

# МЕТОДИКА ПОСТРОЕНИЯ ТРЕХМЕРНОЙ ГЕОЛОГИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ НА ОСНОВАНИИ ИНФОРМАЦИИ О СКВАЖИНАХ И РАЗРЕЗАХ

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники  
г. Минск, Республика Беларусь

Верич С.Г.

Волорова Н.А. – к.т.н., доцент

Задача построения трехмерных моделей геологических объектов является актуальной на сегодняшний день. Помимо неоспоримого преимущества визуальной наглядности данные модели служат основой для проведения различных расчетов в сферах строительства, экологии, геологии и др. В современных программных комплексах используются различные подходы к созданию трехмерных моделей, но наиболее часто используется восстановление по скважинам.

Задача построения трехмерной геологической модели состоит в том, чтобы на основе данных по скважинам построить трехмерные объекты. Данные по скважине состоят из координаты скважины, значения абсолютной отметки (высоты над уровнем моря), и мощностей каждого из геологических слоев. Трехмерная геологическая модель состоит из набора объектов, каждый из которых состоит из замкнутого набора треугольников. В ходе изучения данной проблематики была разработана методика, состоящая из 6 этапов.

## 1 этап. Создание скважин.

Для всей модели предполагается наличие одинаковой последовательности слоев в каждой скважине. Если скважина не содержит какой-либо слой, то его мощность для нее равна нулю. Такой подход позволяет избежать двоякого толкования соотношения границ слоев между скважинами.

## 2 этап. Построение и редактирование разрезов.

После завершения расстановки скважин и задания их параметров производится автоматическое построение разрезов на основе триангуляции Делоне. Триангуляцией Делоне для множества точек  $S$  на плоскости называют триангуляцию, такую что для любого треугольника все точки из  $S$  за исключением точек, являющихся его вершинами, лежат вне окружности, описанной вокруг треугольника. Такой подход обеспечивает ряд полезных преимуществ. Во-первых, происходит создание разрезов между ближайшими скважинами. Во-вторых, полученная сеть разрезов не содержит пересечений, за исключением пересечений в скважинах. Это позволяет исключить конфликт, который может возникнуть, если в точке пересечения разрезов у каждого будут заданы свои отметки границ слоев. Недостаток автоматического создания разрезов, состоящий в том, что пользователь не контролирует расстановку разрезов, компенсируется возможностью редактирования сети разрезов (удаление/ добавление), для чего были разработаны соответствующие алгоритмы.

## 3 этап. Формирование данных разрезов.

Изначально границы слоев в каждом разрезе соединены линейно. Редактирование границ предполагает изменение их геометрии. При этом вводится правило не позволяющее границе выходить за рамки соседних границ. Это обеспечивает сохранение исходной последовательности слоев. Для обеспечения гладкости переходов между узловыми точками сети разрезов используется функционал по совместному редактированию разрезов. Это дает возможность редактирования любого незамкнутого пути в сети разрезов. При этом вводится дополнительная опция автоматического сглаживания границ с использованием сплайнов.

## 4 этап. Интерполяция границ между слоями.

Для того чтобы построить поверхность на основе данных по нескольким точкам, используется интерполяция/экстраполяция. Входными данными являются координаты скважин, а также результат дискретизации линий разреза. Высоты в дискретных точках берутся на основании информации о границах между слоями в разрезе. Результат интерполяции/экстраполяции – это значение высот для фиксированного набора точек для всех слоев. В ходе исследования были рассмотрены различные методы интерполяции (интерполяция по Кригину, варианты интерполяции по Шепарду, радиально-базисные интерполяции с различными базисными функциями). Имплементация данных алгоритмов была осуществлена на языках с++ и фортран. При этом было отмечено явное превосходство по скорости при реализации на фортране.

## 5 этап. Сегментная интерполяция.

Данный этап был введен для возможности поддержки построения антропогенных ландшафтов. Зачастую наряду с естественными геологическими объектами приходится создавать и участки местности, измененные человеком. Для таких целей использование интерполяции/экстраполяции всего набора точек не пригодно. Суть предлагаемой методики в том, что на основе сети разрезов, вся поверхность делится на сегменты, каждый из которых отправляется на интерполяцию отдельно. Таким образом, удастся получить, например, участки с гладкой горизонтальной поверхностью для моделирования строительной площадки.

## 6 этап. Формирование трехмерных объектов.

На основании интерполяции получается триангулированная поверхность слоя. Далее рассматривается каждая пара поверхностей на предмет выхода нижней за верхнюю. В случае обнаружения такой ситуации, происходит коррекция нижней поверхности. Затем соседние поверхности замыкаются боковыми гранями. В результате серии таких замыканий поверхностей формируется трехмерная геологическая модель.