

# РЕШЕНИЕ ЗАДАЧ ИНЖЕНЕРНЫХ ИЗЫСКАНИЙ В ПК GEONICS

**А.И. Кужелева** (Группа компаний CSoft)

В 1994 г. окончила гидрогеологический факультет Московского геологоразведочного института (в настоящее время — Российский государственный геологоразведочный университет) по специальности «инженер-гидрогеолог-эколог». После окончания института работала в отделе геоинформационных систем и цифровой картографии ГлавНИВЦ, с 2003 г. — в отделе систем автоматизации градостроения ЗАО «Автограф». С 2004 г. работает в компании CSoft, в настоящее время — директор отдела изысканий, генплана и транспорта, заместитель директора направления «Инфраструктура и градостроительство».

**Д.Н. Степанов** (Группа компаний CSoft)

В 2004 г. окончил Рязанский колледж железнодорожного транспорта, в 2008 г. — факультет «Строительство железных дорог» Московского государственного университета путей сообщения (МИИТ) по специальности «инженер путей сообщения». После окончания университета работает в компании CSoft, в настоящее время — ведущий специалист отдела изысканий, генплана и транспорта.

Программный комплекс (ПК) GeoniCS предназначен для автоматизации повседневных задач, выполняемых специалистами различных проектных отделов, и позволяет работать над общим проектом промышленного или гражданского назначения в единой программной среде. Передача проектных решений не требует конвертации данных и исключает потерю информации. Наличие динамических связей обеспечивает автоматическую актуализацию всех данных при внесении любых изменений. ПК GeoniCS по-

могает сократить трудозатраты за счет применения заранее подготовленных шаблонов для выходных форм различных объектов. Кроме того, благодаря современным расчетным алгоритмам, достигается необходимая точность выполняемых работ.

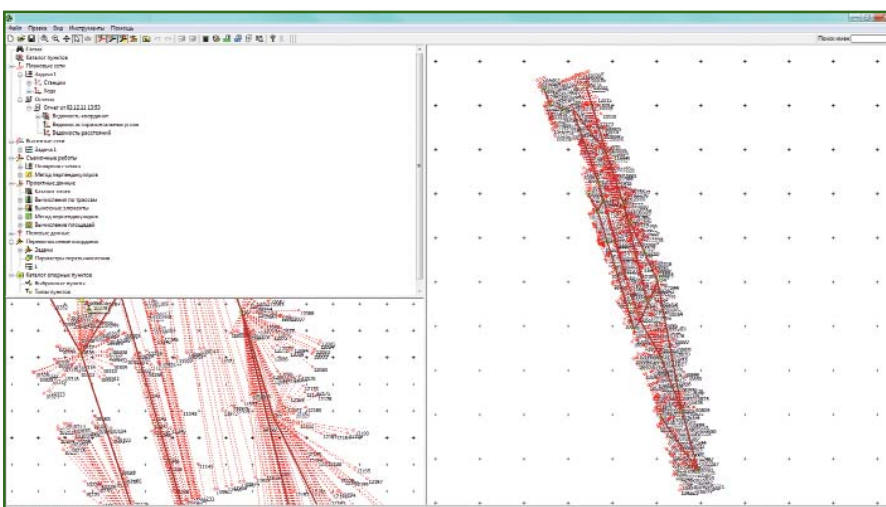
Использование программного комплекса GeoniCS обеспечивает конкурентоспособность проектных организаций и увеличение их прибыли за счет повышения производительности и увеличения числа выпускаемых проектов.

В статье рассмотрены возможности ПК GeoniCS для обработки результатов топографо-геодезических и инженерно-геологических работ как единой технологической цепочки, которая включает решение следующих основных задач, возникающих при разработке проекта:

- уравнивание и обработка геодезических данных;
  - создание трехмерного топографического плана местности;
  - построение продольных и поперечных профилей по существующей поверхности;
  - построение инженерно-геологических колонок и разрезов;
  - обработка данных лабораторных исследований грунтов.
- При этом на конкретных примерах подробно рассказывается о некоторых особенностях новых модулей ПК GeoniCS — Сечения и Геомодель.

## ▼ Инженерная геодезия

**Уравнивание и обработка геодезических данных.** Программа GeoniCS Изыскания (RGS, RgsPl), основанная на практическом опыте специалистов предприятия «Румб» и алгоритме профессора МИИГАиК



**Рис. 1**

Интерфейс программы GeoniCS Изыскания

А.С. Сафонова, предназначена для автоматизации задач в области геодезии (рис. 1). Сфера ее применения достаточно широка: обработка результатов топографических съемок как линейных, так и площадных объектов — вне зависимости от их объема. При этом программа не требует мощных системных ресурсов для рабочих мест, что позволяет использовать ее непосредственно в полевых условиях.

Для начала расчетов требуется импортировать данные с геодезического прибора, которым выполнялась съемка объекта. Программа поддерживает импорт данных со всех наиболее распространенных электронных геодезических приборов, используемых в России (в их «родных» форматах). Это позволяет получить данные по одному объекту с различных приборов без предварительной конвертации в единый формат и ускорить выполнение их обработки.

После импорта данные делятся на те, которые будут использоваться при уравнивании плановых и высотных сетей и которые попадут в обработку результатов топографической съемки. В программе имеются различные способы распределения данных, призванные ускорить их обработку перед уравниванием. Так, например, результаты тахеометрической съемки автоматически распределяются по станциям.

Перед началом уравнивания плановых и высотных сетей вводят значения исходных опорных пунктов. При уравнивании вычисляется величина ошибки единицы веса каждого измерения и, если она превышает нормативное значение, эти данные могут редактироваться пользователем.

В тахеометрической съемке предусмотрена четырехсимвольная кодировка результатов измерений, которая позволяет

получить графическое отображение точек в виде условных топографических знаков. Камеральное кодирование снимаемых точек ситуации в данном случае не выполняется, так как ситуационный план передается в двумерном виде вместе с «сырыми» данными в формате геодезического прибора.

В результате обработки автоматически формируется полный набор отчетных ведомостей по всему объекту. Ведомости, заложенные в программе, создаются на основе шаблонов, которые пользователь может редактировать.

**Создание трехмерного топографического плана местности.** Для этих целей используется модуль Топоплан, представляющий собой ядро программного комплекса GeonіCS. GeonіCS Топоплан позволяет создать трехмерную модель местности с необходимыми параметрами оформления. Функционал программы обеспечивает возможность применения различных исходных данных для построения ЦМР, которая является основой при решении всех последующих задач с использованием высотных отметок. В качестве исходных данных для поверхности используются блоки AutoCAD, тексты, 3D-полилинии, горизонталы, триангуляции поверхностей, выполненных в других программах, текстовые файлы точек, файлы программы GeonіCS Изыскания.

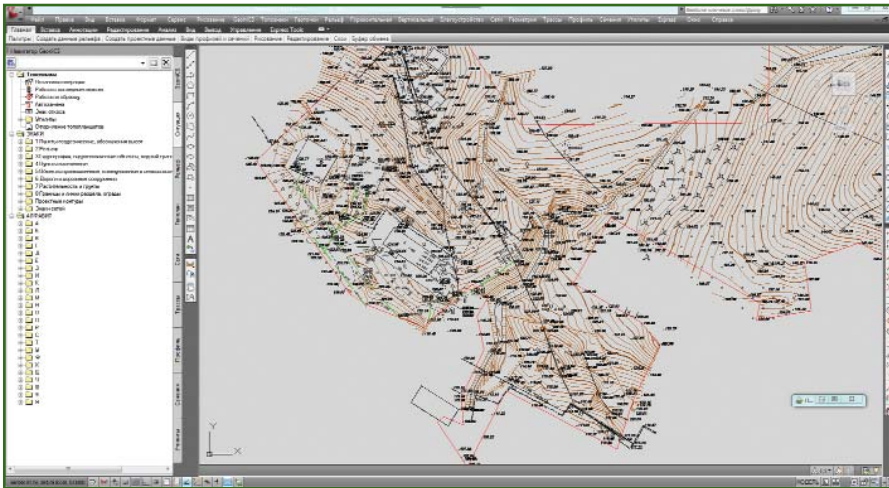
В приведенном примере для создания трехмерной поверхности в виде триангуляции Делоне были импортированы данные трех координат всех точек топографической съемки после уравнивания, сохраненные в формате программы GeonіCS Изыскания. Модуль Топоплан располагает обширным инструментарием для редактирования полученной триангуляции. Основными инструментами коррекции поверхности,

создаваемой в данном случае, стали редактор триангуляции и наборы специальных структурных линий. С их помощью выделялись характерные линии рельефа и очертания объектов и сооружений, имеющие непосредственное отношение к рельефу.

По откорректированной поверхности автоматически создавались горизонталы и их подписи. Для горизонталей предусмотрены дополнительные возможности, которые позволяют получить различную степень сглаживания, десементацию, цвет, утолщение и др.

Использование ситуационного плана без дополнительной обработки не представлялось возможным, поскольку все объекты двумерные и их большая часть разбита на отдельные примитивы AutoCAD. При отрисовке условных топографических знаков данные чертежа с ситуационным планом применялись частично. Для решения подобной задачи удобно использовать навигатор GeonіCS, который позволяет быстро найти требуемый знак по систематическому классификатору или алфавитному указателю. Навигатор содержит все условные знаки в соответствии со сборником «Условные знаки для топографических планов масштабов 1:5000, 1:2000, 1:1000, 1:500». В рассматриваемом примере, при отрисовке условных топографических знаков, использовались в основном два режима (сколка и замена) из трех доступных, каждый из которых предназначен для повышения производительности работ.

Когда трехмерная модель местности создана, GeonіCS Топоплан позволяет автоматически оформить топографические планшеты по указанной пользователем области в чертеже с необходимым зарамочным оформлением (рис. 2).

**Рис. 2**

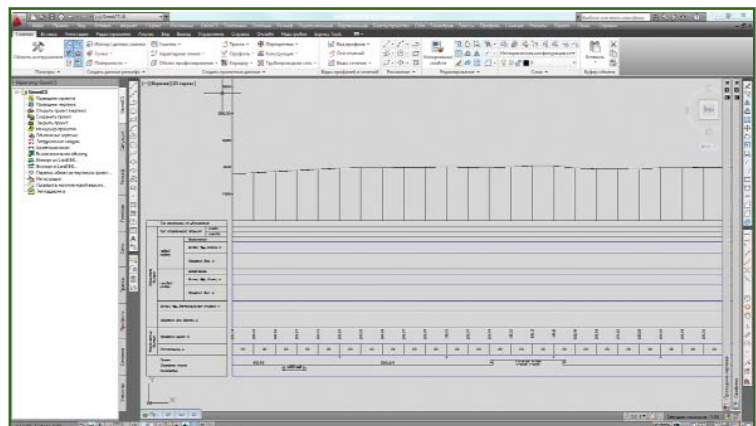
*Топографический план местности, оформленный в модуле GeonICS Топоплан*

Информация, подготовленная в модуле Топоплан, без конвертации может передаваться специалистам смежных отделов, работающих в ПК GeonICS. Это сокращает число ошибок и возможных искажений в данных. Для дальнейшей работы могут быть задействованы другие модули программного комплекса, и разработка проекта продолжится в единой среде GeonICS с поддержкой всех ранее созданных объектов.

#### **Построение продольных и поперечных профилей по существующей поверхности.**

Для решения этих задач предназначены модули ПК GeonICS — Трассы и Сечения. Программный модуль GeonICS Трассы обеспечивает создание осевых линий протяженных линейных объектов, построение проектных продольных профилей и формирование продольных профилей по существующей («черной») поверхности земли с необходимыми наборами подписей.

Для построения «черного» профиля любого линейного объекта требуется наличие ЦМР, созданной средствами GeonICS Топоплан, и осевой линии, которая находится в пределах границы существующей поверхности. Поэтому в рассматриваемом примере использовался

**Рис. 3**

*Продольный профиль по существующей поверхности*

проект с поверхностью и ситуационным планом, переданными после соответствующей обработки в модуле Топоплан. Средствами модуля Трассы формируется новая осевая линия на основе примитивов в чертеже или геометрических элементов, предварительно созданных для этой цели, а также по отрисованному ранее линейным условным топографическим знакам.

При построении продольного профиля по поверхности программа позволяет определить стиль оформления как при создании линии, так и в окне продольного профиля. Можно выбрать набор для подпрофильной таблицы, отредактировать его и сохранить в шаблоне чертежа. В данном случае для линии про-

филя была задана опция формирования вершин по осевой линии трассы с шагом 20 м (рис. 3).

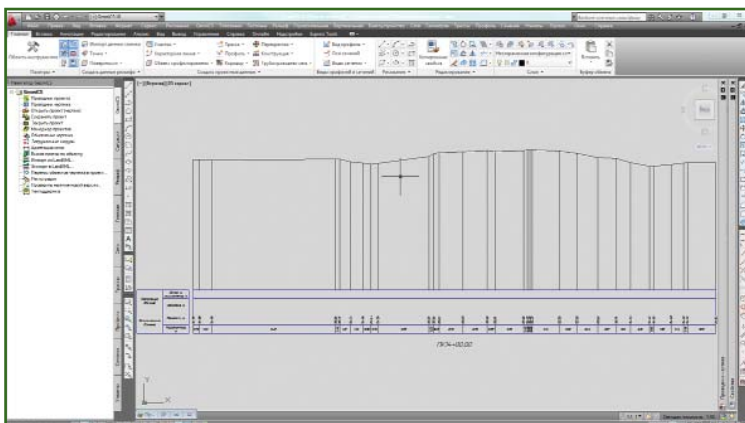
Средствами программного модуля GeonICS Сечения поперечные профили формируются по линиям сечений, которые могут создаваться в программе по диапазонам пикетов, любому пикету, плану или продольному профилю, пользовательским точкам или полилиниям. В нашем примере поперечные профили строились по «черной» поверхности, а линии сечений создавались на пикетах по всей длине осевой линии, включая

начальную и конечную точки. Построенные поперечные сечения затем вставлялись в чертеж с определенными настройками отображения в окне линий поперечных профилей (рис. 4).

Трехмерная поверхность, поперечные и продольные профили в дальнейшем могут использоваться для нанесения геологических данных, а также для решения других задач в смежных отделах проектных институтов.

#### ► **Инженерная геология**

**Построение инженерно-геологических колонок и разрезов.** Это одна из основных задач, которую решает инженер-геолог, размещая инженерно-геологическую информацию на



**Рис. 4**  
*Поперечные профили по существующей поверхности*

продольных и поперечных профилях, подготовленных с помощью модулей Топоплан, Трассы и Сечения ПК GeoniCS.

Для ее решения предназначен новый модуль ПК GeoniCS Геомодель, позволяющий автоматизировать процесс подготовки графических отчетных документов по инженерно-геологическим изысканиям (инженерно-геологические колонки и разрезы). Все команды собраны в проводнике чертежа. Исходная геологическая информация по объекту хранится в чертеже, что очень удобно и не требует дополнительных действий при импорте данных.

Перед началом работы в модуле Геомодель необходимо создать новый объект «Площадка». Площадка — это набор геологических данных по конкретному объекту (перечень инженерно-геологических элементов (ИГЭ), водоносных горизонтов, проб, скважин, колонок и разрезов). В программном модуле уже имеется настроенный каталог всех грунтов с соответствующими штриховками, подготовленный на основе требований ГОСТ 21-302–96.

Затем необходимо сформировать набор ИГЭ, которые встречаются на территории, где проведены инженерно-геологические работы. Для этого указывается тип грунтов, их консистенция, грунты включения и

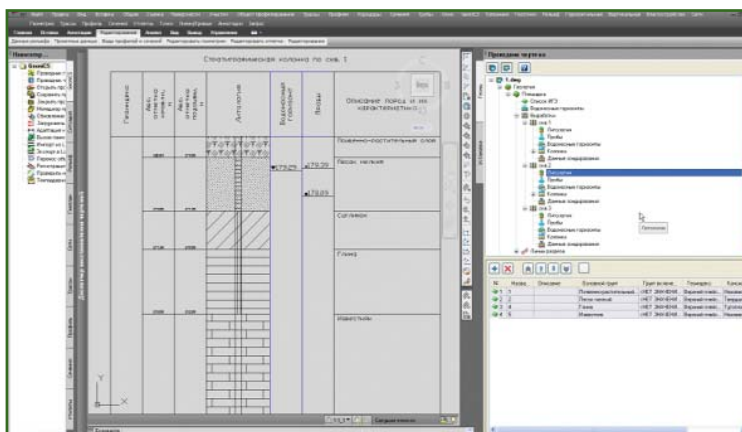
задается геологический индекс.

Аналогичным образом формируются водоносные горизонты. Далее в проводнике чертежа задается информация по всем скважинам вдоль проектируемой трассы линейного объекта. На топографическом плане указывается местоположение каждой скважины, и пересчитываются их плановые координаты в пикетные значения трассы, по которой строится разрез. Для этих целей используется функция «Пересчитать координаты по пикетажу». Выбрав эту функцию, указывают название трассы, в пикетаже которой должны быть пересчитаны координаты. Абсолютная отметка устья скважины автоматически определяется по трехмерной модели рельефа, подготовленной в модуле ПК GeoniCS

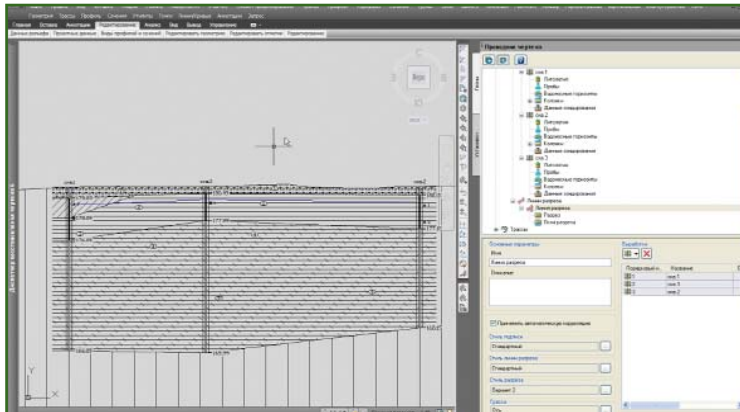
Топоплан. После определения плановых и высотных координат каждой скважины задается мощность инженерно-геологических элементов, консистенция грунта, сведения о воде и пробах. Вся эта информация хранится в создаваемом чертеже, что облегчает ее обработку и редактирование.

После экспорта с чертежа данных в Microsoft Excel автоматически формируется таблица «Каталог выработок», которую можно использовать в отчетной документации. По каждой скважине создается инженерно-геологическая колонка, которая отображается в отдельном окне. В настройках свойства окна колонки задается масштаб и стиль оформления (рис. 5). Все настройки сохраняются в шаблоне и могут использоваться в последующих проектах.

Инженерно-геологическая информация по подготовленным таким образом скважинам может быть автоматически объединена с данными изыскательского профиля, полученного в ПК GeoniCS Топоплан и Трассы. Для этого выбирают скважины, которые будут участвовать в построении профиля, указывают название трассы и окна профиля, а затем задают вертикальный масштаб для отображения геологической информации. Инженерно-геоло-



**Рис. 5**  
*Пример оформления инженерно-геологической колонки*



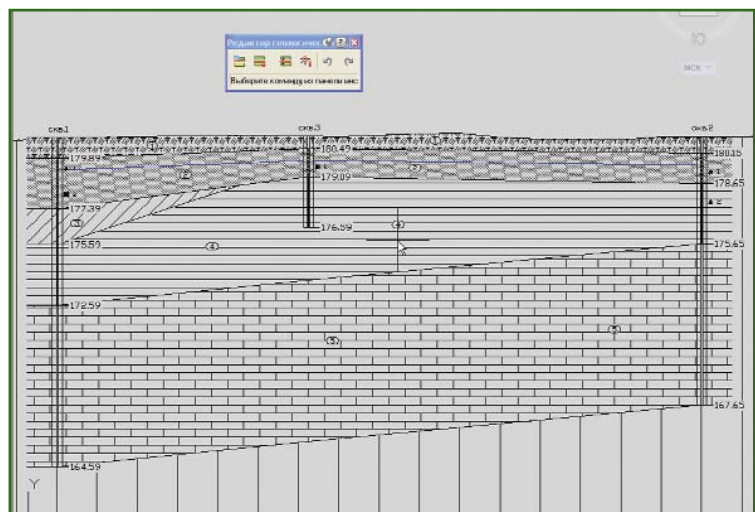
**Рис. 6**  
Пример оформления инженерно-геологического разреза

гическая информация появляется в окне вместе с изыскательским профилем (рис. 6). С помощью команды «Стиль разреза» можно настроить любое отображение разреза. Все настройки сохраняются в шаблоне.

Если при инженерно-геологических работах бурились зондировочные скважины и есть данные по ним, то при построении инженерно-геологического разреза для таких скважин следует указать характеристику «Экстраполировать на глубину» (рис. 7). Зондировочная скважина не учитывается при автоматической корреляции подошвы нижнего ИГЭ.

Уточнить положение ИГЭ между скважинами, т. е. откорректировать конфигурацию выклинивающихся слоев (линзы), удалить или добавить линию раздела слоев позволяет «Редактор разреза». С помощью этого инструмента можно быстро и наглядно изменить вид и протяженность линзы.

**Обработка данных лабораторных исследований грунтов.** Программа GeoniCS Инженерная геология позволяет проводить обработку и интерпретацию данных лабораторных испытаний и статического зондирования грунтов, формировать отчетную документацию, соответствующую российским нормам и стандартам. Пользователю также предоставлена воз-



**Рис. 7**  
Пример оформления инженерно-геологического разреза с зондировочной скважиной

можность передавать исходные данные и автоматически создавать инженерно-геологические разрезы и колонки в AutoCAD или AutoCAD Civil 3D.

Исходная информация и результаты расчетов хранятся в одном файле как специальная база данных. Для расчета параметров физико-механических характеристик грунтов необходимо задать данные первичной лаборатории. По полученным расчетным характеристикам программа автоматически определит тип грунта. Помимо расчетных характеристик в отчетах отображаются необходимые графические зависимости. Бланки лабораторных исследований сформированы в форма-

те Microsoft Word, что позволяет редактировать их стандартными средствами этой программы.

После обработки результатов лабораторных испытаний для всех проб в Microsoft Excel по скважинам и ИГЭ формируется сводная ведомость физико-механических характеристик грунтов. При необходимости, полученную ведомость можно отредактировать.

Затем выполняется статистическая обработка результатов всех лабораторных испытаний, и создаются отчетные ведомос-

ти. При ручной обработке данных лабораторных испытаний такие ведомости создают редко, но использование программного обеспечения упрощает эту задачу, а ведомости по каждому ИГЭ формируются автоматически.

#### **RESUME**

Possibilities of the GeoniCS PC to process the results of topographic and geodetic and geotechnical works in a single technological chain are considered. A specific example describes the PC GeoniCS modules — Researches, Topoplan, Trails, Engineering geology, as well as highlights some features of the new modules — Sections and Geomodel.