



# Проектирование, расчёт и контроль дорожных одежд

Рукавишников Е.Е., технический писатель ООО «ИндорСофт» (г. Томск),  
Лубкина К.А., ведущий разработчик ООО «ИндорСофт» (г. Новосибирск),  
Скворцов А.В., д.т.н., профессор, генеральный директор ООО «ИндорСофт» (г. Томск)

*В статье рассматривается новая версия системы расчёта дорожных одежд IndorPavement. Показывается важная роль IndorPavement в общей системе программных продуктов компании ИндорСофт, позволяющих комплексно управлять дорожными одеждами в течение всего жизненного цикла автомобильных дорог.*

На сегодняшний день дорожное хозяйство переживает бум инноваций, которые внедряются с целью повышения эффективности управления, организации рабочих процессов, улучшения качества работ. Одним из наиболее перспективных направлений реинжиниринга процесса управления автомобильными дорогами является применение концепции PLM (Product Lifecycle Management), позволяющей сбалансировать затраты на проектирование, строительство и экс-

плуатацию автомобильной дороги в течение её расчётного срока службы.

Важным элементом автомобильной дороги является дорожная одежда. Для проектирования и расчёта конструкций дорожных одежд компания «ИндорСофт» разработала систему IndorPavement. Система поддерживает все основные российские стандарты и методики, что позволяет производить расчёты дорожных одежд для нового строительства, а также делать

**Общие параметры проекта**

Техническая категория дороги: II категория  
 Тип дорожной одежды: Капитальный  
 Дорожно-климатическая зона: II - подзона 1  
 Система увлажнения: Система 1 (атмосферные осадки)  
 Расчетная автомобильная группа "А": 3000  
 Расчетная автомобильная группа "В": 3000  
 Грунт 1: Песок мелкий  
 Грунт 2: Песок средней крупности с содержанием пылевого-глинистой фракции 5%

**Стандартные варианты дорожной одежды**

Жесткие конструкции

- На основании II класса прочности (Типовые строительные конструкции серия 3.503-1/91)
- На основании из "толстого" асфальтобетона М-7,5 (Типовые строительные конструкции серия 3.503-1/91)
- На основании I класса прочности (Типовые строительные конструкции серия 3.503-71/88)
- На основании I класса прочности (Типовые строительные конструкции серия 3.503-71/88)

Материалы конструктивных слоев жестких дорожных одежд

Тяжелый бетон (18 мат.)

- B tb 6.4 - Еурпр=39000 МПа - [N=1]
- B tb 6.0 - Еурпр=36500 МПа - [N=1]
- B tb 5.6 - Еурпр=34000 МПа - [N=1]
- B tb 5.2 - Еурпр=31500 МПа - [N=1]
- B tb 4.8 - Еурпр=29000 МПа - [N=1]
- B tb 4.4 - Еурпр=26500 МПа - [N=1]
- B tb 4.0 - Еурпр=24000 МПа - [N=1]
- B tb 3.6 - Еурпр=21500 МПа - [N=1]
- B tb 3.2 - Еурпр=19000 МПа - [N=1]
- B tb 2.8 - Еурпр=16500 МПа - [N=1]
- B tb 2.4 - Еурпр=14000 МПа - [N=1]
- B tb 2.0 - Еурпр=11500 МПа - [N=1]
- B tb 1.6 - Еурпр=9000 МПа - [N=1]
- B tb 1.2 - Еурпр=6500 МПа - [N=1]
- B tb 0.8 - Еурпр=4000 МПа - [N=1]

Мелкозернистый бетон (11 мат.)

- B tb 4.8 - Еурпр=30000 МПа - [N=1]
- B tb 4.4 - Еурпр=28000 МПа - [N=1]
- B tb 4.0 - Еурпр=26000 МПа - [N=1]
- B tb 3.6 - Еурпр=24000 МПа - [N=1]
- B tb 3.2 - Еурпр=22000 МПа - [N=1]
- B tb 2.8 - Еурпр=20000 МПа - [N=1]
- B tb 2.4 - Еурпр=18000 МПа - [N=1]
- B tb 2.0 - Еурпр=16000 МПа - [N=1]
- B tb 1.6 - Еурпр=14000 МПа - [N=1]
- B tb 1.2 - Еурпр=12000 МПа - [N=1]
- B tb 0.8 - Еурпр=10000 МПа - [N=1]

**Нежесткие конструкции**

Новый слой покрытия: h = 24 см, Мелкозернистый бетон класса B tb 4.0  
 Нижний слой покрытия: h = 3 см  
 Основание: h = 24 см, Готовые песчано-гравийные смеси II класса прочности, уплотненные портландцементом М-40 в количестве 4-6% (слой 1)

Показатель	Значение	Единица измерения
Ширина проезжей части	10.0	м
Ширина обочины	2.0	м
Ширина тротуара	1.5	м
Ширина канавы	0.5	м
Ширина бордюра	0.2	м
Ширина тротуарной дорожки	0.5	м
Ширина канавы	0.5	м
Ширина бордюра	0.2	м
Ширина тротуарной дорожки	0.5	м
Ширина канавы	0.5	м
Ширина бордюра	0.2	м
Ширина тротуарной дорожки	0.5	м
Ширина канавы	0.5	м
Ширина бордюра	0.2	м

**Создание нового проекта**

Создать Отмена

Рис. 1. Альбом типовых конструкций в системе IndorPavement



## БИБЛИОТЕКА МАТЕРИАЛОВ

Вместе с программными продуктами IndorRoad, IndorCAD и IndorPavement поставляется единая библиотека, содержащая более 800 различных дорожных материалов.

Для всех из них указаны физико-механические свойства (модуль упругости, плотность, теплопроводность и пр.) в соответствии с нормативными документами и описаниями производителей.

Библиотека содержит материалы:

- конструктивных слоёв нежестких дорожных одежд;
- конструктивных слоёв жестких дорожных одежд;
- грунтов земляного полотна;
- защитно-армирующей геосинтетики;
- дренажной геосинтетики;
- пространственной геосинтетики.

При необходимости библиотеку материалов можно дополнить новыми материалами, создав их на основе существующих или «с нуля».

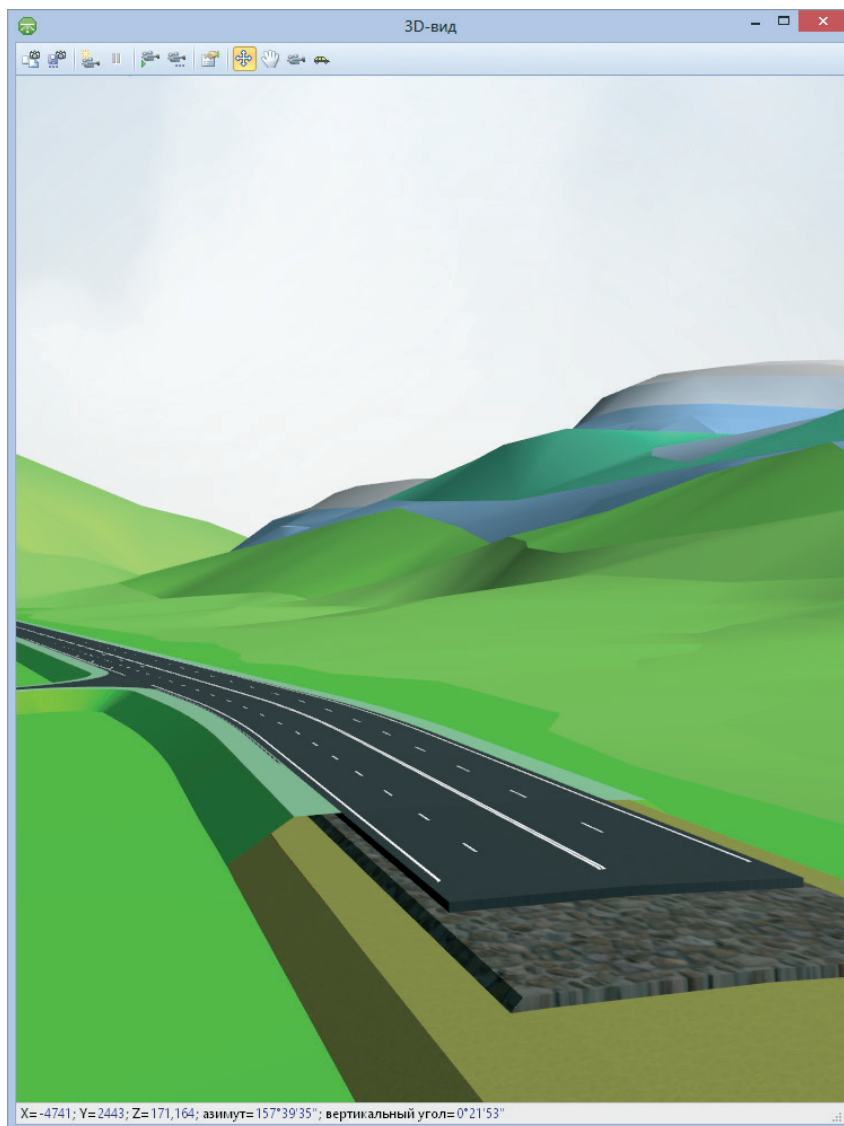


Рис. 2. Трёхмерная визуализация дорожной одежды автомобильной дороги в САПР IndorCAD

оценку существующих конструкций. Данный инструмент широко используется различными проектными институтами уже не первый год и успел полюбиться многим инженерам-проектировщикам не только России, но и ближнего зарубежья.

### Удобное проектирование

Уникальной особенностью системы расчёта является встроенный альбом типовых конструкций дорожных одежд. Альбом включает в себя конструкции жесткого и нежесткого типов, разработанные отечественными и зарубежными специалистами. Достаточно ввести минимальный набор исходных параметров, и IndorPavement предложит несколько подходящих шаблонов дорожной

одежды (рис. 1). Шаблоны содержат конструктивные слои с заданными толщинами, а каждый слой имеет список допустимых материалов. Проверенные решения и простота использования — два слагаемых эффективной работы.

Вторым удобным механизмом для проектирования конструкции дорожной одежды является инструмент оптимизации толщин слоёв по заданным критериям. Все мы понимаем, что подбор оптимальных толщин конструктивных слоёв вручную — сложный и трудоёмкий процесс, в котором необходимо учесть заданные критерии прочности, стоимостные характеристики материалов, общую толщину конструкции и пр. С помощью автоматической оптимизации данная за-

дача упрощается в разы, предоставляя инженеру-проектировщику готовый список конструктивных решений. Минимальное время проектирования без потери качества — важное преимущество в современных конкурентных условиях.

### Отчётная документация и проверка расчёта

Отчётная документация в системе IndorPavement Expert представлена в двух видах: чертёж и пояснительная записка.

Чертёж содержит исходные данные по проекту и конструкции, а также конструктивную и расчётную схемы. Сформированный чертёж можно доработать в соответствии с существующими стандартами оформления про-

ектной документации в бесплатном редакторе IndorDraw, экспортировать в нужный формат, например DWG, или распечатать. Пояснительная записка по расчёту содержит более подробную информацию, нежели чертёж. В ней даны значения основных расчётных величин.

Помимо пояснительной записки система IndorPavement позволяет сформировать расшифровку расчёта, включающую подробные выкладки в виде формул и ссылок на использованные нормативные документы. Подобный документ позволит при необходимости легко проверить результаты расчёта и может стать сильным аргументом в спорных ситуациях. Например, при обсуждениях на технических советах или защите проектных решений в госэкспертизе.

### Единый проект

При проектировании автомобильной дороги решается множество задач. В некоторых случаях различные задачи выполняются разными специалистами, и информация по проекту хранится в разрозненном виде. Одним из таких примеров является конструкция дорожной одежды. Как правило,

она проектируется и рассчитывается отдельно, а в итоговом проекте автомобильной дороги фигурируют только конструктивные слои с заданными толщинами. В новой, девятой версии IndorCAD меняется отношение к данным о дорожной одежде. Теперь в проект IndorCAD можно подгрузить уже спроектированную и рассчитанную в IndorPavement конструкцию дорожной одежды (рис. 2). Такой подход позволяет на этапе проектирования избежать ненужной работы по формированию вручную слоёв дорожной одежды в редакторе поперечного профиля и даёт возможность одним щелчком мыши получить трёхмерную модель каждого конструктивного слоя для дальнейшего формирования рабочей документации и загрузки её напрямую в дорожно-строительную технику.

### Полная эксплуатационная информация

Не секрет, что отсутствие полных и достоверных сведений о структуре и состоянии дорожной одежды на этапе эксплуатации автомобильной дороги зачастую не позволяет принимать своевременные и адекватные реше-

ния по планированию и проведению ремонтов, капитальных ремонтов, реконструкции автомобильной дороги. Именно поэтому очень важно хранение подробной информации о дорожной одежде в информационных системах, предназначенных для эксплуатации автомобильных дорог. ГИС автомобильных дорог IndorRoad позволяет хранить сведения о дорожной одежде, получаемые как напрямую из проектов IndorPavement, так и введённые вручную на основе материалов диагностики (рис. 3). [31](#)

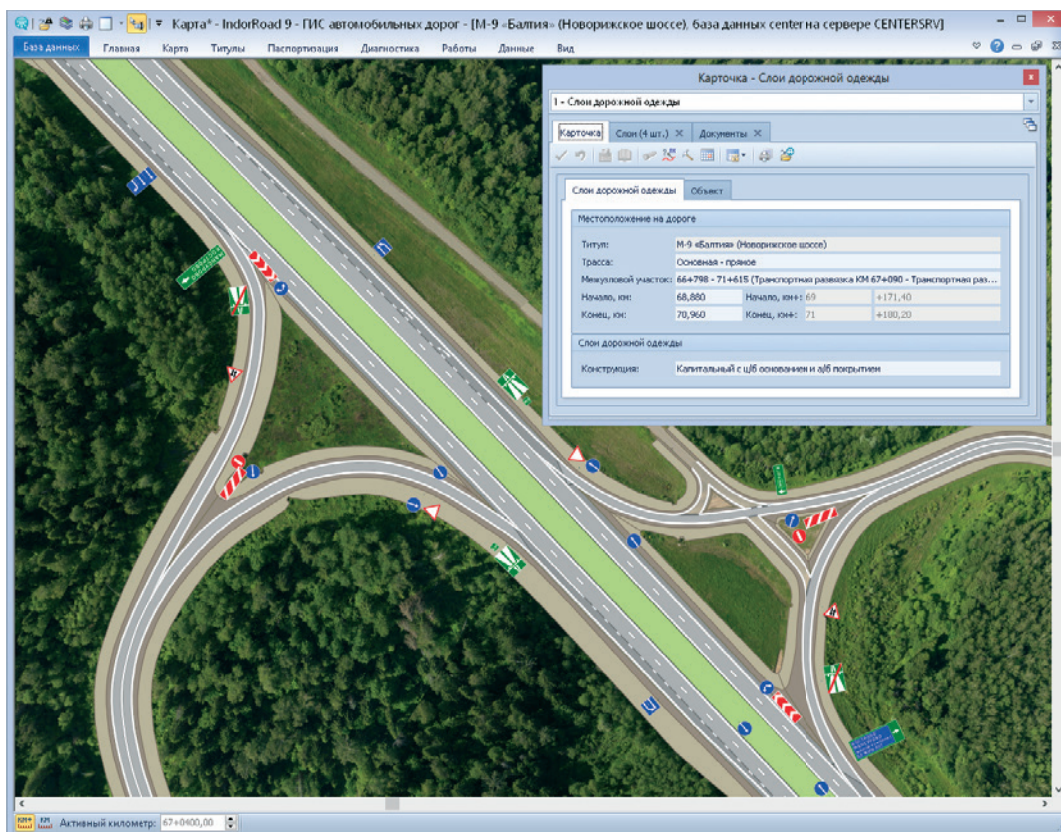


Рис. 3. Информация о дорожной одежде в ГИС IndorRoad