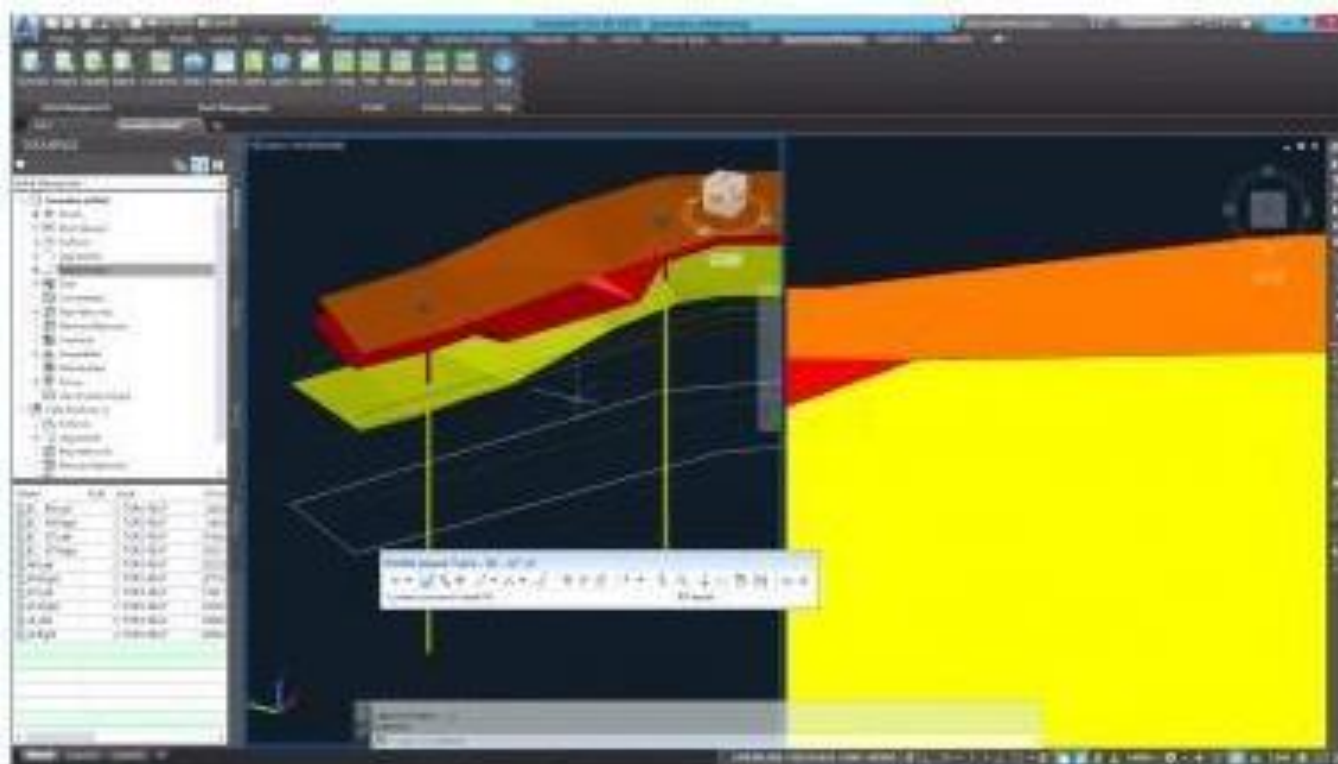


Искусство моделирования геологических условий для будущих транспортных линий в программе AutoCAD Civil 3D



Предлагаем вниманию читателей адаптированный перевод статьи Гэри Морина «Искусство моделирования геологических условий для будущих транспортных линий в программе AutoCAD Civil 3D» [2], опубликованной в разделе Autodesk University на сайте американской компании AUTODESK.

Автор вышеуказанной статьи по образованию является инженером-строителем и имеет огромный опыт в разработке программного обеспечения для геоинформационных систем и систем автоматизированного проектирования. Он является соучредителем и техническим директором британской компании Keynetix, позже вошедшей в состав американской корпорации Bentley Systems. Гэри Морин возглавляет в своей компании создание и информационно-техническую поддержку ряда программных продуктов, предназначенных для управления геотехническими данными на основе технологий информационного моделирования объектов строительства (BIM) [1].

Перевод выполнен аналитической службой редакции при поддержке партнера журнала «ГеоИнфо» – компании CSD, официального дистрибьютора продуктов корпорации AUTODESK в России.



МОРИН ГЭРИ (MORIN GARY)

Технический директор по разработке программного обеспечения компании Keynetix, Великобритания

Методики, используемые для моделирования геологических условий на площадках, часто не работают в случае линейных объектов, где расположение скважин не способствует созданию пригодных для использования триангуляционных поверхностей. В этой статье будут обсуждаться методики, которые следует использовать при работе с данными по скважинам, расположенным вдоль маршрута будущей автомобильной или железнодорожной линии (или сети).

В ней также будет рассмотрен рабочий процесс использования инженерно-геологических видов профилей для выполнения первичной (эскизной) геологической интерпретации, что затем может быть учтено при уточнении поверхностей слоев, позволяя пользователю визуализировать и моделировать подповерхностные условия. Будет показан пошаговый процесс создания инженерно-геологических профилей, их эскизного построения и последующего усовершенствования. На основе этого создаются 3D характерные линии, которые затем включаются в качестве структурных линий обратно в поверхности AutoCAD Civil 3D. Таким образом создаются пригодные для использования триангуляционные поверхности, позволяющие моделировать и визуализировать подповерхностные условия вдоль будущих линейных объектов.

Стандартные методики моделирования геологических условий требуют наличия триангуляционных поверхностей приемлемого качества (рис. 1), на основе которых можно провести стратегически размещенные характерные линии и использовать их в качестве структурных линий для манипулирования геологическими поверхностями.

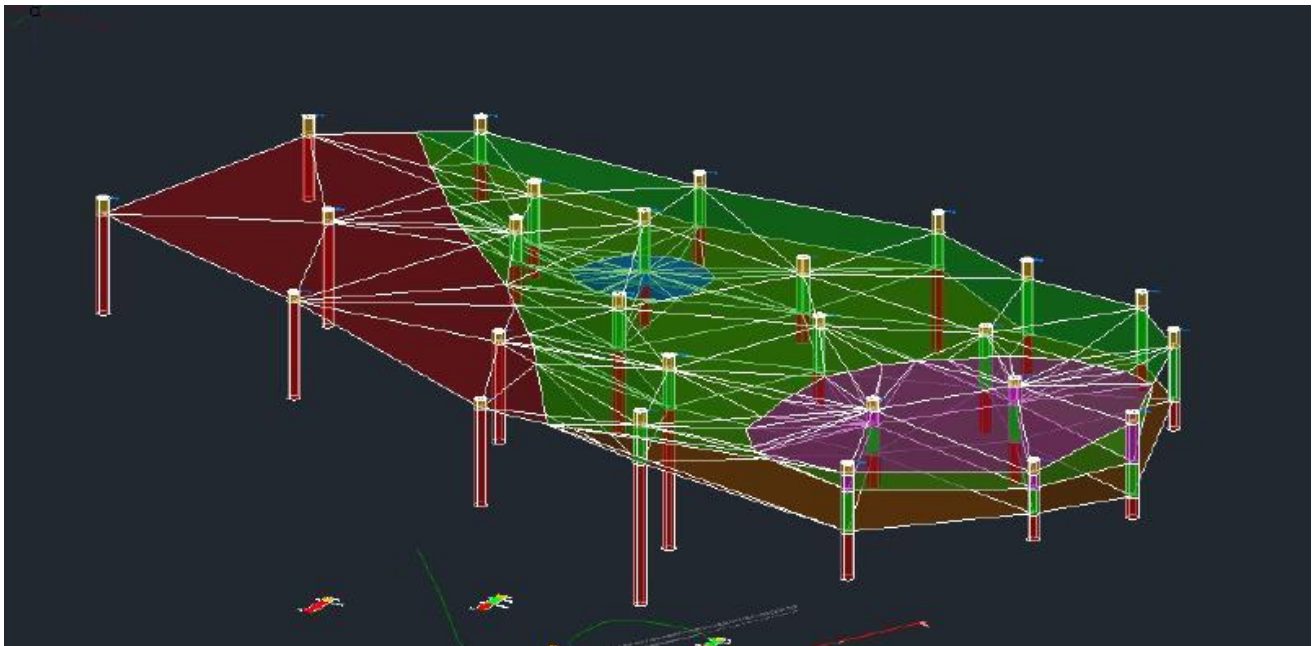


Рис. 1. Расположение инженерно-геологических скважин, подходящее для построения поверхностей слоев

Однако поверхности слоев, автоматически создаваемые геотехническим модулем (модулем Geotechnical Module) на линейном участке, часто отсутствуют и/или не образуют подходящих для работы поверхностей (рис. 2), поэтому требуется альтернативный метод моделирования подповерхностных условий для будущих линейных объектов.

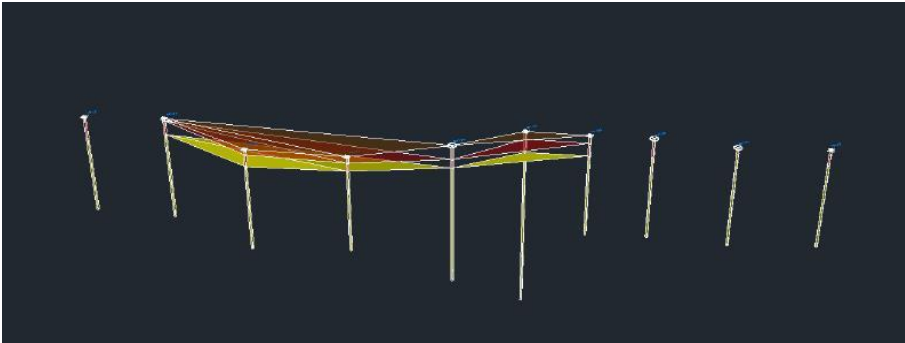


Рис. 2. Типичные поверхности слоев, получающиеся при линейном расположении инженерно-геологических скважин

Обзор методик моделирования

Сначала рассмотрим методику моделирования геологических условий, которая совершенствовалась долгие годы. Она включает создание стандартных структурных линий, чтобы заставить поверхности проходить через требуемые места. Сложность состоит в том, чтобы узнать, где должны быть проведены 3D-линии и к каким поверхностям они должны быть добавлены в качестве структурных.

На рисунке 3 характерные линии были использованы для определения протяженности поверхностей, а также для формирования высотных отметок геологической области. Каждая вершина характерной линии будет иметь координаты X , Y и Z , причем Z (высотная отметка) часто берется с уже смоделированной поверхности выше.

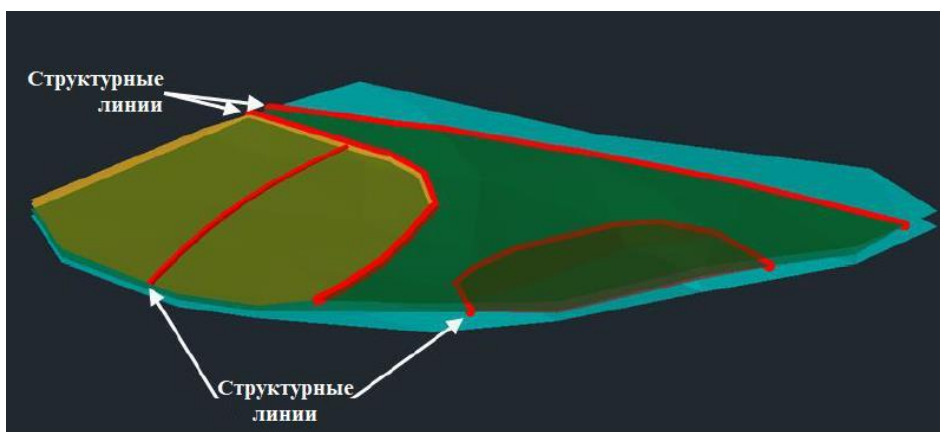


Рис. 3. Структурные линии, формирующие геологические поверхности

На рисунке 4 схематично представлен стандартный процесс трехмерного моделирования геологических условий.

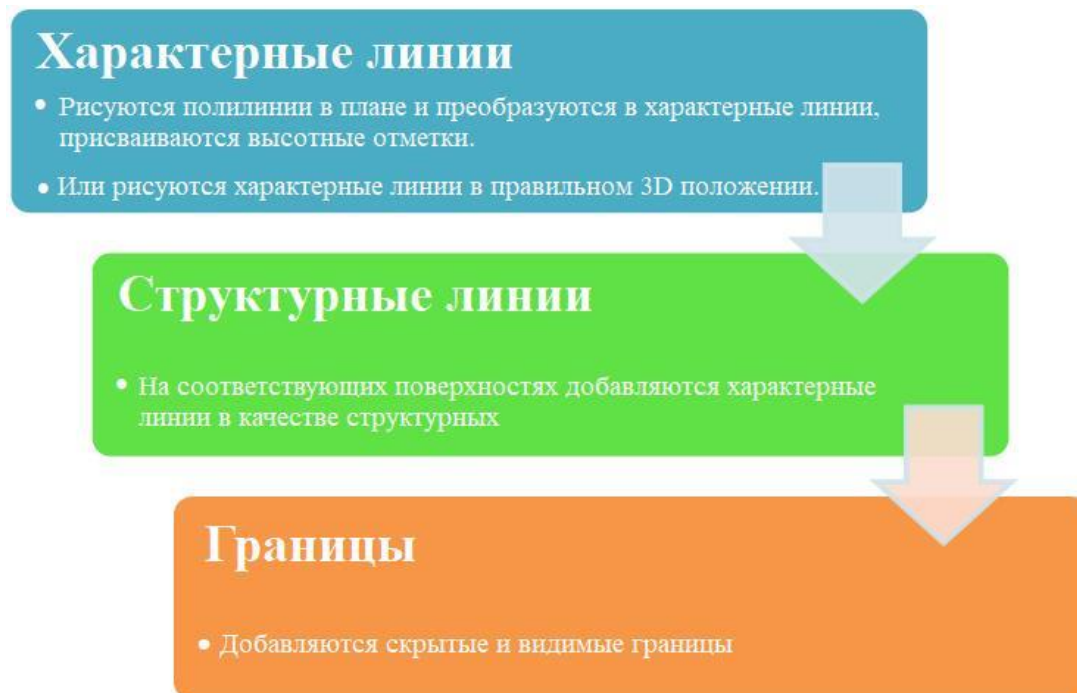


Рис. 4. Стандартный процесс трехмерного моделирования геологических условий

Важно, чтобы характерные линии создавались в правильных местах. Это сэкономит много времени и усилий в процессе работы позже.

1. *Характерные линии не должны пересекать разные геологические структуры (слои).* Если геологическое строение выше или ниже изменится, характерные линии должны прерваться и должны быть созданы новые характерные линии. В противном случае, если характерная линия добавится к поверхности в качестве структурной, эта поверхность будет распространена на другую поверхность.

2. *Должна быть выполнена привязка характерных линий к краю поверхности.* Надо постараться, чтобы характерная линия не «болталась» за краем поверхности или не кончалась раньше. Привязка к краю поверхности делает модели более четкими.

3. *Нельзя допускать перекрытия характерных линий.* Если вы все же это допускаете, необходимо убедиться, что все вершины имеют правильные высотные отметки.

4. *Надо убедиться, что характерные линии имеют правильные высотные отметки.* Для процесса моделирования важно, чтобы характерные линии имели правильные высотные отметки, хотя позже это можно уточнить и отредактировать.

5. *Надо понимать порядок расположения слоев.* Порядок расположения слоев и, следовательно, поверхностей в Civil 3D должен быть известен. Важно, чтобы характерные линии добавлялись в качестве структурных к правильным поверхностям.

Этот подход может не годиться для линейных участков, так как соответствующие поверхности для получения по ним значений **Z** вполне могут быть неполными или отсутствовать. Это весьма усложняет создание исходных характерных линий, поэтому нужно рассмотреть другие методики их создания и позиционирования.

Также важно моделировать правильный тип данных. Слишком большое количество вариаций в данных, например в описаниях грунтов, сделает моделирование очень трудным и потенциально тщетным, если соседние скважины покажут совершенно разные порядки расположения слоев.

Соответствующий опыт

Важное краткое предупреждение: интерпретация подповерхностных условий может быть сложной. При моделировании этих условий необходимы и должны использоваться соответствующие знания вместе с различными источниками информации о геологии исследуемого участка. Эти источники могут включать (рис. 5):

- геологические карты (бумажные, сканированные и/или цифровые);
- картографические веб-сервисы;
- фотографии;
- аэрофотоснимки;
- информацию по местным особенностям;
- результаты геофизических исследований;
- данные исследований в скважинах.

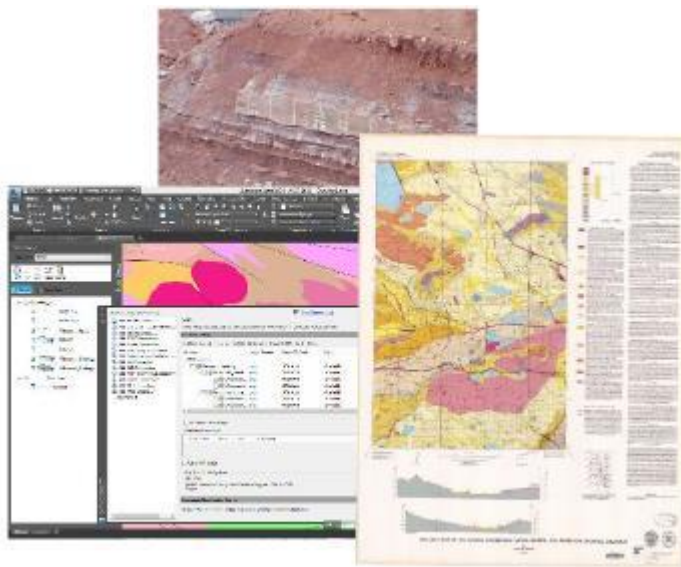


Рис. 5. Возможные источники информации о геологии исследуемого участка

Рабочий процесс, необходимый для моделирования геологических условий на линейных участках

Чтобы представить геологические условия вдоль линейного участка, можно было бы рассмотреть пространственный монтаж разрезов в виде объемной диаграммы (рис. 6), но, если нужна действительно трехмерная модель, можно использовать следующий рабочий процесс для моделирования геологических условий вдоль длинной полосы (рис. 7).

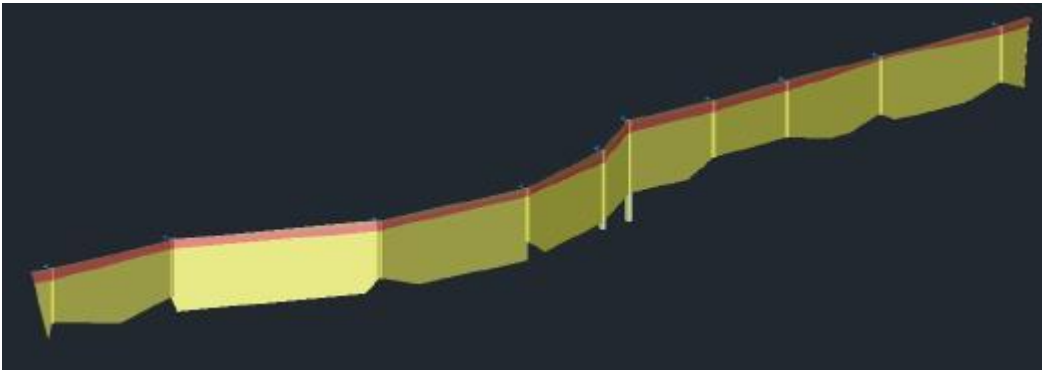


Рис. 6. Объемная диаграмма для представления геологических условий вдоль линейного участка

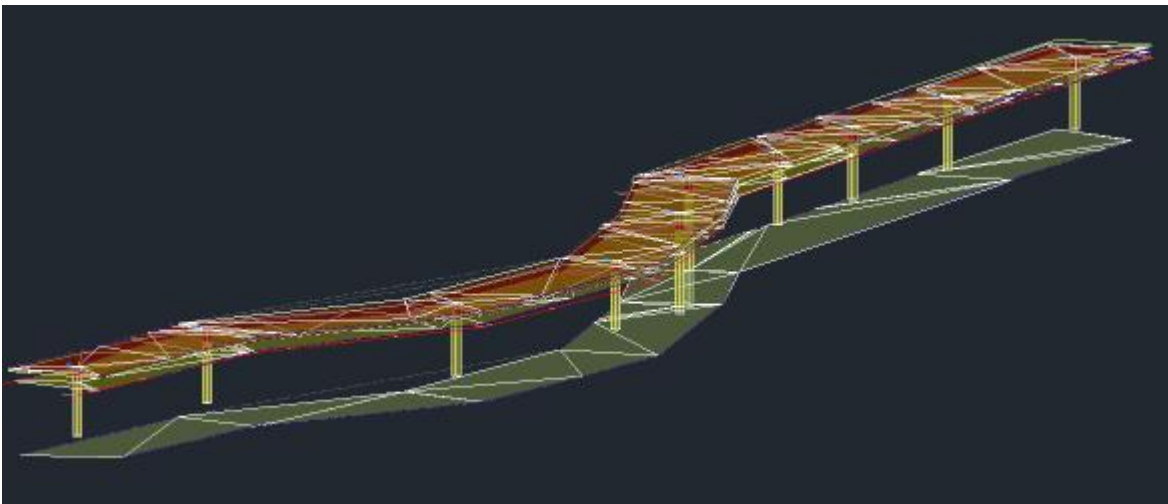


Рис. 7. Модель линейного участка

Основная проблема при моделировании линейных участков – это позиционирование характерной линии или, точнее, получение правильной высотной отметки характерной линии, поскольку координаты X и Y могут быть представлены в плане. Помочь в моделировании линейных участков может использование видов профилей: координаты X и Y будут получены из трассы для вида профиля, а координаты Z – из профилей.

Секрет заключается в том, чтобы преобразовать профили, изображающие слои, в 3D характерные линии. Это можно сделать с помощью команды «Создать характерную линию из трассы» (Create feature line from alignment), которую лучше было бы назвать «Создать характерную линию из профиля» (Create feature line from profile). При этом выполняется четыре основных шага с пятым дополнительным, которые представлены на рисунке 8.



Рис. 8. Этапы процесса моделирования линейных участков

Основное отличие такого подхода от стандартного – это применение вида профиля для создания характерной линии. После создания характерных линий их можно использовать в качестве структурных в процессе стандартной процедуры моделирования слоев.

Источники

1. Gary Morin (profile) // AUTODESK. AUTODESK UNIVERSITY. The last accessed date: 08.04.2021. URL: autodesk.com/autodesk-university/online/profile?code=PtvDIaMUc%2FZG2sykLNFu1Q%3D%3D.
2. Morin G. The art of modeling geology on a linear route in AutoCAD Civil 3D // AUTODESK. AUTODESK UNIVERSITY. The last accessed date: 08.04.2021. URL: autodesk.com/autodesk-university/article/Art-Modeling-Geology-Linear-Route-AutoCAD-Civil-3D-2019.