форматах, согласованных с программным обеспечением бортовых контроллеров 3D-CAV и современных геодезических приборов. Эти требования реализованы в системе автоматизированного проектирования CREDO ДОРОГИ. В этом продукте подготовка качественных цифровых моделей проектных поверхностей состоит из нескольких этапов. Сначала создается

ЦМ поверхности существующей дороги. Исходными данными для выполнения этой работы, как правило, служат данные полосной геодезической съемки, сделанной в пределах покрытия или полотна дороги с привязкой к локальной системе пунктов планово-высотного обоснования (ПВО) на участке ремонтируемой дороги. Эти же пункты ПВО служат основой и для последующего выполнения и контроля качества ремонтно-строительных работ с использованием 3D-CAV. В этом случае будет обеспечена единая пространственная система координат изысканий, проектирования и строительства.

По точкам полосной съемки строится ЦМ поверхности существующей дороги или только ее покрытия. Для повышения точности описания ЦМ исходной поверхности применяется сетка пространственных продольных и поперечных структурных линий, плановое и высотное положение которых уточняется методами сплайн-интерполяции координат исходных точек геодезической съемки. Это также уточняет требуемые для анализа и выработки проектных решений продольные и поперечные сечения.

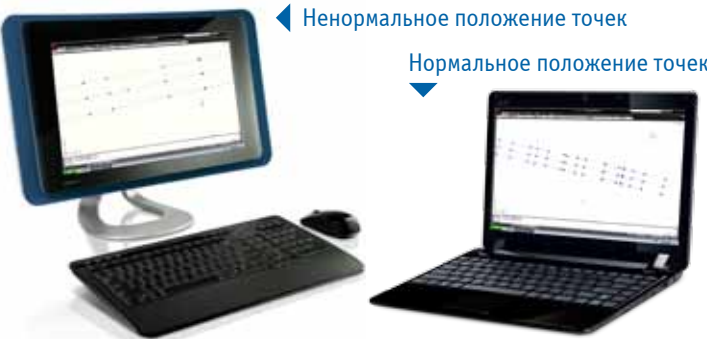
Вторым этапом является создание плана оси ремонтируемого покрытия как конструктивной основы пространственной ЦМ проектируемых поверхностей. Методы трассирования системы CREDO ДОРОГИ позволяют оптимально решать эти задачи с максимальным использованием площади существующего покрытия и с обеспечением приемлемых функциональных характеристик восстановленной трассы. После создания плана оси на основе анализа параметров восстановленного плана трассы ремонтируемой дороги и с учетом технических требований, в том числе и с учетом виражей, составляется проект поперечных уклонов поверхности ремонтируемого участ-

ка. В CREDO ДОРОГИ эти задачи решаются в блоке интерактивного проектирования конструктивных полос покрытия дороги, виражей и поперечных уклонов проезжей части. Четвертый этап - проектирование продольного профиля ремонтируемого покрытия. Вначале осуществляется «накладка» проектных поперечников на существующие, которые получают путем их интерполяции из ЦМ имеющегося покрытия с достаточно детальным шагом сечения. Учитываемая при этом толщина нового покрытия и рациональный объем фрезерования существующего покрытия в каждом поперечном сечении позволяют получить набор предварительных отметок продольного профиля. Линия этого профиля называется «коричневым профилем» или линией руководящих отметок (ЛРО). Устройство покрытия по такому профилю (ЛРО) обеспечивает выравнивание каждого поперечного профиля с минимальным объемом выравнивания, но не решает проблему продольной ровности покрытия.

Для обеспечения продольного выравнивания в системе CREDO ДОРОГИ используются функции, которые помогают найти оптимально приближенную к ЛРО проектную линию, с учетом геометрических и технологических ограничений. Геометрические ограничения - это максимально допустимые уклоны, минимальные радиусы выпуклых

и вогнутых кривых. Технологические - возможность отклонений проектной линии выравниваемого профиля от ЛРО. Критерием оптимизации этой задачи является минимальное суммарное отклонение проектной линии от линии руководящих отметок, а сама проектная линия обеспечивает максимальную проектную ровность за счет ее конструирования из последовательности сопряженных кубических сплайн-кривых, обладающей непрерывной гладкостью. В результате обработки параметров проектного поперечника и проектного профиля ремонтируемого участка в системе CREDO ДОРОГИ создается ЦМ тел фрезерования, слоев выравнивания и покрытия, обсчет которых дает точные объемы работ. Детальное моделирование многослойного выравнивания позволяет получать и точные чертежи поперечных сечений ремонтируемой дороги. ЦМ поверхностей этих слоев формируются на базе этих данных, которые записываются в файлы формата DXF или DWG, затем передаются в контроллеры и бортовые компьютеры дорожно-строительных механизмов, оснащенных 3D-системами автоматизированного управления. Применение технологий совместного использования созданных в CREDO ДОРОГИ проектных решений и систем 3D-CAV позволяет в порядок повысить качество покрытий при ремонте и строительстве новых дорог.

СТАНДАРТЫ ВЫСОКОГО КАЧЕСТВА СТРОИТЕЛЬСТВА ДОРОГ



ОАО «Татавтодор» применяет 3D-системы с 2006 года. За это время накоплен большой опыт ее использования на самых различных объектах строительства, реконструкции автомобильных дорог в Республике Татарстан. В рамках подготовки к Универсиаде-2013 в Казани в 2010 году был проведен ремонт асфальтобетонного основания беговых дорожек стадиона «Трудовые резервы», обеспечены точность работ по фрезерованию старого асфальтобетонного покрытия и укладка нового с допустимыми отклонениями до 0,002%. Успешно применяются 3D-системы, установленные не только на дорожных фреззах, но и на бульдозерах, автогрейдерях. В распоряжении компании имеются восемь бульдозеров, семь автогрейдеров и три дорожные фрезы. Благодаря 3D-системам и современной высокотехнологичной технике ОАО «Татавтодор» привнесла на просторы республики и даже в самые дальние ее уголки наивысшие стандарты качества строительства автомобильных дорог.

Компания ОАО «Татавтодор» располагает квалифицированным персоналом, но по мере внедрения новых технологий возрастает актуальность повышения практических навыков работы с ними. Так, помимо внутреннего обучения, мы постоянно организуем обучение с привлечением иностранных специалистов из Германии, Швеции, Норвегии и других стран. В ходе обучения обсуждаются вопросы наиболее эффективного применения 3D-систем в дорожном строительстве, повышения качества строительства, устойчивости работы 3D MC при использовании технологий ГНСС. Поездка наших специалистов в страны Скандинавии в 2011 году для изучения европейского опыта использования 3D-систем подтвердила необходимость дальнейшего внедрения систем 3D.



Для строительства современной автомобильной дороги нужны качественно выполненный проект и точная геодезическая подоснова. Сегодня это становится достижимо с применением САПР CREDO, в котором в автоматическом режиме создаются структурные линии и трехмерные поверхности по всем выравнивающим слоям дорожной одежды и земляного полотна, что является основой для работы 3D-системы на дорожной машине. Если проект верный, система 3D настроена правильно и персонал обучен, то качество возводимого сооружения гарантировано.

Компания «Татавтодор» планирует и дальше внедрять современные технологии в строительство автомобильных дорог, в том числе 3D-системы управления дорожными машинами. В планах также - тесное взаимодействие с проектными организациями для повышения качества всей документации в электронном виде.

Активно развивающаяся сеть базовых спутниковых станций в Республике Татарстан позволяет ОАО «Татавтодор» планировать использование этой сети для производства дорожных работ с экономией времени в работе и средств на приобретение своих базовых станций. Помимо 3D-систем управления дорожными машинами, «Татавтодор» применяет и другие новейшие технологии в строительстве, такие как «Метод холодной регенерации асфальтобетона» и «Стабилизация и укрепление грунтов» и есть большой опыт в производстве данных работ.



ООО «Триада Плюс»

420107, г. Казань, ул. Островского, д. 57в.

Тел./факс: (843) 227-52-39, 227-52-40, 227-52-41.

E-mail: office@triadaplus.ru