

Geonics ЖЕЛДОР

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ФУНКЦИОНАЛА БАЗОВОЙ ПЛАТФОРМЫ AUTOCAD CIVIL 3D ДЛЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ЖЕЛЕЗНЫХ ДОРОГ

Разработанный компанией CSoft Development программный комплекс Geonics ЖЕЛДОР функционирует на платформе AutoCAD Civil 3D и использует ее возможности для создания и редактирования 3D-моделей (коридоров) проектируемых путей, получения проектных поперечных профилей, подсчета объемов земляных работ. По существу два этих продукта представляют собой единое целое.

Необходимо понимать, что использование базовой платформы без дополнительных специализированных приложений не вполне подходит для проектирования железных дорог — в нем отсутствует ряд возможностей, крайне важных для изыскателей и проектировщиков: обработка данных полевого кодирования, редукция съемочных точек на оси путей, работа со съемочными поперечниками, подбор элементов плана трассы, формирование ведомостей, целый ряд оформительских задач и т.д. Все эти возможности реализованы в Geonics ЖЕЛДОР. Кроме того, для учета железнодорожной специфики разработчиками Geonics ЖЕЛДОР был написан допол-

нительный функционал, который позволяет с помощью объекта "Коридор" создать модель проектируемой дороги и получить на ее основе всю необходимую документацию.

Предлагаем подробнее ознакомиться с этими возможностями, а также методами проектирования железных дорог в Civil 3D. Мы расскажем о работе с элементом конструкции "Балластная призма", остановимся на создании откосов с кюветами, проектных профилей по кюветам и коридоров по проектируемым путям, рассмотрим методы построения по ним поверхностей, инструменты подсчета объемов земляных работ и необходимых материалов. Части проекта, выполняемые с помощью функционала

Geonics ЖЕЛДОР, — построение плана проектируемого пути, существующего и проектного профиля, оформление чертежей — представлены в публикуемой в этом номере журнала статье Юрия Курило и Валентины Чешевой.

Балластная призма (рис. 1) является основным элементом, который используется для построения модели железной дороги. Он входит в комплект поставки Geonics ЖЕЛДОР и разработан специально для создания коридора по железной дороге средствами Civil 3D. Для работы с этим элементом требуется наличие лицензионного Geonics ЖЕЛДОР, установленного на платформе AutoCAD Civil 3D. По умолчанию в элементе используются стандартные для России значения параметров балласта, подушки и земляного полотна (рис. 2), что избавляет проектировщика от необходимости их частого редактирования.

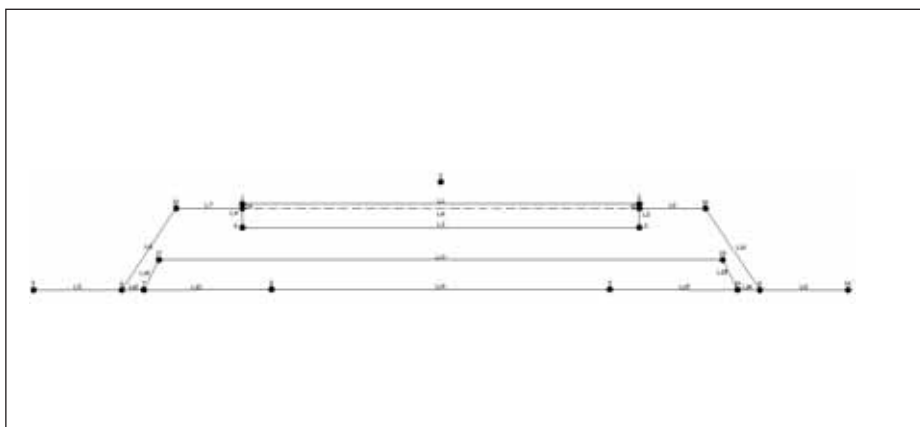


Рис. 1. Элемент конструкции "Балластная призма"

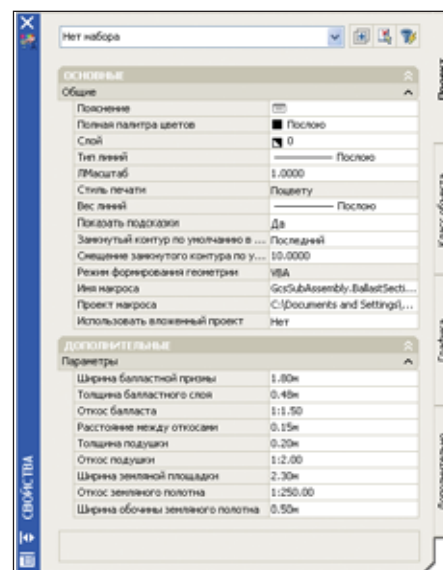


Рис. 2. Свойства элемента конструкции "Балластная призма"

В дальнейшем, когда коридор будет сформирован, можно выполнить автоматический подсчет объемов щебня и песка на основе заданных параметров балласта и подушки. Кроме того, рассматриваемый элемент позволяет проектировать участки с несколькими путями на одной балластной призме. Это чрезвычайно важно при работе над проектами станций и участков дорог с несколькими путями. Такая "гибкость" элемента конструкции достигается благодаря возможности задать целевые параметры (трассы проектируемых путей на одной балластной призме) в свойствах коридора (рис. 3).

После добавления трасс коридор автоматически перестраивается, в зависимости от количества путей и расстояния между ними меняются ширина основной площадки и ширина верха балластной призмы. В дальнейшем любое изменение трасс, добавленных в коридор как целевые параметры, будет сопровождаться перестроением коридора в соответствии с новым плановым положением трасс. Способность коридора перестраиваться при изменении входящих в него объектов позволяет проектировщику всегда располагать актуальной на данный момент моделью проектируемой дороги, а также последними версиями чертежей поперечных профилей и таблиц объемов, полученных по этой модели. Таким образом, благодаря использованию динамической модели коридора, экономится время на перечерчивание большого количества чертежей и пересчет объемов земляных работ и материалов.

Поскольку проектный профиль для железнодорожного пути задается по головке рельса, точка вставки элемента "Балластная призма" в конструкцию бы-

ла установлена на соответствующей высоте (рис. 4).

Чтобы создать конструкцию с откосами и водоотводными сооружениями, к точкам по бровкам земляного полотна элемента "Балластная призма" добавляются элементы общего вида. Как показала практика, использование таких элементов для создания сложных откосов, канав, лотков и кюветов позволяет добиться большой гибкости конструкции и учесть различные варианты их планового и высотного положения.

Создание конструкции

В качестве примера рассмотрим процедуру создания конструкции с кюветом для проектируемого пути. В этой конструкции будут заложены разные варианты построения кювета (в насыпи и в выемке), а также предусмотрено использование проектного профиля по дну кювета.

Элементы конструкций, рекомендуемые для проектирования конструкций с водоотводными сооружениями, находятся на палитре *Метрическая система — элементы общего вида* (рис. 5).

С их помощью можно создавать конструкции любой сложности. Благодаря использованию в этих элементах целевых параметров (трасс и профилей) достигается высокая степень гибкости конструкции.

Правая часть создаваемой конструкции показана на рис. 6.

Процесс ее создания выглядит следующим образом:

1. Создается конструкция, в которую затем добавляется элемент "Балластная призма".
2. Определяется неизменное очертание поперечного профиля с кюветом. В нашем случае это контур между точками 1-6. Все звенья этого контура создаются с помощью элемента "ЗвеноПоОткосуИШирине", с их по-

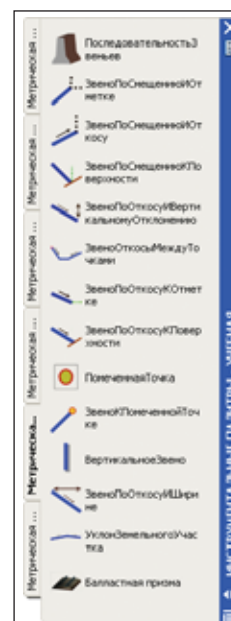


Рис. 5. Элементы общего вида

мощью мы задаем размеры кювета и уклон его боковых стенок.

Программно анализируется вертикальное положение точки 6 относительно поверхности рельефа (в насыпи или в выемке).

3. Если точка 6 расположена выше черной поверхности, то она проецируется на эту поверхность под углом, равным заложению откоса (1:1.5), с помощью элемента *ЗвеноПоОткосуКПоверхности*. В результате получаем точку 7.
4. От точки 7 создаются звенья 7-8 и 8-9 — по аналогии со звеньями 6-5 и 5-4. Точка 9 в результате фиксирует наивысшее положение дна кювета в насыпи.
5. Для определения планового положения кювета в зависимости от проектного профиля по дну кювета создается звено 9-10 с помощью элемента *ЗвеноПоОткосуИВертикальномуОтклонению*. Длина этого звена будет изменяться в соответствии с проект-

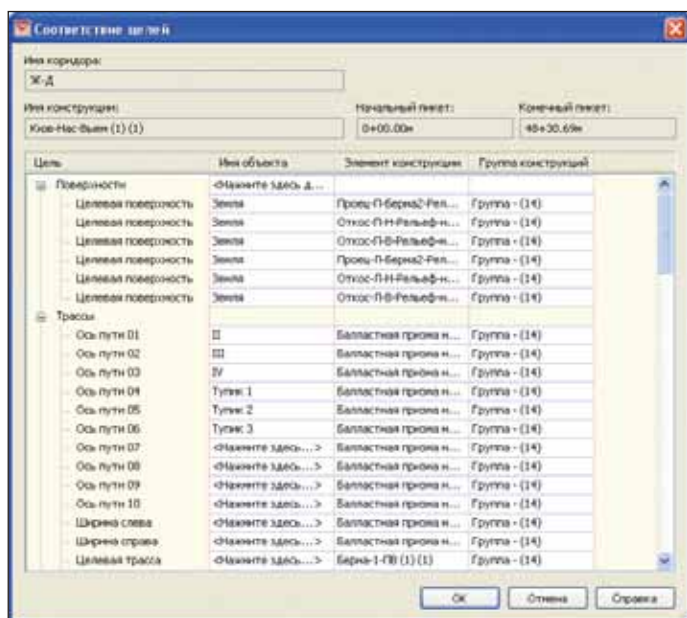


Рис. 3. Задание целевых параметров в свойствах коридора

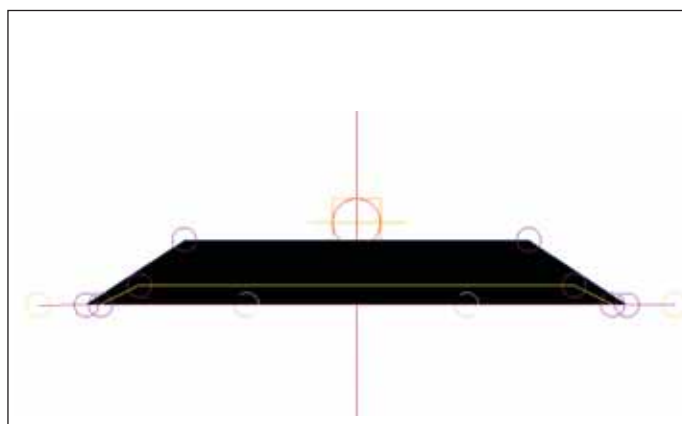


Рис. 4. Конструкция с элементом "Балластная призма"

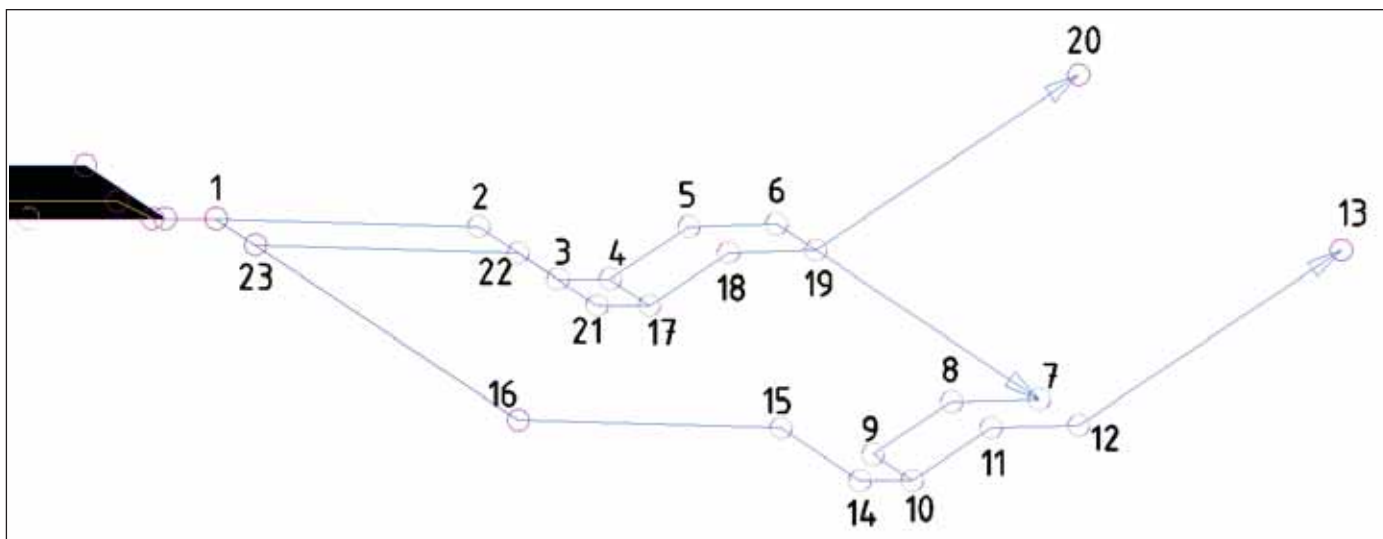


Рис. 6. Правая часть конструкции с кюветом

- ным профилем, добавляемым в качестве целевого параметра.
- От точки 10 создаются звенья между точками 10-12 и 10-16, описывающие неизменный проектный контур с кюветом. В точку 12 добавляется элемент *ЗвеноПоОткосуКПоверхности*, выходящий на черную поверхность.
 - В точку 1 добавляется элемент *Помеченная точка*. С помощью элемента *ЗвеноКПомеченнойТочке* создается звено между точками 16 и 1. В результате мы получили проектный контур в насыпи между точками 1, 16, 15, 14, 10-13. Таким же образом создается проектный контур в выемке. В этом случае точка 4 фиксирует наивысшее положение дна кювета в выемке.
 - От этой точки с помощью элемента *ЗвеноПоОткосуИВертикальномуОтклонению* создается звено 4-17. Длина данного звена также будет динамически изменяться в соответствии с проектным профилем.
 - От точки 17 создаем проектный контур в выемке между точками 1, 23, 22, 21, 17-20.

Аналогично формируется левая часть конструкции.

Созданная таким образом конструкция позволяет запроектировать откосы с кюветами как в насыпи, так и в выемке с соблюдением предварительно заданных размеров и уклонов. В дальнейшем при добавлении проектного профиля по дну кювета (в насыпи профиль определяется для точки 10) и его заглуплении размеры кювета и уклоны откосов останутся неизменными, будет меняться ширина откоса по звену 1-16.

Для удобства просмотра конструкции вспомогательные звенья можно отключить в свойствах соответствующих элементов конструкций.

Для корректного построения характерных линий по коридору необходимо задать для соответствующих точек в насыпи и в выемке одинаковые коды.

Создание профилей по кюветам

Рассмотрим создание проектных профилей для левого и правого кюветов.

Для этого после построения коридора на основе созданной конструкции необходимо определить профили по на-

ивысшему положению дна канавы в насыпи и в выемке (команда *Создать профили по коридору*). Эти профили можно создавать по трассе пути или, для повышения точности, по дну кювета. Для выбора соответствующих характерных линий в коридоре рекомендуется воспользоваться просмотром модели коридора в 3D-виде.

На следующем этапе создаются проектные профили по дну кюветов (команда *Создать профиль по компоновке*). Линии профилей при этом должны совпадать с ранее созданными профилями из характерных линий или проходить ниже. Кроме того, эти линии корректируются в соответствии с расположением намечаемых водопропускных труб. После создания проектных профилей вспомогательные профили, созданные из характерных линий, можно удалить.

Профили по дну кюветов добавляются в качестве целевых в свойства коридора. После перестроения коридора можно просмотреть его по сечениям (рис. 7) и при необходимости внести изменения.

Создание поверхности коридора

Поверхности по коридору можно создать двумя способами — по характерным линиям и по связям.

- Построение поверхности по характерным линиям.** При добавлении исходных данных в поверхность выбираем в свойствах коридора коды точек соответствующих характерных линий (рис. 8).
- Построение поверхности по связям.** В качестве исходных данных для построения поверхности выбираем коды связей (звеньев). Например, для создания поверхности по земляному полотну нужно выбрать коды Datum и База отсчета (рис. 9).

Заключительный этап создания по-

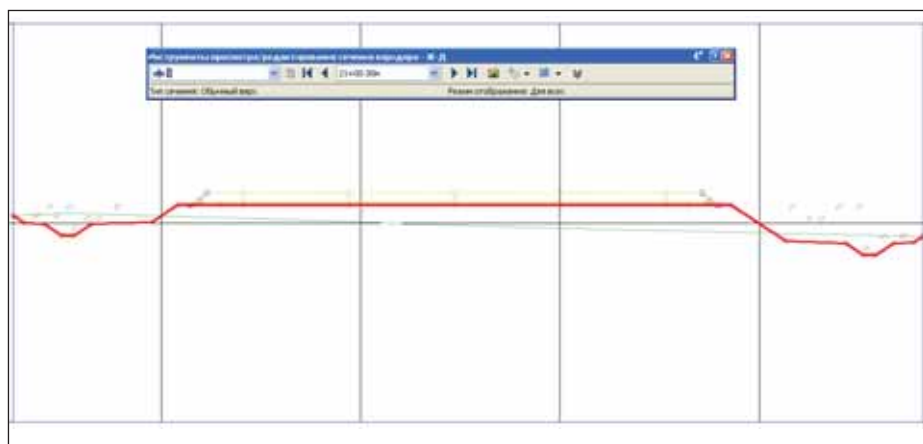


Рис. 7. Сечение коридора

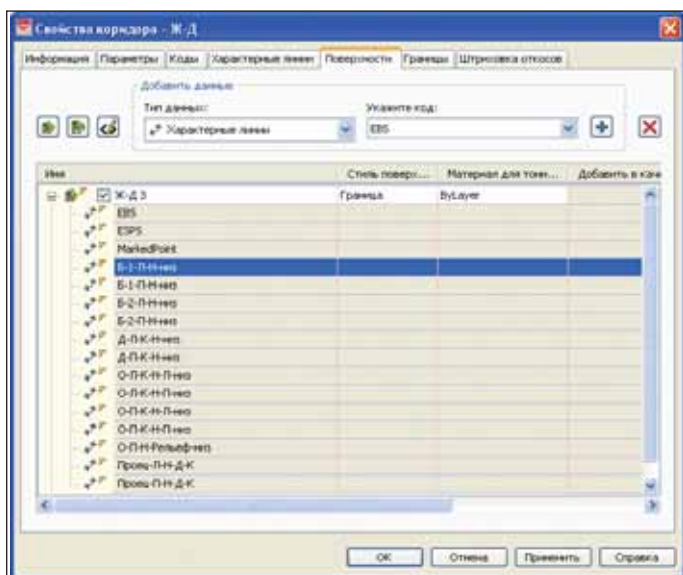


Рис. 8. Добавление поверхностей в свойствах коридора по характерным линиям

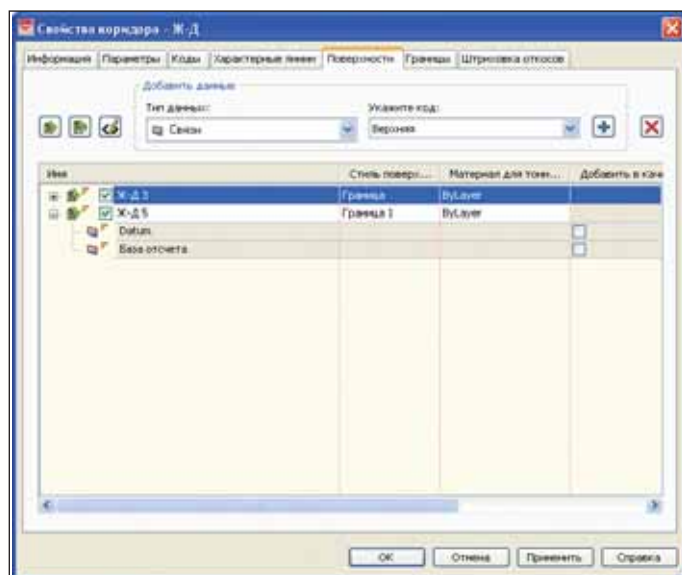


Рис. 9. Добавление поверхностей в свойствах коридора по связям

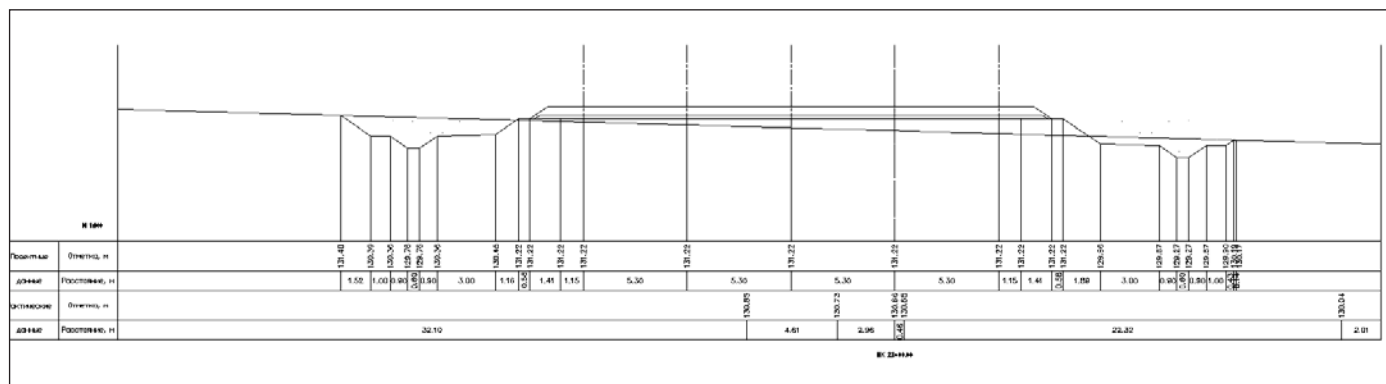


Рис. 10. Поперечный профиль по железной дороге

верхности по коридору — добавление границы.

В отсутствие определенной границы триангуляция по поверхности будет в том числе и в стороне от дороги — особенно в случае, когда коридор имеет сложную форму. Границу можно определить в интерактивном режиме, указывая на чертеже характерные линии, по которым она должна пройти.

Создание поперечных профилей

Используя функционал создания сечений Civil 3D, по созданной модели коридора можно получить поперечные сечения с заданным шагом вдоль оси проектируемого пути. Предварительно следует указать типы исходных данных, которые будут отображаться на этих сечениях. При наличии созданной поверхности по земляному полотну и балластной призмы (из конструкции коридора) можно отобразить железнодорожное полотно на поперечном профиле. Для оформления используют стили сечений и видов сечений либо имевшиеся в шаблоне, либо настроенные в этом чертеже (рис. 10).

Вычисление объемов земляных работ и материалов

По созданным осям сечений вдоль проектируемого пути можно вычислить объемы земляных работ и материалов с формированием соответствующих таблиц. Точность вычисления определяется проектировщиком. Объемы можно вычислять с заданным шагом вдоль трассы проектируемого пути, а также с точностью построения коридора (вычисляя объемы по всем пикетам, в которых есть конструкции). Для вычисления объемов земляных работ необходимо наличие двух поверхностей — существующей и поверхности по земляному полотну, а для подсчета объемов песка и щебня достаточно конструкции коридора (при этом объем материала будет рассчитываться с учетом изменений ширины балластной призмы в зависимости от количества путей). По результатам подсчета генерируются таблицы объемов, которые могут быть динамически связаны с моделью коридора и автоматически обновляться при внесении в нее изменений.

Отметим, что все операции, описанные в этой статье, предполагаются после выполнения ряда этапов проекта средст-

вами Geonics ЖЕЛДОР (обработка данных изысканий, построение черной поверхности, создание плана, черного и проектного профилей проектируемого пути, оформление чертежей). Для использования инструментов Civil 3D при работе с трассами, профилями и поверхностями, подготовленными в Geonics ЖЕЛДОР, следует выполнить импорт-экспорт через формат LandXML.

Представленная технология проектирования железных дорог в Geonics ЖЕЛДОР на платформе AutoCAD Civil 3D внедряется компанией CSofT в филиалах ОАО "Росжелдорпроект" в ходе выполнения пилотных проектов.

*Андрей Жуков,
заместитель директора отдела
"Изыскания, генплан и транспорт"*

*Валентина Чешева,
директор направления
"Инфраструктура
и градостроительство",
к.т.н., доктор философии
CSofT
Тел.: (495) 913-2222
E-mail: zhukov@csoft.ru
chesheva@csoft.ru*