



GeoniCS ЖЕЛДОР

САПР для ПРОЕКТИРОВАНИЯ ЖЕЛЕЗНЫХ ДОРОГ

Появления такого программного комплекса российский рынок проектирования ждал давно. С одной стороны, требовалось изменить ситуацию, при которой разнородные приложения, используемые в железнодорожных проектных институтах, зачастую не в состоянии использовать форматы друг друга. С другой — отраслевым проектным институтам требовалось программное решение для моделирования железнодорожных трасс во взаимодействии с системой эффективных сквозных "бесшовных" технологических линий и цепочками "изыскания — проектирование — строительство — эксплуатация". Это решение, построенное на основе промышленных платформ с открытой архитектурой, должно учитывать отраслевые особенности (например, кардинальные отличия в документировании проекта) и базироваться на отечественной методологии проектирования. А поскольку железная дорога является комплексным сооружением, то инструменты того же продукта должны быть пригодны для проектирования других линейных объектов.

Ответом на все перечисленные пожелания стало появление GeoniCS ЖЕЛДОР — программного комплекса, предназначенного для проектирования железных дорог. Комплекс автоматизирует работу проектных отделов железнодорожных институтов, имеет интуитивно понятный интерфейс и логику, соответствующую этапам технологического процесса и их вариациям.

В состав комплекса GeoniCS входят приложения на платформе AutoCAD 2006/2007, позволяющие выполнить обработку и уравнивание линейных изысканий: данных полевой съемки, в том числе и при использовании кодирования пунктов в поле; получить пространствен-

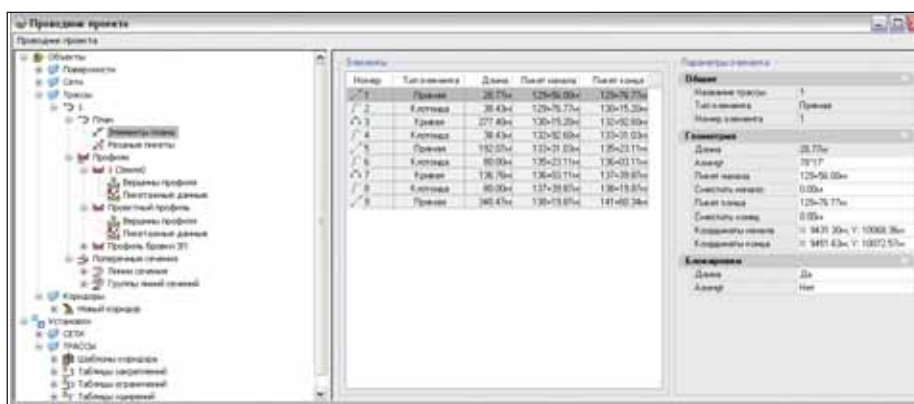


Рис 1. Проводник проекта

ную картину положения геологических слоев; сформировать генеральный план; развести по объекту инженерные сети; запроектировать линейно-протяженные объекты. При этом возможно одновременное использование всех возможностей AutoCAD 2006/2007 и вертикальных решений на его базе — Autodesk Civil 3D и других. Следовательно, GeoniCS ЖЕЛДОР позволяет решать задачи самых разных отделов проектного института.

Система обеспечивает параллельную работу над проектом сразу нескольких специалистов и, что совсем немаловажно, предоставляет возможность вариантного проектирования.

Единый центр управления — *Проводник проекта* (рис. 1) — позволяет просматривать, создавать и редактировать объекты и элементы поверхностей, трасс, профилей, поперечников, коридоров и т.п.

Структура программы разбивает весь технологический процесс на логические блоки:

- Трассы (план)
 - Выправка
- Профиль
- Поперечники

- 3D-модель (коридор)
- Проектная документация и экспорт данных.

План трассы

Для максимальной эффективности начального этапа проектных работ — моделирования планов новых и реконструируемых железнодорожных линий — предусмотрен специальный *геометрический конструктор*, позволяющий различными способами, используемыми в мировой практике, запроектировать стандартные элементы плана прямых, кривых и переходных кривых (клотоид), а также специальные железнодорожные объекты (стрелочные переводы, изломы). В программе имеются открытые для пополнения базы данных элементов (например, всех типовых стрелочных переводов) с возможностью коррекции характеристик, в том числе и средствами AutoCAD 2006/2007. Фактически моделирование вариантов развития проектируемой трассы перестает быть наиболее трудоемким процессом. Программа производит расчет определяемых при вписывании элементов (например, несколь-

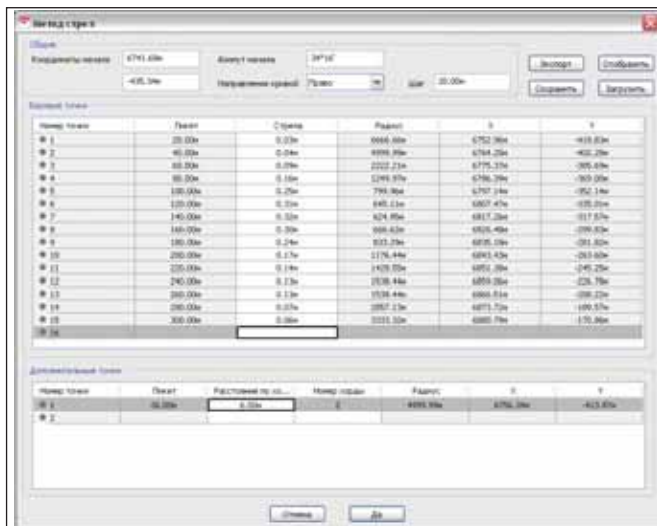


Рис. 2. Метод стрел

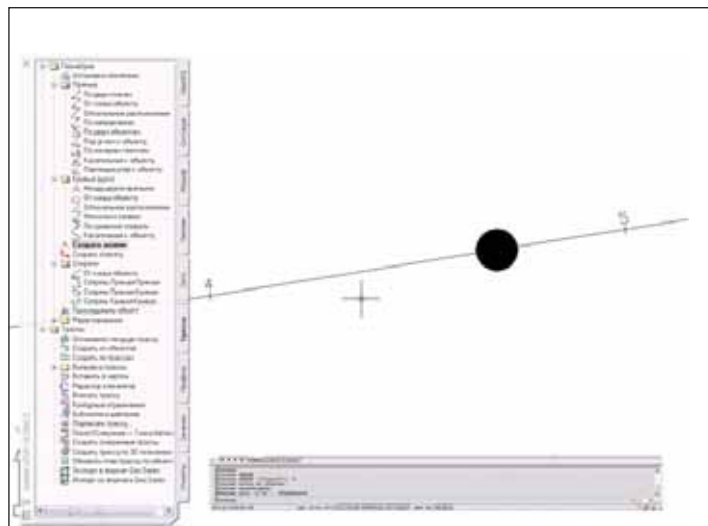


Рис. 3. Излом

ких идущих подряд круговых или переходных кривых) либо комбинаций элементов с заданием различных исходных параметров — длин, радиусов, соотношений и т.д. GeonICS ЖЕЛДОР автоматически контролирует получаемые результаты на предмет соответствия нормам для заданной категории пути и указывает места, где это соответствие нарушено, что позволяет инженеру-проектировщику сосредоточиться на решении других задач.

В программе реализованы уникальные алгоритмы, обеспечившие возможность обрабатывать данные съемки кривых участков пути и на выходе получать необходимые для проектирования данные в зависимости от выполняемых проектных работ (выправка пути в заданном коридоре сдвиге, реконструкция трассы, строительство вторых путей, новое строительство).

Выправка трассы объединяет в себе несколько этапов. Первый из них предполагает получение данных с использованием различных видов съемки кривых участков методом стрел (рис. 2), методом Гоникуберга, координаты точек, указание точек вставки с чертежа и непосредственный выбор объектов AutoCAD 2006/2007. Алгоритм позволяет вести расчет участка трассы, находящегося на кривом участке пути, принимая в расчет крайние точки, благодаря чему пользователь может дробить длинные составные многорадиусные кривые с разноразличной кривизной, а при необходимости фиксировать точки либо участки над ИССО, в негабаритных местах, вдоль платформ и т.п.

Далее следует этап *сглаживания* точек, на котором устраняется влияние мелких неточностей, допущенных при съемке, и мелких неровностей пути (применяя *коэффициент погрешности*, возможно задать несколько приближе-

ний), а исходные данные согласовываются по *графикам исходной и сглаженной кривизны*. Затем производится *сегментация* или структурирование, выделение набора элементов (прямых сегментов (тангенсов), сегментов круговых кривых, сегментов клотоид), а также проверка этих элементов на соответствие нормам проектирования, то есть заданной категории пути.

В процессе работы с GeonICS ЖЕЛДОР — в данном случае с интерфейсом выправки трассы — сохраняются интерактивность и полный контроль над процессами со стороны инженера-проектировщика. Например, если задать в диалоговом окне интерфейса выправки значение величины критерия несколько большее, чем настроено в программе, то можно уменьшить количество элементов на сегментированной трассе, но при этом выйти за указанные пределы сдвиге (коридор выправки). Управляя данными в *таблице ограничений* и коэффициентами интерфейса выправки, можно получить данные об элементах существующей трассы (распознавание существующей геометрии), данные для выправки при наложении различных ограничений (например, в коридоре ± 10 см), а также величины продольных перемещений пути при проектировании реконструкции — при увеличении радиусов для расчетной скорости движения поездов и, соответственно, повышения категории пути.

После сегментации проводится *оптимизация* трассы, *сопряжение* элементов и, при необходимости, коррекция полученных элементов (длин, радиусов, углов) или указание этих элементов из чертежа.

Основным объектом данной подсистемы является *трасса*. Объект "Трасса" состоит из последовательностей сопряженных геометрических элементов: прямых, кривых, переходных кривых. Трас-

сы хранятся в проекте и отображаются в чертежах. Реализована поддержка динамически привязанного к трассе пикетажа, в том числе *резаных пикетов* — в соответствии с практикой, принятой в отечественной школе проектирования. Проектировщик оперирует также инструментом *Излом* (вершина угла поворота трассы с нулевым радиусом); величина излома (рис. 3) задается, но при этом, как правило, не превышает трех минут. Работа в системе координат другой (базовой) трассы позволяет проектировать различные ремонты — например, второстепенных путей в пикетаже главного.

Таким образом, создание трассы в GeonICS ЖЕЛДОР возможно на основе геометрических элементов, полученных в результате выправки либо запроектированных вручную (для новых линий), из файлов AutoCAD 2006/2007, выбором отрезков, полилиний, в том числе и трехмерных (при этом отметки можно автоматически передать в профиль создаваемой трассы). Кроме того, трассу можно создать по трассам проекта (составная трасса) либо сформировать смещенную трассу от той, что уже создана в проекте.

При создании трасс возможно применение понятия *Категория трассы*, в котором учитывается сопряжение элементов, их длин, радиусов, кривизны либо иных особенностей, задаваемых в таблицах ограничений.

Редактирование трасс возможно с применением различного рода ограничений, задаваемых в Редакторе трасс. При задании блокировок элементов трассы либо фиксации ее концов перемещение оси трассы за "ручки" в плане будет соответственно ограничено. Помимо задания блокировок, перемещение трассы может быть задано контурными ограничениями, накладываемыми поверх элементов плана, соседних трасс и т.п.

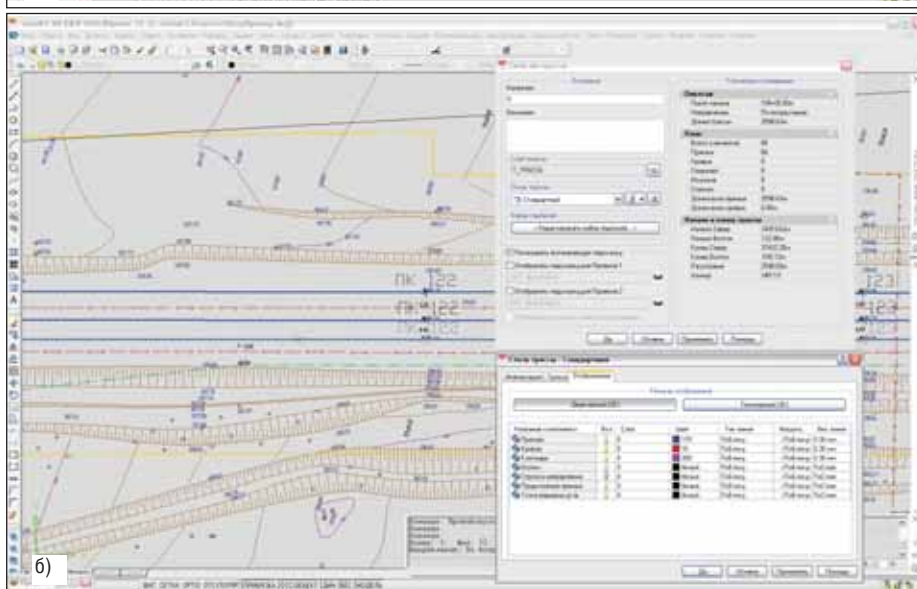
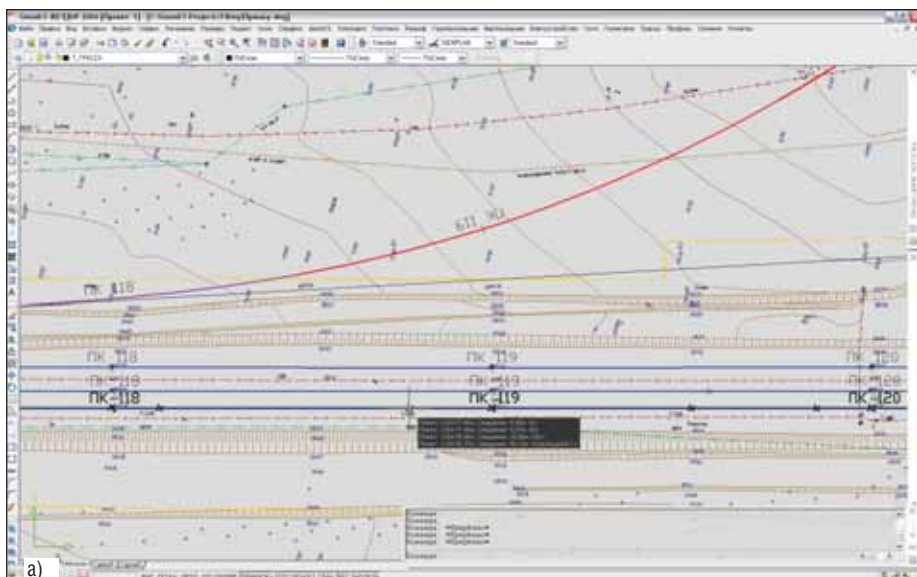


Рис. 4. а – пример варианта развития трассы, б – настройка стиля оформления

При внесении изменений в геометрию трассы, добавлении либо удалении геометрических элементов достаточно выбрать команду *Обновить план трассы по объектам*.

В программе имеется встроенная библиотека часто используемых вариантов развития трасс (рис. 4а). Используя один из предложенных вариантов либо трассу, взятую из проекта, можно создать, на-

пример, сокращенный съезд – для этого понадобится только выбрать утилиту *Вписать трассу*: алгоритм программы предложит несколько возможных вариантов вписывания трассы с учетом заданных блокировок ее элементов.

Отображение трассы в чертеже формируется заданием стилей (рис. 4б), которые позволяют максимально быстро

внести коррективы в ее облик. Благодаря динамическим подписям трассы (рис. 5) пользователь может видеть производимые изменения в режиме реального времени. В GeonICS ЖЕЛДОР к таким подписям относятся подписи и описания всех элементов трассы, данные профилей, пикетажи, междупутья – в том числе с выносками и в виде таблиц.

Отредактировать стили отображения *Геон* (специальные элементы GeonICS – трассы, профили, сечения, окна профилей и сечений, коридоры) и их подписей, произвести основные установки проекта позволяет интерфейс *Проводника чертежа*. В этом же проводнике осуществляются настройка точности вывода данных, единиц измерений, масштаба готового чертежа и многие другие операции.

В GeonICS ЖЕЛДОР имеется утилита нахождения пересечений трассы с осями коммуникаций и линейными топознаками.

Профиль

Профиль GeonICS ЖЕЛДОР является сложным объектом. Уникальные возможности настроек отображения и вывода данных позволяют создавать динамические или статические профили высокой сложности (рис. 6). Информация в окне профиля и подпрофильных таблицах



Рис. 6. Создание профилей и графиков в GeonICS ЖЕЛДОР

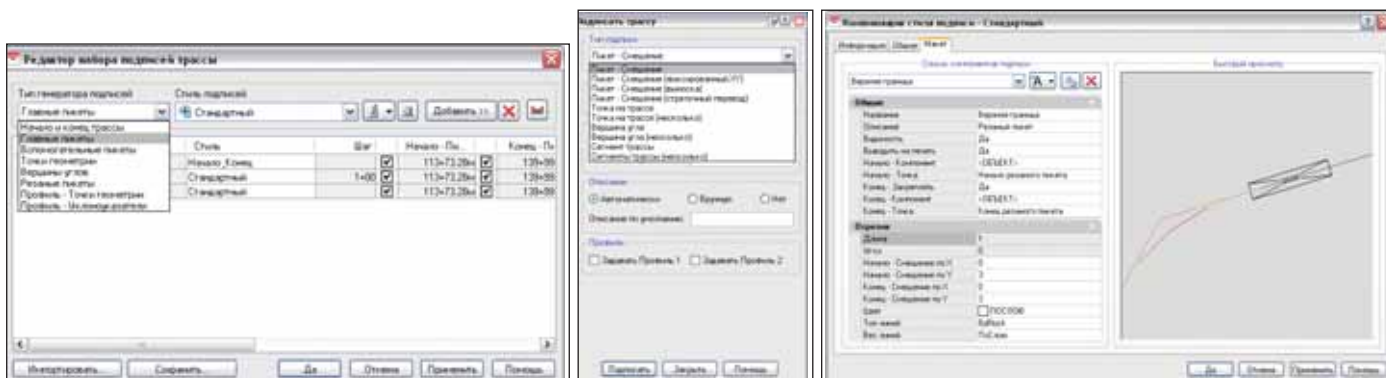


Рис. 5. Формирование динамических подписей трассы

может изменяться с изменением геометрических характеристик трассы.

Создать линии профилей можно несколькими способами: вручную — указанием в окне профиля точек-вершин и в

табличном виде (пикетаж, отметка, радиус вертикальной кривой), по поверхностям, по трассе (смещением), трехмерной полилинии, текстовому файлу, плану трассы (например, при сколке от-

меток с раstra) либо "подхватом" уже имеющихся линий профиля в чертежах AutoCAD 2006/2007.

В разделе "Редактирование профиля" возможны изменения вертикальной оси —

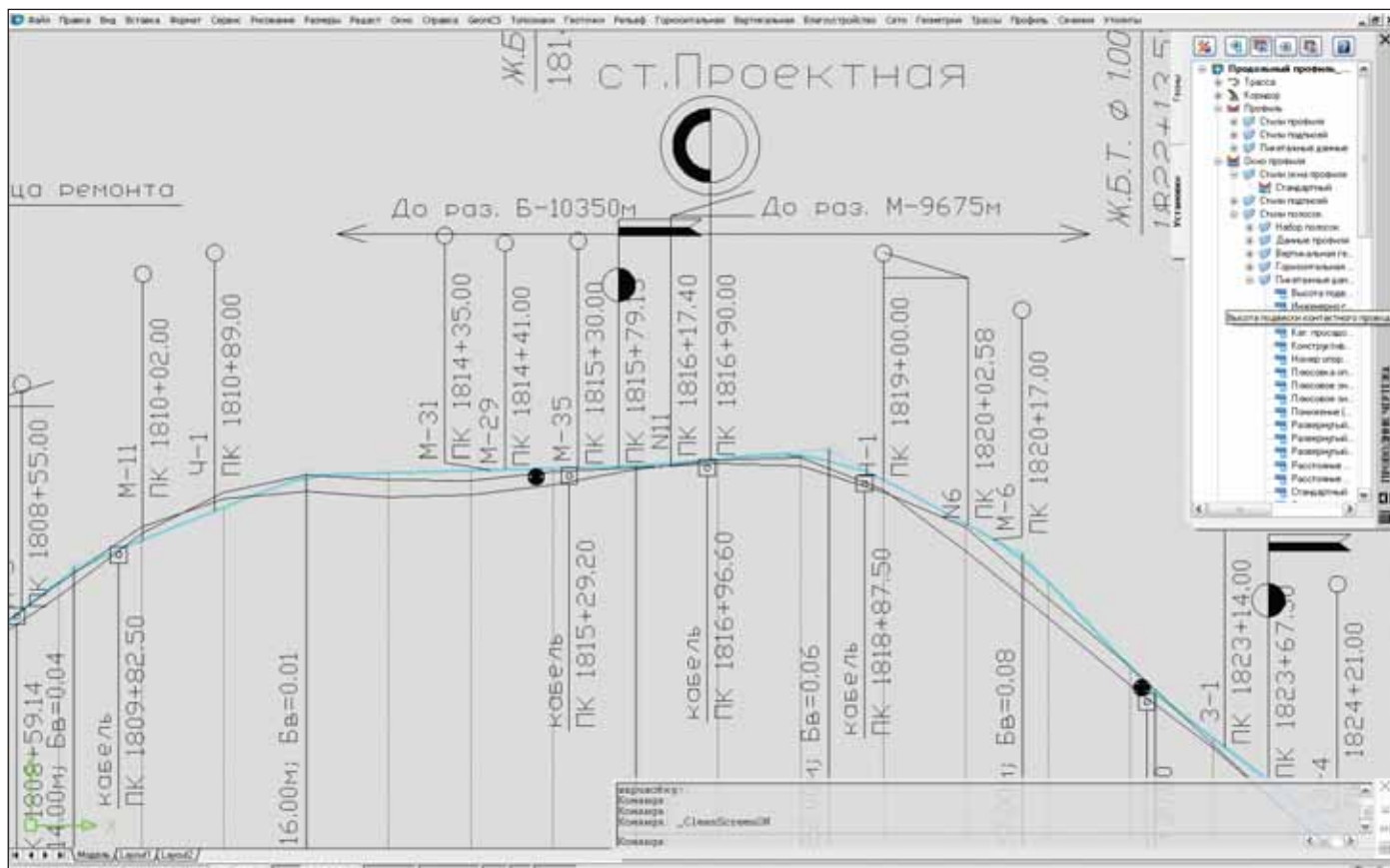
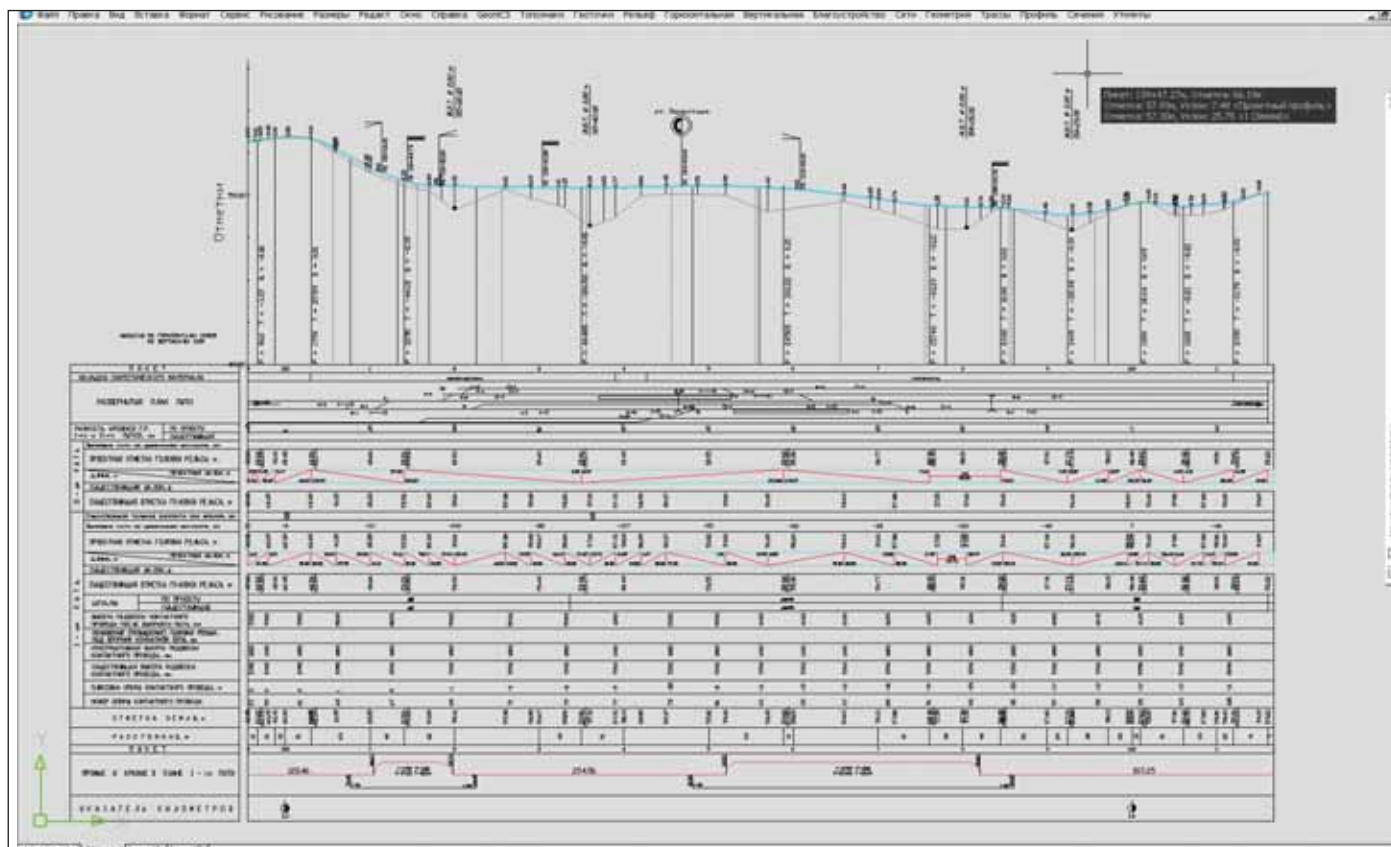


Рис. 7. Пример оформления линии профиля

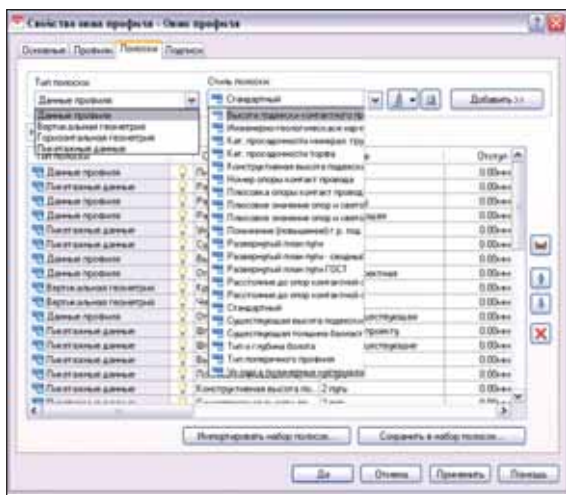


Рис. 8. Формирование полосок "подвала" профиля

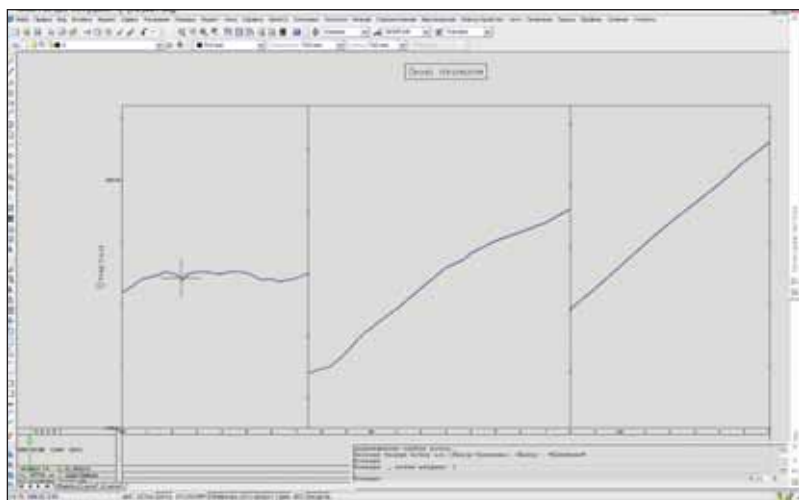


Рис. 9. Сбросы при отрисовке линий профилей

перемещением за "ручки", средствами Редактора элементов или путем редактирования табличных данных, причем проводник предоставляет возможность произвести *подчистку* массива данных под различные задачи (например, вынести отметки на пикетах, отфильтровать точки по разности входного/выходного уклонов), а сами изменения данных профиля могут касаться как всего профиля, так и его отдельных участков. Существует возможность скопировать один профиль для создания подобного (например, *профиль смещения* обочины дорог, бровки или оси кюветов). Профили смещения создаются и управляются независимо от любых существующих трасс смещения, хотя в процессе проектирования и те и другие могут использоваться вместе.

Настройки стилей *окна профиля* позволяют создавать практически любые используемые конфигурации профиля.

В одно окно профиля трассы можно вставить множество различных линий профиля и графиков, в том числе и от других трасс (стили отображения каждого из них доступны для редактирования), а в "подвал" окна поместить практически любую необходимую информацию по вставленным профилям.

Динамические подписи профиля и окна профиля задаются с использованием в оформлении приписанных к пикетам или их диапазонам семантических данных. Стили определяют двумерное и трехмерное изображение профиля, формат графического отображения профиля, его заголовок и подписи координатных осей.

Для отображения пересечек профиля с различными коммуникациями, элементами топоплана, стрелочными переломами, светофорами и т.д. в программе реализован алгоритм работы с наборами *пикетажных данных* (привязка семантической информации к пикету или диапазону пикетов, а также к точкам перелома профиля). После формирования данных

(вручную, из файлов, путем редактирования имеющихся наборов) также возможно применить различные стили отображения этих данных и типы подписей для профилей и окна профиля (рис. 7).

В окне профиля также можно отображать результаты взаимодействия профилей трассы — например, рабочие отметки насыпи/выемки, графики сдвижек, кривизны, междупутий, площадей и объемов земляных работ и т.д.

В интерфейсе GeonICS ЖЕЛДОР возможно задать набор полос данных, включаемых в окно профиля, и поместить их сверху или снизу вдоль сетки. Четыре типа полос данных доступны для отображения данных профиля, вертикальной геометрии, данных горизонтальной геометрии и пикетажных данных для указанной трассы. Полоска *Горизонтальная геометрия* позволяет вывести всю необходимую информацию о геометрических характеристиках трассы в плане.

Свойства окна профиля (рис. 8) позволяют задавать любые масштабы отрисовки линий профилей, диапазоны отметок и участков трассы, применять необходимые стили отрисовки и указывать слой, задать профиль для усечения вертикальных линий от низа окна, подписи линий, компоновать подпрофильные таблицы из полосок и сохранять их в виде наборов для последующего использования.

Для линии профиля с большими перепадами высот и оформления длинных профилей в программе реализован алгоритм отрисовки сбросов (рис. 9).

В полосках профиля может отображаться практически любая информация, имеющая отношение к этому профилю, а при необходимости — данные соседних трасс. Имеется возможность ведения двойного пикетажа в полоске данных профиля.

Помимо упомянутого функционала, в программе реализовано достаточное ко-

личество сервисных утилит, позволяющих своевременно получить необходимую информацию для принятия проектных решений. К числу таких утилит относятся экспорт данных профиля, создание 3D-модели трассы, рисование по профилю с помощью прозрачных команд (*Пикет/Отметка*, *Уклон/Пикет*, *Уклон/Отметка*), измерения по окну профиля...

Сечения

В программе GeonICS ЖЕЛДОР предусмотрены различные способы определения линий сечения:

- на конкретном пикете;
- по диапазону пикетов (рис. 10а);
- по координатам точки, указанной пользователем;
- по полилиниям.

Возможна поддержка "косых" поперечников (сечений под любым углом к оси трассы) и группировка поперечных сечений по заданным параметрам (диапазон пикетов, тип линии сечения, фиксированный список номеров).

Система предусматривает получение поперечных профилей под различными углами (рис. 10б) в любой точке трассы и по любой из трасс проекта.

Автоматическое получение "черного" сечения на основании системы кодирования и файла полевых точек сводит к минимуму время создания "черных" поперечников, при этом рассчитанные сечения доступны в окне предварительного просмотра. Кроме того, в автоматическом режиме можно получить проектный поперечник в любом месте трассы на основании 3D-модели трассы (коридора).

Существует возможность ручного редактирования автоматически полученных "черных" и "красных" сечений. В окнах есть "ручки", работают привязки. По правочнопочному контекстному меню вызываются свойства и стиль окна сечения.

Программа поддерживает возможность динамического получения инфор-

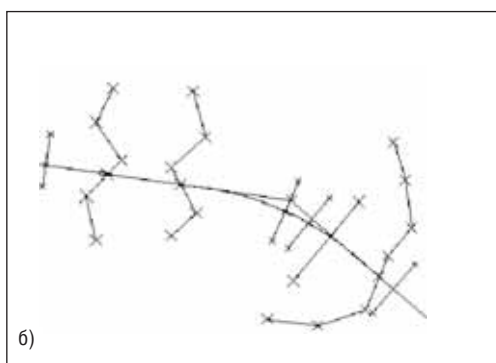
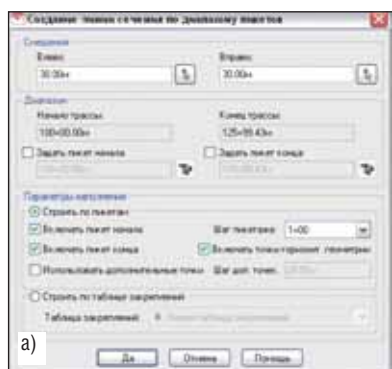


Рис. 10. Создание линий сечений
(а – задание параметров сечений, б – пример отображения линий сечения трассы в чертеже)

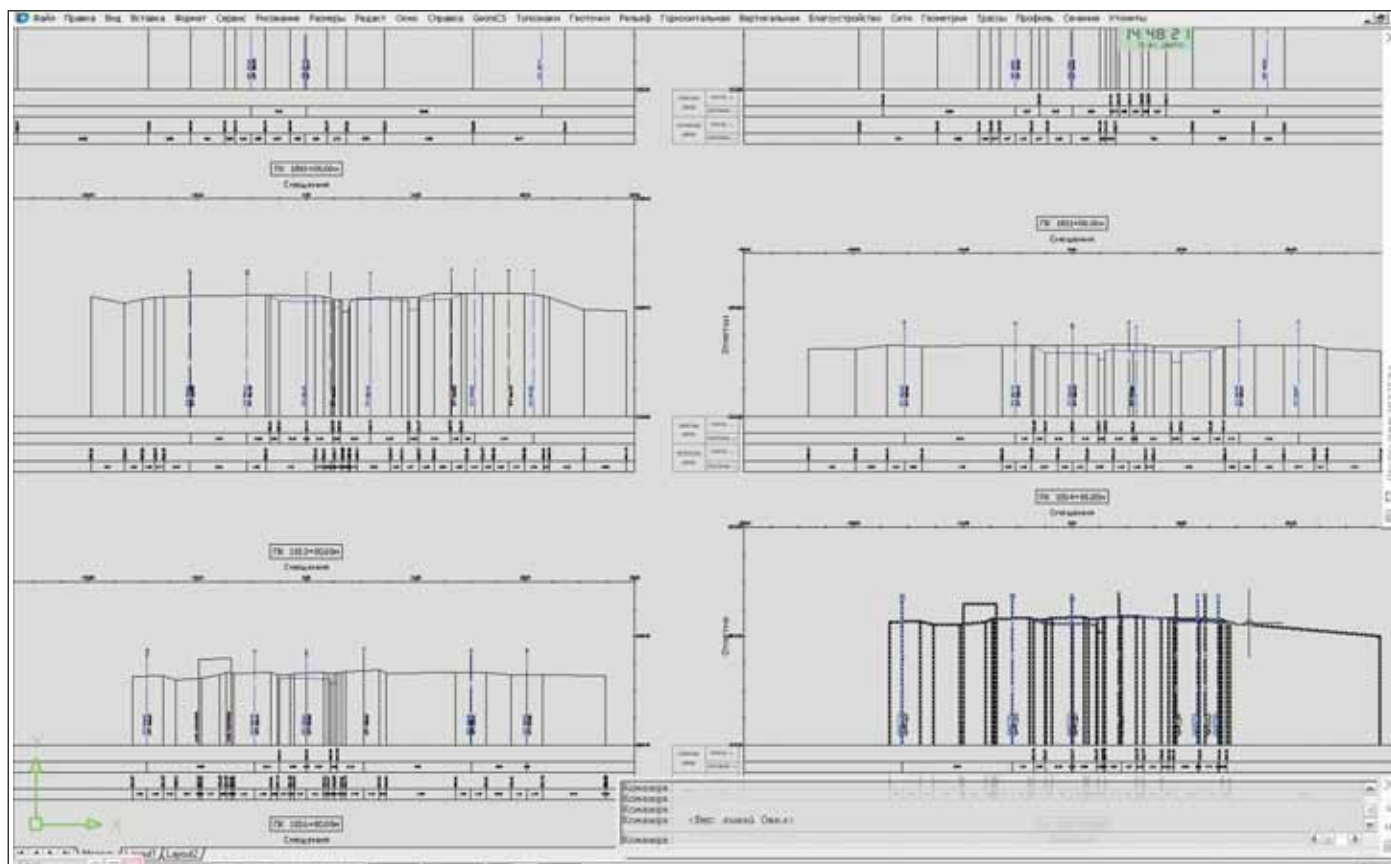
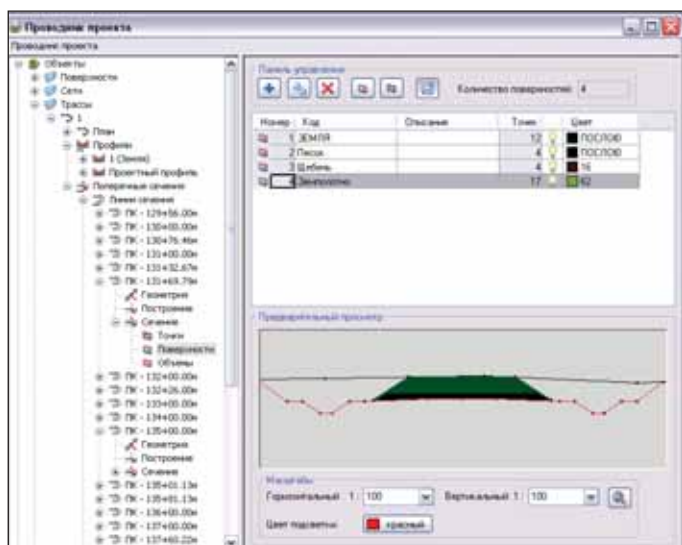


Рис. 11. Пример редактирования и оформления поперечных профилей в программе GeoniCS ЖЕЛДОР

мации по окну сечения (смещения, отметки, уклоны).

Доступно полностью настраиваемое оформление, завязка системы кодирования на стили оформления и подписей (рис. 11).

Коридор

В GeoniCS ЖЕЛДОР применяется идеология построения динамических 3D-моделей на основе структурных линий различных типов (струн). При построении имеется возможность задать связи струн с другими объектами (струнами, поверхностями). Данными для построения 3D-модели трассы служат план, профили трассы, шаблоны проектных поперечников.

Для получения коридора прежде всего нужно выполнить установки — подготовить определенные данные, такие как *шаблоны коридоров, таблицы закреплений, таблицы ограничений и таблицы уширений* (рис. 12).

Натурная часть строится на основании системы кодирования полевых точек поперечных сечений и рельефа, по которому проходит трасса.

Проектная часть строится на основании шаблона проектного поперечника и внесенных проектировщиком дополнений. В программе имеется готовая библиотека типовых решений. Существуют удобные средства создания собственных

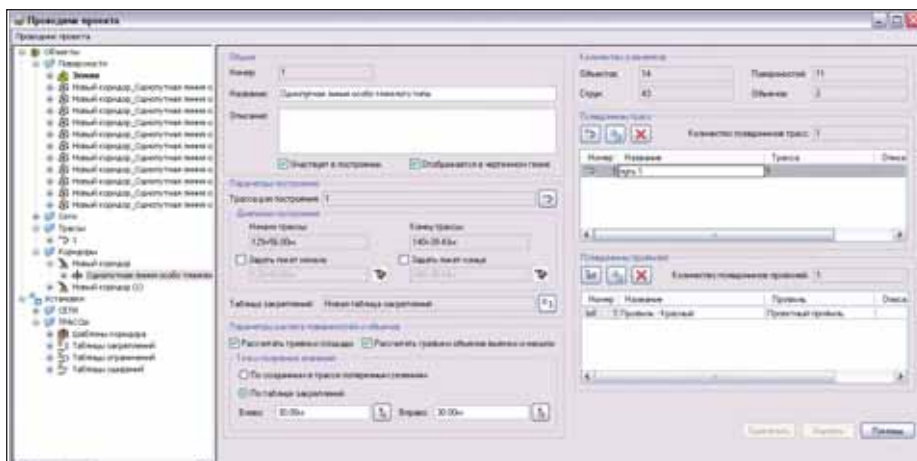


Рис. 12. Настройки коридора

шаблонов и изменения существующих.

Для задания геометрии коридора используются струны пяти типов: расчетная, фиксированная, комбинированная, определяемая, натурная. Этот набор является необходимым и достаточным для создания полноценной трехмерной модели трассы как линейно-протяженного объекта. Создана гибкая система редактирования струн. Возможно прямое воздействие на 3D-модель посредством ввода проектных точек на струнах для изменения участков коридора.

В функционал GeoniCS ЖЕЛДОР включены инструменты автоматического расчета объемов насыпей и выемок — как для целого коридора, так и для ограничен-

ного контура (по пикетам, участкам и т.д.).

В Проводнике проекта выводится информация о рассчитанном коридоре, его регионах и их элементах (рис. 13а, б).

В результате становится возможной визуальная оценка полученного проектного решения по струнной 3D-модели.

Модель можно передать в поверхность, а при необходимости все полученные данные транслируются в другие специализированные приложения для последующего решения задач в других подсистемах или продуктах посредством чертежа AutoCAD 2006/2007, текстовых файлов и встроенных в программу форматов LandXML и Geo.Series. Также возможен экспорт текстовых файлов после расчетов



Рис. 13а. Информация о рассчитанном коридоре (по поверхностям)



Рис. 13б. Информация о рассчитанном коридоре (по объемам)

выправки, данных профилей и графиков, сводных планов и чертежей трасс.

Как уже было отмечено, современное проектирование требует комплексного подхода к решению широкого спектра инженерных задач. Использование таких уникальных специализированных приложений, как GeoniCS ЖЕЛДОР (рис. 14), повышает качество и скорость получения выходной документации в проектных институтах.

Юрий Курило,
ведущий специалист отдела землеустройства, изысканий, генплана и транспорта
E-mail: kurilo@csoft.ru
Валентина Чешева,
директор отдела землеустройства, изысканий, генплана и транспорта,
к.т.н., доктор философии
CSoft
Тел.: (495) 913-2222
E-mail: chesheva@csoft.ru

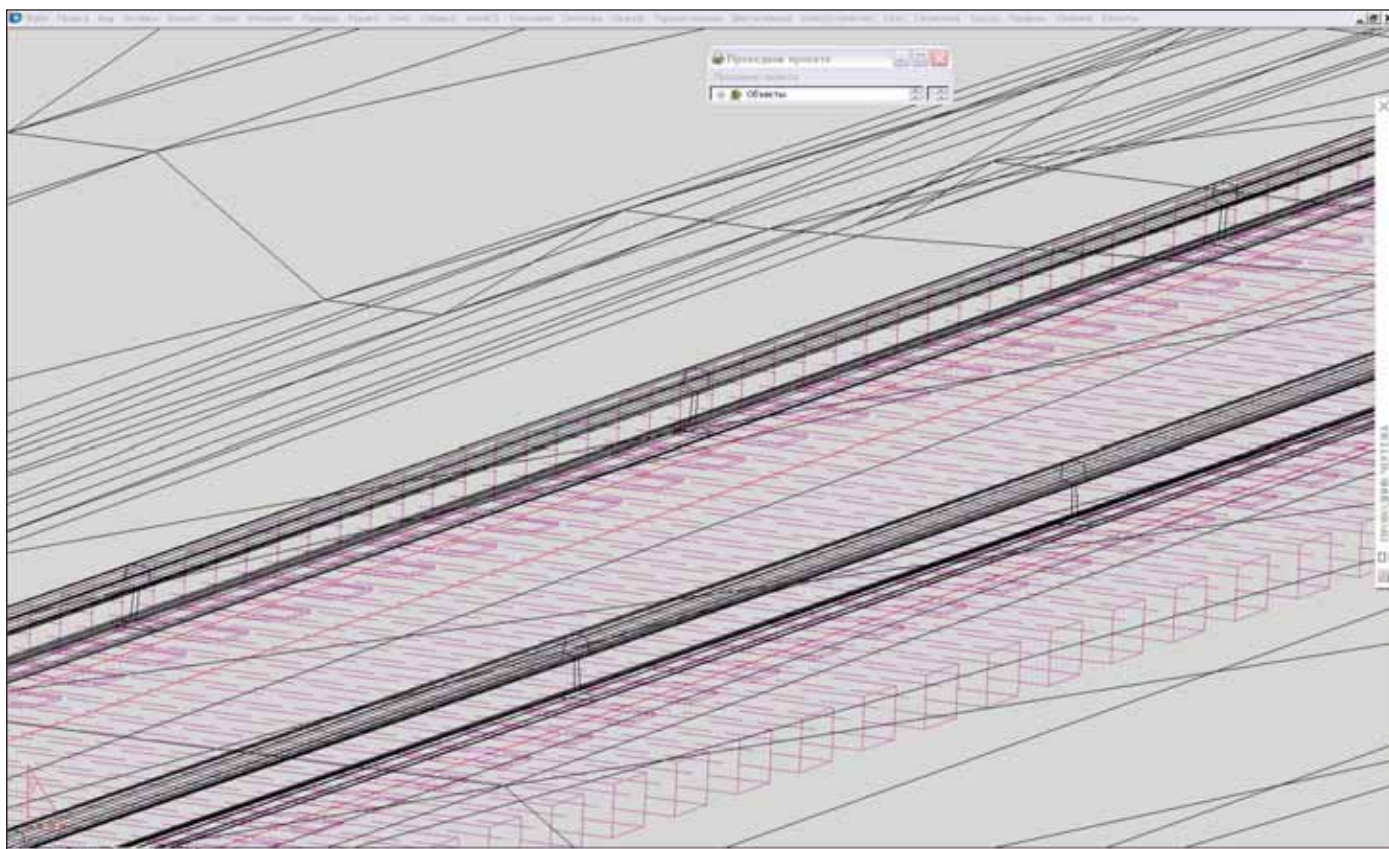


Рис. 14. Пример отображения коридора