



ФЕДЕРАЛЬНОЕ АВТОНОМНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
РОСДОРНИИ

Методика создания трехмерных цифровых моделей дорожных конструкций

Ерёмин Р.А.

кандидат технических наук, заместитель начальника управления
методов проектирования автомобильных дорог ФАУ «РОСДОРНИИ»



Цели работы

Обеспечение эффективности реализации проектов информационного моделирования автомобильных дорог за счет учета результатов георадарного обследования при создании комплексных трехмерных моделей инженерных изысканий при проектировании и строительстве

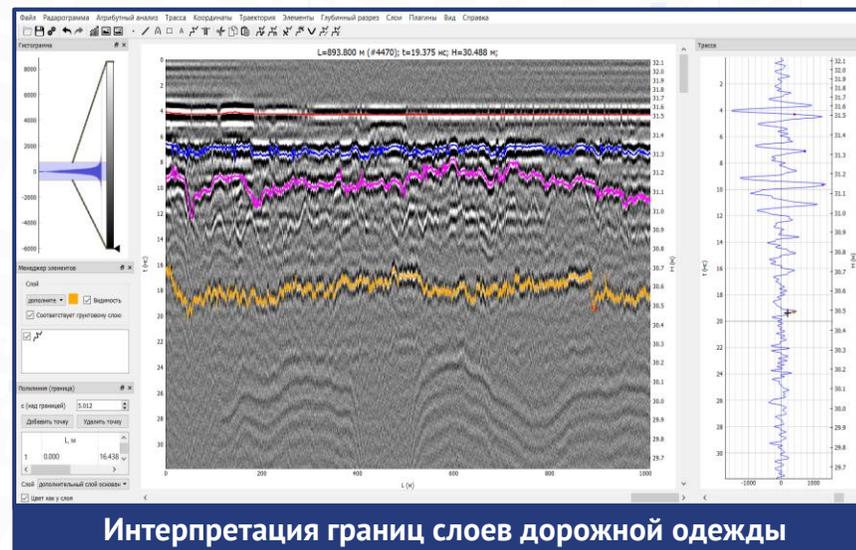
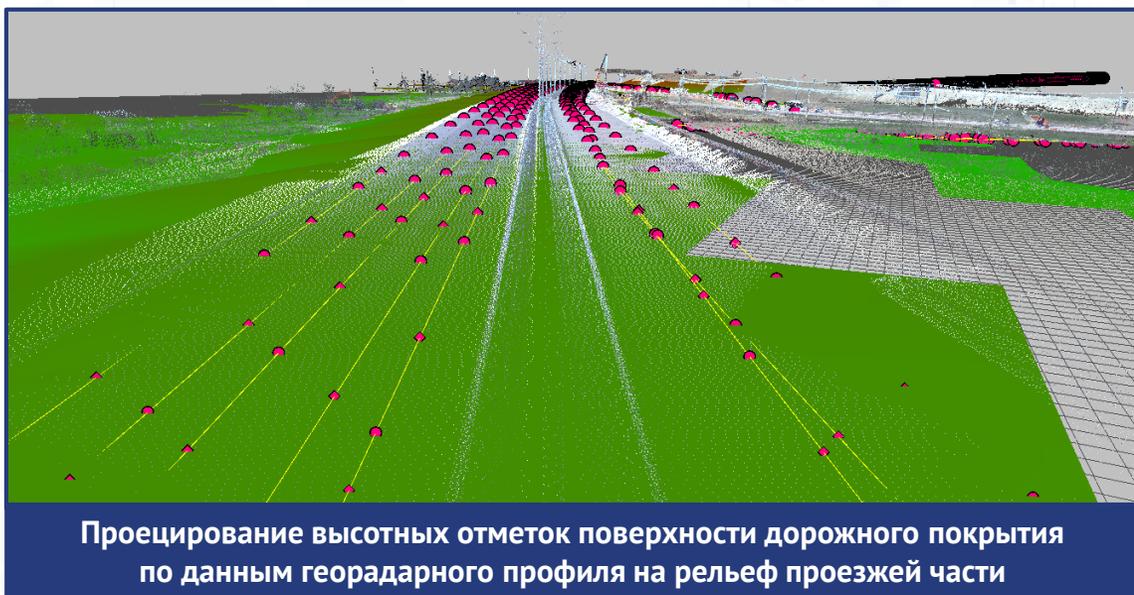
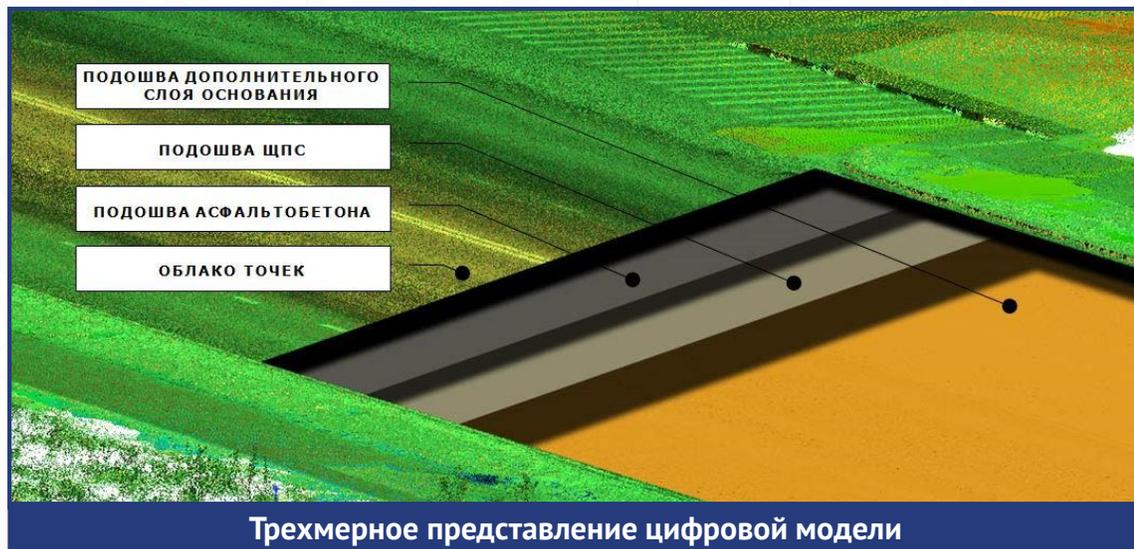
Задачи

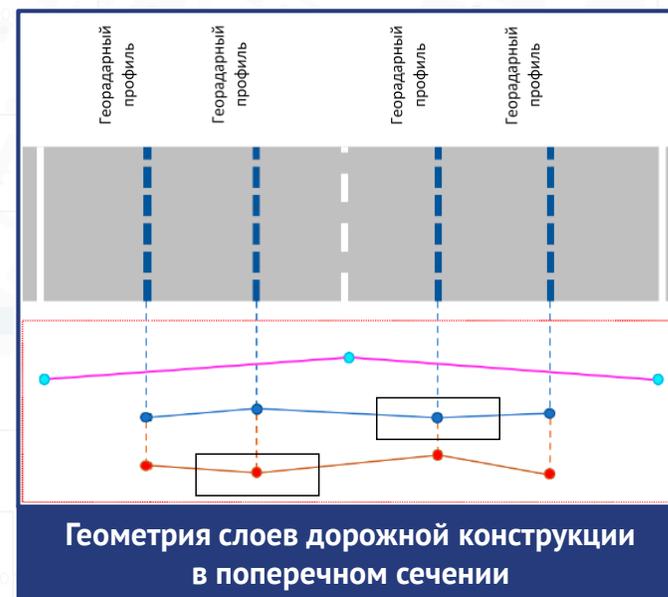
- Анализ опыта создания трехмерных цифровых моделей дорожных конструкций по результатам георадарных исследований.
- Оптимизация методики создания цифровых моделей дорожных конструкций в т.ч. за счет применения отечественных программных продуктов.
- Определение применения результатов трехмерного моделирования дорожных конструкций по результатам георадарного обследования.

В соответствии с распоряжением Минтранса России от 17.09.2020 № АК-177-р «О подготовке проектной документации с использованием технологии информационного моделирования» установлено, что с 1 января 2021 года подготовка проектной документации в отношении объектов транспортной инфраструктуры, в том числе автомобильных дорог, объектов инфраструктуры железнодорожного, воздушного, морского (включая морские порты), внутреннего водного транспорта, а также пунктов пропуска через государственную границу Российской Федерации, строительство, реконструкция которых финансируется за счет средств федерального бюджета и внебюджетных источников, осуществляется с использованием технологии информационного моделирования.

Основные документы:

1. Постановление Правительства от 5 марта 2021 г. N 331 «Об установлении случаев, при которых застройщиком, техническим заказчиком, лицом, обеспечивающим или осуществляющим подготовку обоснования инвестиций, и (или) лицом, ответственным за эксплуатацию объекта капитального строительства, обеспечиваются формирование и ведение информационной модели объекта капитального строительства»
2. ПНСТ 505-2022 «Дороги автомобильные общего пользования. Правила описания компонентов информационного моделирования»
3. ПНСТ 506-2022 «Дороги автомобильные общего пользования. Правила формирования и применения информационных моделей на различных стадиях жизненного цикла»





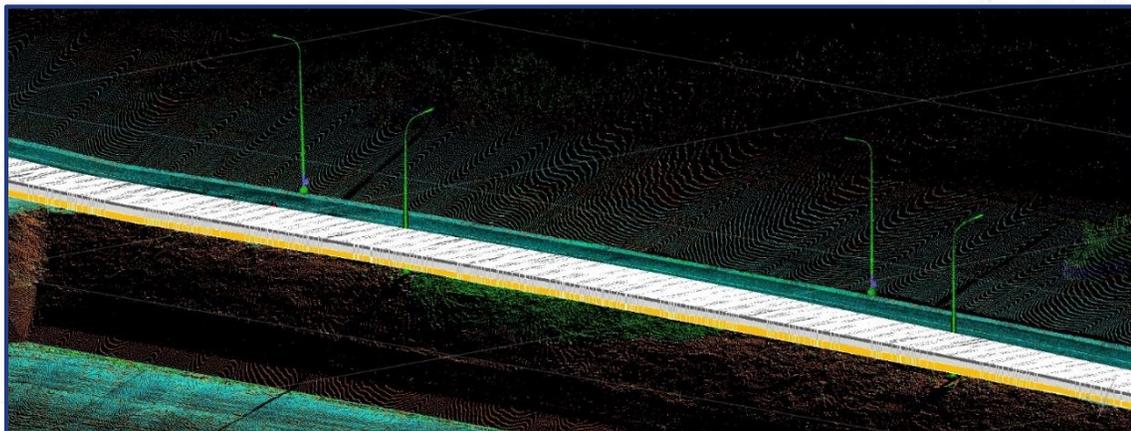


Новый тип передвижной дорожной лаборатории ФАУ «РОСДОРНИИ»

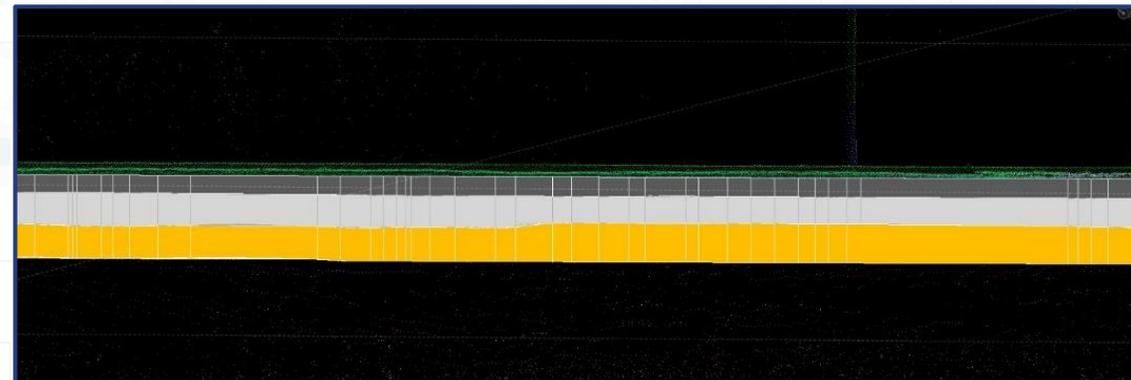
Наименование параметра	Мобильный лазерный сканер	Георадар
Система координат	ГСК 2011, WGS 84	
Частота сканирования, МГц	0,0001–0,00025	500–3000
Ширина полосы съемки, м	100–300	0,8–2,7
Максимальная глубина сканирования, м	–	0,5–5
Шаг сканирования вдоль трассы, м	0,05–0,1	0,02–0,3
Шаг сканирования в поперечном профиле, м	0,02–0,1	0,07–1
Скорость сбора данных, км/ч	40–80	

Параметры сбора данных различным оборудованием

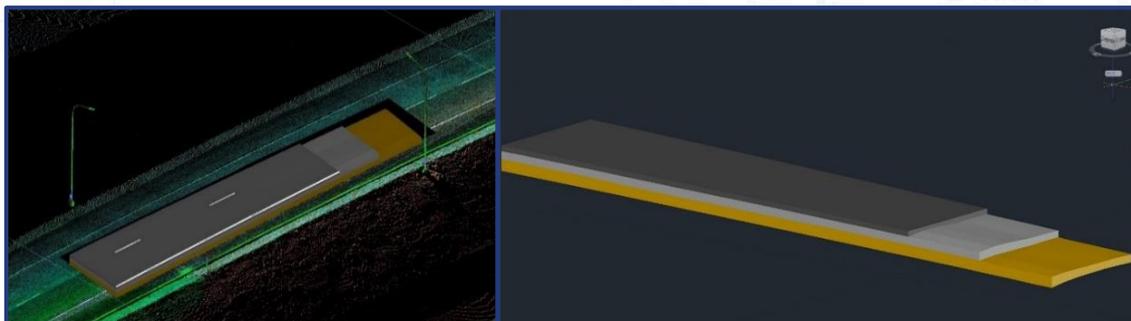
Геометрия



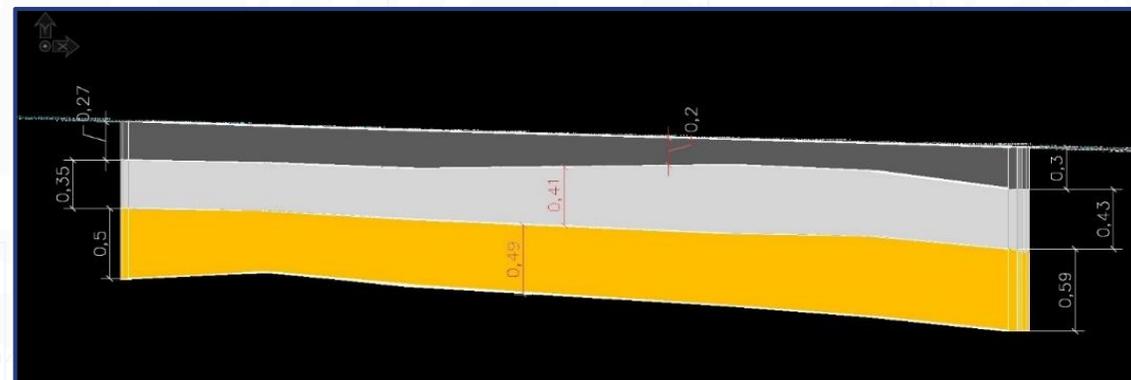
Внешний вид созданной трехмерной модели дорожной одежды



Продольный профиль модели дорожной одежды

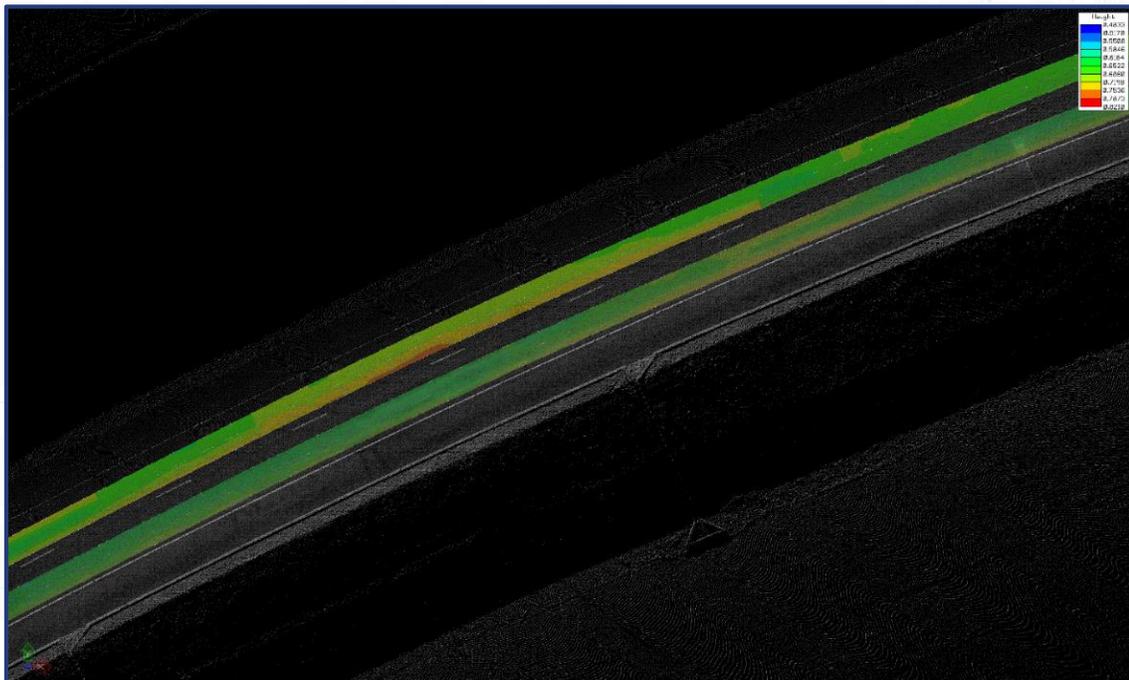


Трехмерные модели дорожных одежд в форме 3D-тел



Поперечный профиль модели дорожной одежды

Свойства



Определение мест проседания дорожной конструкции



Количественная оценка состояния рабочего слоя дорожной конструкции по данным георадара

Стадия изысканий	Стадия строительства	Стадия эксплуатации
Выделение литологических границ различных слоев	Определение толщин слоев, прочности и необходимости ремонтов дорожной конструкции	
Определение уровня грунтовых вод		
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Выявление неоднородностей геологического строения. ▪ Оконтуривание и детализация участков, отличающихся ИГУ. ▪ Выявление просадочных и закарстованных участков. ▪ Обнаружение и оконтуривание ослабленных зон. ▪ Обнаружение и оконтуривание таликов, перелетков и мерзлых пород среди талых, отдельных ледяных тел и зон повышенной льдистости ▪ Определение рельефа кровли скальных и мерзлых грунтов, мощность нескальных и талых перекрывающихся грунтов 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Определение изменений плотности и влажности грунтов в слоях основания дорожных одежд и грунтах земляного полотна ▪ Определение состояния грунтов земляного полотна и подстилающего основания автомобильной дороги 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Обследование существующих конструкций дорожных одежд и земляного полотна с целью определения зон повышенной влажности и разуплотнения ▪ Определение состояния грунтов земляного полотна и подстилающего основания автомобильной дороги ▪ Определение границ карстовых полостей и подземных выработок в земляном полотне и прилегающей полосе отвода автомобильной дороги. ▪ Определение границ межмерзлотных вод и таликов в земляном полотне и прилегающей полосе отвода автомобильной дороги. ▪ Мониторинг оползневых и карстовых процессов в земляном полотне и прилегающей полосе отвода автомобильной дороги. ▪ Определение ослабленных зон в грунтах естественного основания в полосе отвода автомобильной дороги, оценка их современной активности
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Оценка потребности в выполнении буровых работ, их объемах и определение мест бурения на основании выявленных предполагаемых мест несоответствий ▪ Повышение объективности принимаемого решения о соответствии толщины слоев дорожной одежды и однородности свойств материалов и грунтов земляного полотна проектным данным за счет получения полной, непрерывной и более детальной информации о дорожной конструкции ▪ Повышение долговечности дорожных конструкций за счет обоснования снижения объемов работ по проходке контрольных выработок разрушающими методами 		
<p>Определение непрерывной геофизической информации по толщине льда и глубине водного потока как в продольном, так и в поперечном направлении к оси ледовой переправы. Определение толщины естественного, намороженного и снегового льда по всей длине ледовой переправы</p>		

ПОСТУЛАТЫ ПРАКТИЧЕСКОГО ПРИМЕНЕНИЯ МОДЕЛЕЙ ДОРОЖНЫХ КОНСТРУКЦИЙ



- Используются для определения структуры дорожной конструкции, оценки ее соответствия проектным параметрам, обнаружения имеющихся ослабленных зон, определения необходимости ремонта или замены конструктивных слоев.
- Первичное наполнение моделей выполняется в период строительства или реконструкции дорожной одежды (во время капитальных ремонтов на объектах повышенной значимости).
- Актуализация моделей предусматривает два последовательных этапа:
 - I. предварительный – выполнение георадарных обследований с привязкой к ранее полученной информации: первичная информационная модель или модель предшествующего этапа, а также результаты выполненных ранее разрушающими методами работ.
 - II. детальный - выполнение георадарных обследований совместно с другими полевыми исследованиями, например, комплексные обследования с помощью георадара, лазерного сканера, динамического нагружения и контрольного бурения.
- Работы по моделированию дорожных конструкций целесообразно начинать с опорной сети российских автомобильных дорог.
- Анализ информационных моделей дорожных конструкций непосредственно на объекте с применением технологий дополненной реальности.

1

Информационные модели дорожных одежд могут использоваться для обнаружения предпосылок к образованию дефектов дорожного покрытия с целью превентивных работ по обеспечению их сохранности, контроля объемов выполненных дорожно-строительных работ, а также обоснования проектных решений. Цифровые модели дорожных одежд целесообразно создавать в момент их строительства или реконструкции и актуализировать на протяжении всего жизненного цикла объекта. В момент формирования информационная модель должна содержать как параметры геометрии конструктивных слоев (трехмерная цифровая модель), так и их основные свойства (атрибуты). На последующих этапах целесообразно отслеживать и актуализировать изменение этих характеристик.

2

В работе продемонстрирована оптимизация функционала отечественных программных продуктов и компьютерных приложений стран ЕАЭС для выполнения трехмерного цифрового моделирования дорожных конструкций по результатам георадарных исследований. Методика позволяет выполнять обработку данных нового отечественного передвижного комплекса ФАУ «РОСДОРНИИ», оснащенного многоканальным георадарным оборудованием и мобильным лазерным сканером.

3

Задачи, которые должны решаться с помощью трехмерных цифровых моделей дорожных одежд – это определение их структуры и состояния в межскважинном пространстве, а именно: выявление ослабленных зон и неоднородностей свойств как в слоях дорожной одежды, так и грунтах рабочего слоя земляного полотна; а также определение фактической толщины слоев дорожной одежды или контроль соответствия ее проектным решениям.



Спасибо за внимание

