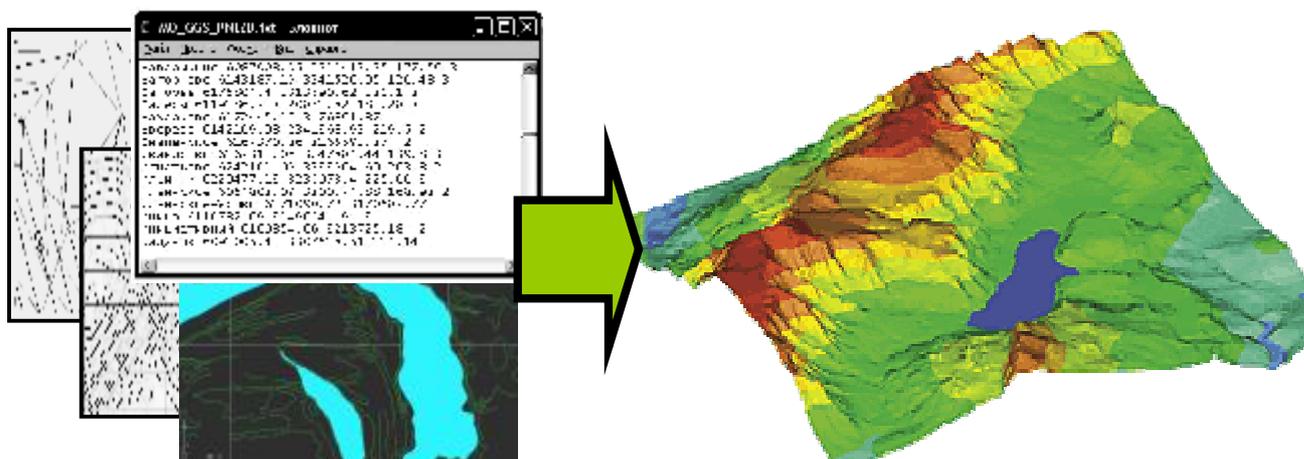


Поверхности

Поверхность представляет собой трехмерное геометрическое представление участка земной поверхности либо разность или композицию двух областей поверхностей (в случае поверхностей для вычисления объема).



Поверхность формируется из треугольников или сеток, которые создаются в AutoCAD Civil 3D в результате соединения точек, составляющих данные поверхности.

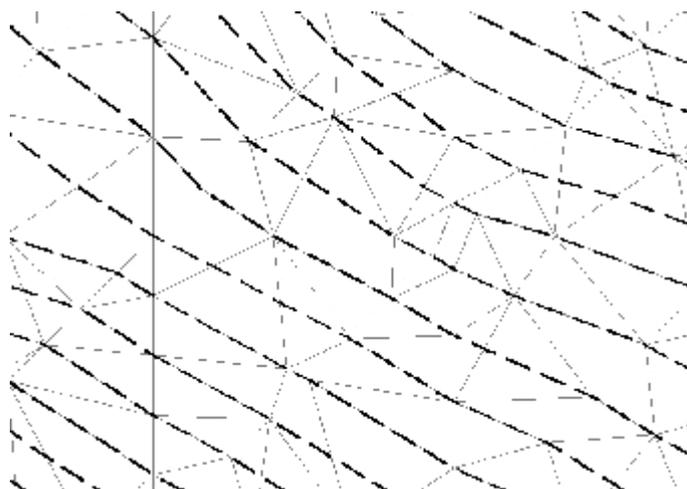
Можно создать пустую поверхность и затем добавить к ней данные; можно также импортировать существующие поверхности из файлов LandXML, TIN или DEM.

Как правило, основными компонентами исходной информации о поверхности являются точки и горизонталы; дополнительно к ним используются структурные линии и границы.

AutoCAD Civil 3D поддерживает работу с поверхностями следующих типов:

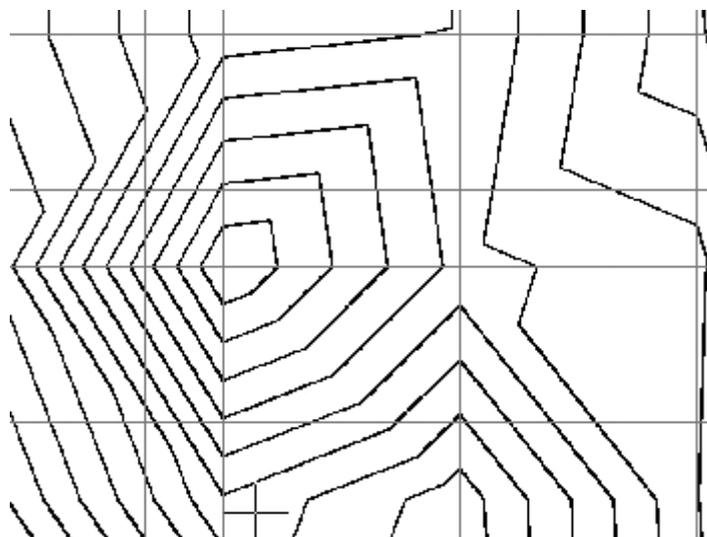
- Поверхности TIN.** Состоят из треугольников, которые образуют неравномерную триангуляционную сеть. Стороны треугольников – линии TIN создаются посредством соединения точек поверхности, расстояние между которыми является наименьшим. Отметка каждой точки на поверхности определяется посредством интерполяции значений отметки в вершинах треугольника, в котором расположена эта точка. Поверхности TIN наиболее удобны для отображения поверхностей с высокой степенью неоднородности, которые характеризуются неравномерным распределением выборочных данных, отражающим влияние потоков, дорог и водоемов, а также для исследования локализованных областей (крупномасштабных карт). При создании поверхности TIN по данным точек выполняется вычисление триангуляции Делоне для точек. При триангуляции Делоне ни одна из точек не лежит внутри окружности, определяемой вершинами какого-либо треугольника. На триангуляцию поверхности оказывают влияние данные структурных линий (получаемые из структурных линий, горизонталей и границ). При наличии ребра структурной линии между точками программа предусматривает соединение этих точек ребром триангуляционной сети даже в том случае, если это приводит к нарушению свойства Делоне.

Поверхность TIN с линиями горизонталей:



- 
 Сетчатые поверхности. Образуются из точек, расположенных на регулярной сетке. (Например, цифровые модели рельефа – DEM). Сетчатые поверхности рекомендуется применять для отображения относительно однородных поверхностей с равномерно распределенными выборочными данными, а также для исследования областей большой площади (мелкомасштабные карты). Сетчатые поверхности, как правило, загружаются быстрее и требуют меньшего объема дискового пространства, по сравнению с поверхностями TIN.

Сетчатая поверхность с линиями горизонталей:

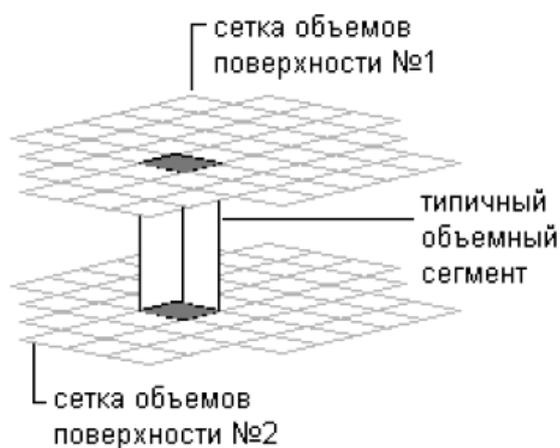


- 
 Поверхности TIN для объема. Композитная поверхность, построенная из комбинации точек поверхности сравнения и базовой поверхности. Поверхность TIN для объема соответствует точной разнице между базовой поверхностью и поверхностью сравнения. Таким образом, значение Z в любой точке поверхности для вычисления объема в точности равно разности значений Z на поверхности сравнения в данной точке и на базовой поверхности в этой точке. Это справедливо, независимо от того, являются ли базовая поверхность и

поверхность сравнения поверхностями TIN или сетчатыми поверхностями, включая тот случай, когда они принадлежат к разным типам. Поверхность для вычисления объема является постоянно существующим объектом-поверхностью. Следовательно, для нее можно отображать горизонталы выемок и насыпей, точки выемок и насыпей и добавлять к ней метки. Объем (выемок, насыпей, разность объемов) поверхности для вычисления объемов – это свойство, которое можно посмотреть, выбрав «Свойства поверхности».

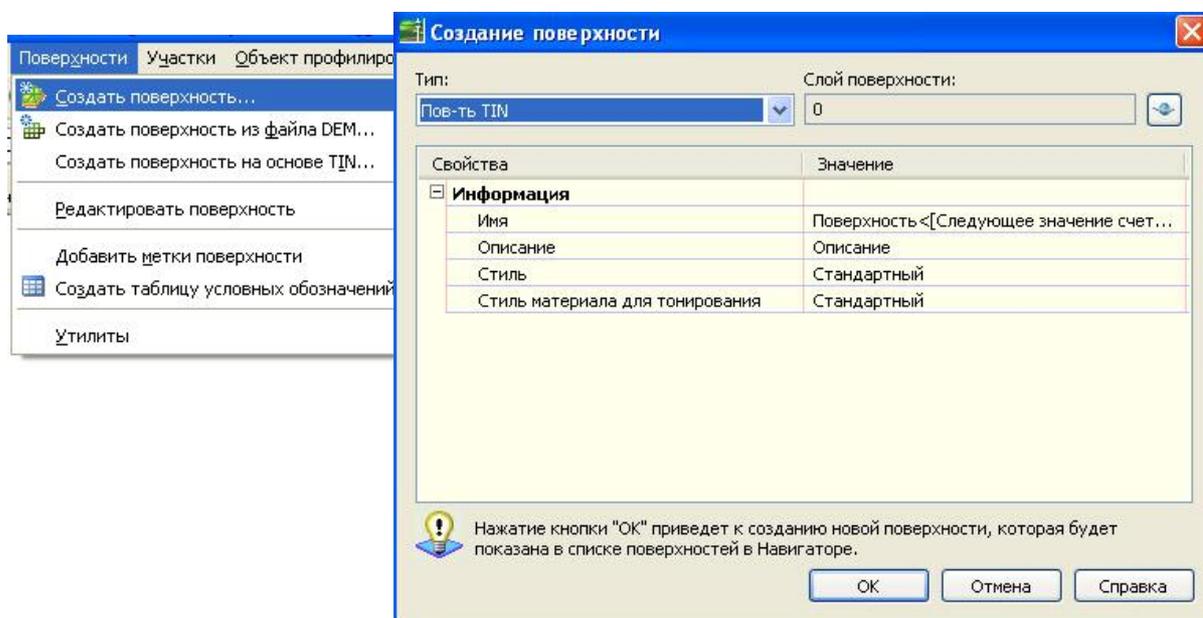
-  Сетчатые поверхности для вычисления объема. Является дифференциальной сетчатой поверхностью, формируемой на основе базовой поверхности и поверхности сравнения, а также параметров шага и ориентации сетки.

Сетчатые поверхности для вычисления объема позволяют быстро сгенерировать объем, что удобно при итеративном проектировании площадки.



Создание поверхности

Для создания поверхности необходимо вызвать соответствующее диалоговое окно. Это можно сделать через меню «Поверхности» ► «Создать поверхность...», либо через вкладку «Навигатор» «Области Инструментов», где надо щелкнуть правой кнопкой мыши на коллекции «Поверхности» и выбрать пункт «Создать...»

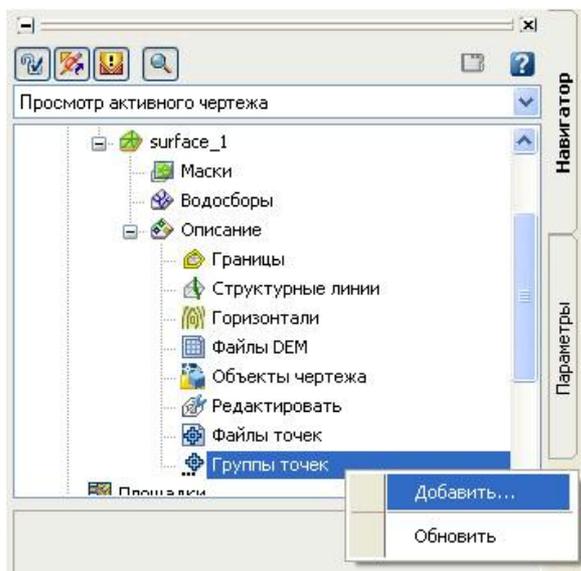


В открывшемся окне «Создание поверхности» выбирается тип создаваемой поверхности, слой ее размещения, имя и описание поверхности, а также стиль ее отображения.

Для создания поверхностей, сохраненных в файлах *.tin (триангуляционные поверхности) и *.dem (сетчатые поверхности) используются соответствующие команды меню «Поверхности» ► «Создать поверхность из файла TIN...» и «Поверхности» ► «Создать поверхность из файла DEM...». При импорте файлов TIN файл .pnt, соответствующий файлу .tin, должен находиться в том же исходном каталоге.

Добавление и редактирование данных поверхности

Только что созданная поверхность пуста. Она не содержит данных, определяющих форму поверхности. Для задания этих данных необходимо развернуть коллекцию только что созданной поверхности на вкладке «Навигатор» «Области инструментов», затем развернуть коллекцию «Описание». На этом иерархическом уровне представлены все объекты, которые могут быть созданы в модели. Для добавления какого-либо объекта либо нескольких объектов одного типа (например, несколько структурных линий) необходимо щелкнуть правой кнопкой мыши на названии соответствующего объекта и выбрать пункт меню «Добавить...».



Добавляемые к поверхности данные вместе с операциями редактирования поверхности образуют описание поверхности.

Границы

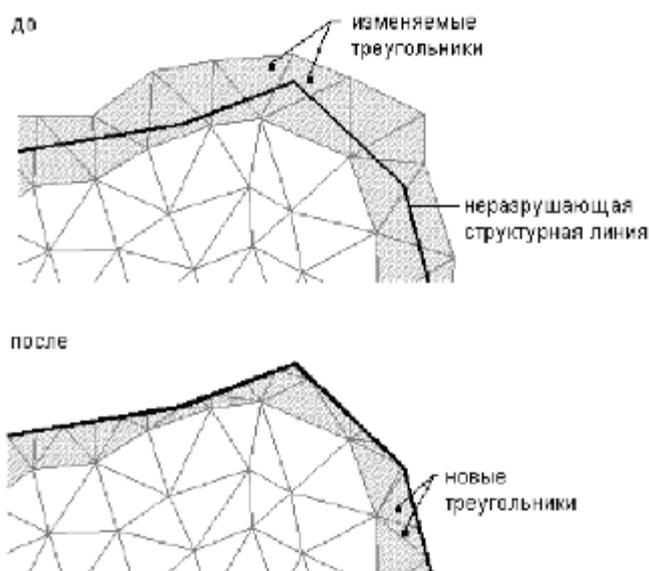
Граница представляет собой замкнутый многоугольник, определяющий отображение или скрытие расположенных внутри него треугольников.

Границы бывают трех типов:

- **Внешний**

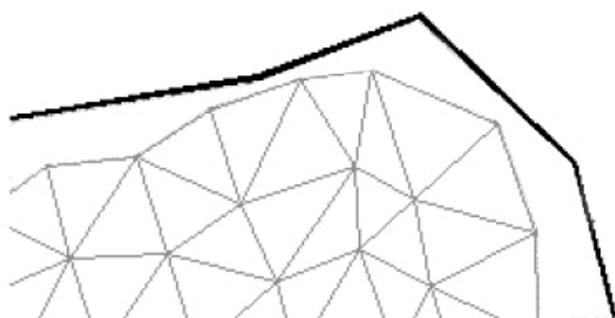
Внешняя граница поверхности, внутри которой отображаются все треугольники, а вне границы треугольники не отображаются. Может быть только одна для одной поверхности.

Внешняя граница, созданная с применением неразрушающих структурных линий:

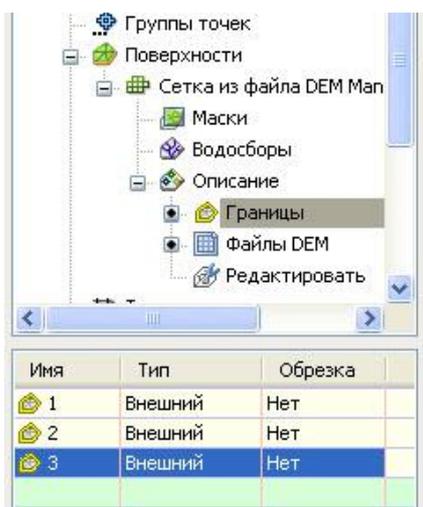


Если указана опция создания неразрушающей структурной линии, тогда внешние границы поверхности будут четко совпадать с проекцией контура на поверхность. При этом триангуляция вдоль границы будет перестроена.

Если не включать эту опцию, из поверхности будут исключены треугольники, лежащие за пределами границы и пересекаемые ею:



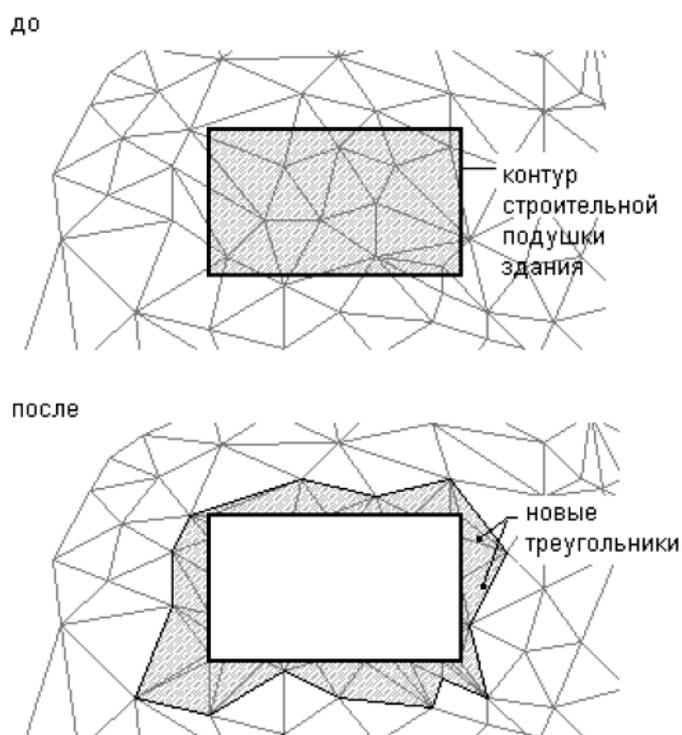
Можно определить несколько внешних границ, но отображается только та из них, которая определена последней. При наличии нескольких внешних границ можно с помощью описания поверхности переключиться на отображение другой внешней границы.



● *Скрытой области*

Маскирует область триангуляции, т.е. в области ограниченной таким контуром, не отображаются горизонтали. Применяется для создания разрывов в поверхности (например, оснований зданий). Для одной поверхности можно определить любое количество границ такого типа.

Граница скрытой области, созданной с применением неразрушающих структурных линий:



Применение границы скрытой области не приводит к удалению области из поверхности. Вся поверхность остается невредимой.

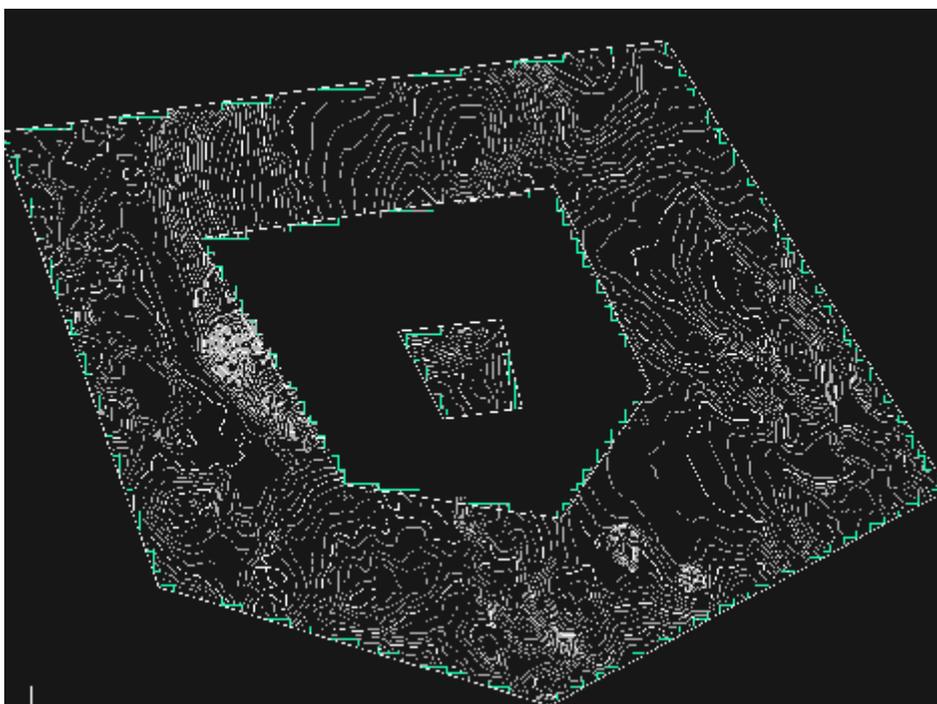
Для удаления линий TIN из поверхности следует воспользоваться командой "Удалить линию".

● *Видимой области*

Отображаются все треугольники, находящиеся внутри границы. Эта команда используется, чтобы сделать видимыми области, заключенные в скрытые границы. В пределах скрытой области может быть несколько видимых областей.

Области, скрытые в результате добавления границ не учитываются в вычислениях, например, при расчете общей площади или объема.

Границы поверхности определяются посредством выбор существующих многоугольников на чертеже. В описании поверхности для каждой границы отображается идентификационный номер и список вершин.



Добавление и редактирование границ осуществляется через дерево «Навигатора».

Для описания границы поверхности можно выбирать следующие объекты: полилинии, многоугольники и участки. Если многоугольник не замкнут, при описании границы он принудительно преобразуется в замкнутый многоугольник.

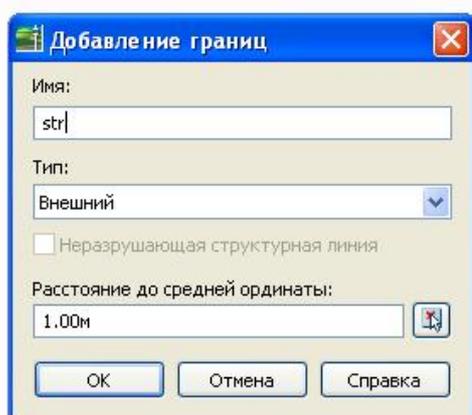
В процессе создания границы следует задать *мозаичную структуру дуг*:



Если многоугольники или полилинии, используемые для описания границ или структурных линий, содержат кривые, необходимо задать расстояние до средней ординаты сегментов, ограниченных хордами. Эта величина применяется при создании мозаичной структуры сегментов дуг многоугольника или полилинии для границы.

Процедура добавления границ к поверхности

- 1) В "Области инструментов" на вкладке "Навигатор" разверните для данной поверхности коллекцию "Описание", нажмите правую кнопку мыши на значке и выберите "Добавить".
- 2) В диалоговом окне "Добавление границ" введите имя границы в поле "Имя".
- 3) В списке "Тип" выберите тип границы



- 4) Если в границе должны использоваться неразрушающие структурные линии, установите флажок "Неразрушающие структурные линии".
- 5) Если многоугольник, по которому создается граница, содержит кривые, введите требуемое значение в поле "Расстояние до средней ординаты" или нажмите кнопку для задания этой величины в области чертежа. Диалоговое окно "Добавление границ" закрывается. Предлагается выбрать полилинию.
- 6) Для описания границы выберите один из следующих объектов:
 - Существующая полилиния
 - Существующий многоугольник, например объект-окружность
 - Существующий участок

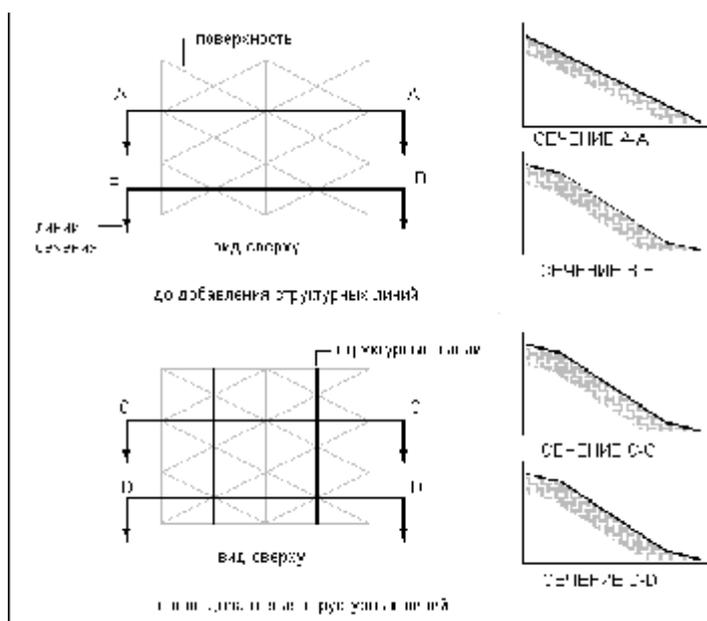
Создается граница, которая добавляется к коллекции "Границы" для данной поверхности в дереве "Навигатора"

Структурные линии

Структурные линии служат для описания таких элементов, как подпорные стены, бордюры, линии гребней и потоки. При наличии структурных линий триангуляция поверхности принудительно выполняется вдоль структурной линии; ребра триангуляции не могут пересекать структурную линию.

Структурные линии необходимы для создания точной модели поверхности, так как форма модели определяется не только непосредственно данными, но и посредством интерполяции данных.

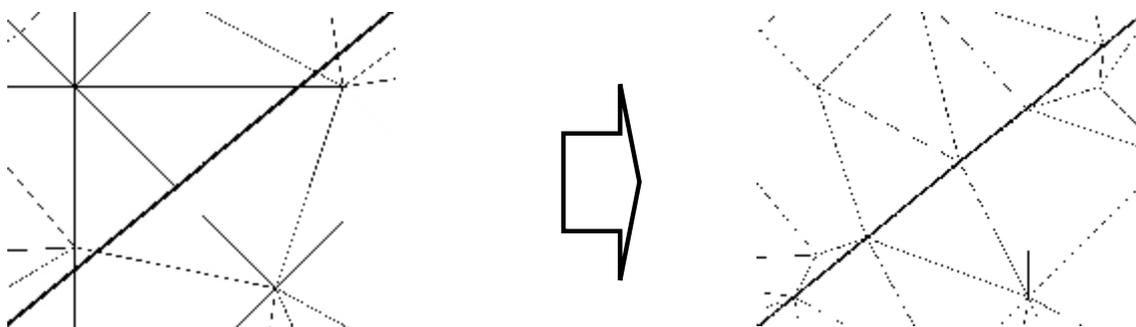
Добавлять структурные линии можно только к поверхностям TIN.



В Autodesk Civil 3D существует четыре типа структурных линий:

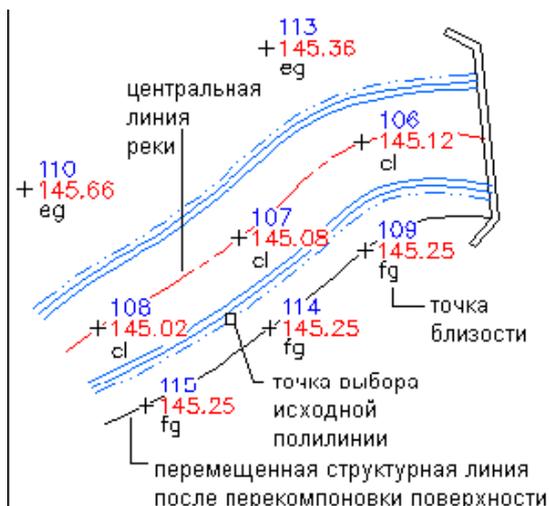
- **Стандартная**

Наиболее часто используется при создании ЦМР, создается из отрезков и 3D-полилиний. При создании структурной линии происходит перестроение триангуляции в тех треугольниках, которые в плане пересекаются добавляемой полилинией, таким образом, что вновь созданная триангуляция проходит через добавляемую полилинию.



- **Эскиз**

При создании структурной линии данного типа высотное положение вершин исходных объектов не имеет значения, т.к. для каждой вершины создаваемой структурной линии высотное положение определяется отметкой ближайшей узловой точки поверхности.



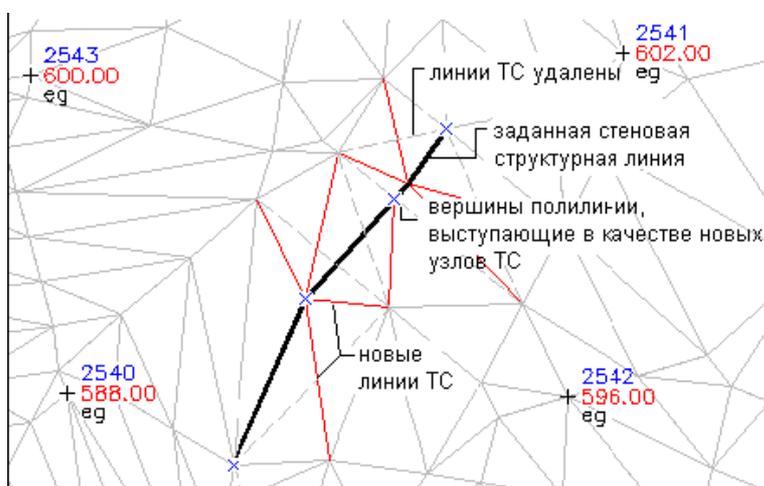
Эскизы структурных линий представляют собой двумерные полилинии с нулевыми значениями отметки. Северное положение, восточное положение и отметка вычисляются для каждой вершины в соответствии с ближайшей точкой поверхности.

По умолчанию эскизы структурных линий преобразуются в стандартные структурные линии в момент их добавления к поверхности. Автоматическое преобразование эскизов структурных линий в стандартные структурные линии можно отключить; для этого следует задать для параметра построения "Преобразовать эскизы в структурные линии" значение "Нет" на вкладке "Описание" в диалоговом окне "Свойства поверхности".

• Стеновая

Используется для указания вертикальных перепадов поверхности.

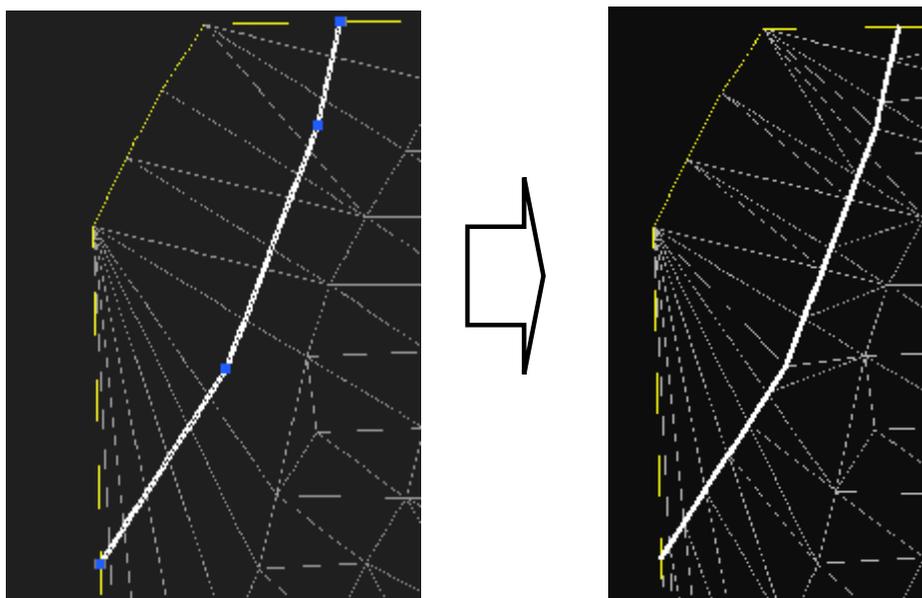
Создание структурных линий типа "стена" обеспечивает более точное представление поверхности. Например, в случае подпорной стены можно обеспечить правильное представление отметок материала с обеих сторон стены, задав разность этих отметок. Структурные линии типа "стена" определяются посредством выбора существующей полилинии или характерной линии профилирования. Для расширения полилинии создаются новые сегменты и вершины полилинии, расположенные параллельно исходной полилинии, но смещенные на некоторое расстояние (задаваемое количеством шагов); это позволяет представить разность между отметками материала с обеих сторон стены:



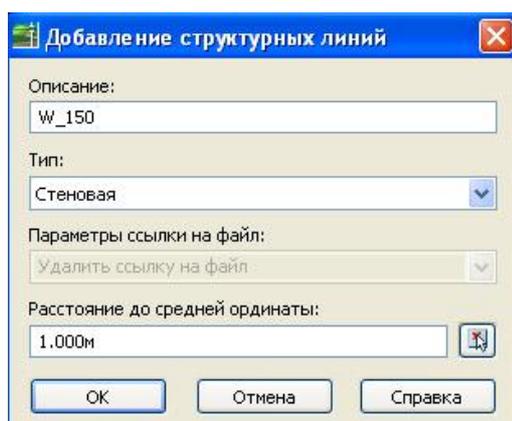
- *Неразрушающая структурная линия*

При описании неразрушающей структурной линии точки поверхности создаются в каждой вершине объекта, а также в каждой точке пересечения ребер триангуляции поверхности с объектом, который определяет неразрушающую структурную линию.

Появление новых точек приводит к созданию дополнительных треугольников поверхности. Неразрушающие структурные линии часто требуются при удалении областей поверхности, в которых отсутствует чистое ребро TIN. Значение отметки для каждой новой точки извлекается из исходного треугольника поверхности, что позволяет сохранить целостность исходной поверхности.



Добавление структурной линии осуществляется через дерево «Навигатора», где надо развернув коллекцию «Описание» коллекции «Поверхности», щелкнуть правой кнопкой мыши на строке «Структурные линии» и выбрать пункт «Добавить...».



В открывшемся окне «Добавление структурных линий» расположены следующие параметры:

1. Описание. Необязательный для заполнения, но его рекомендуется задавать, т.к. при большом количестве структурных линий в определении поверхности сложно найти необходимую в списке, при отсутствии описаний.
2. Тип. Один из описанных выше типов структурных линий.

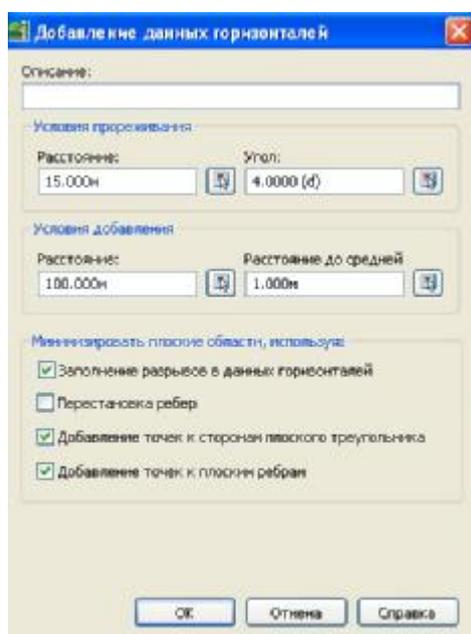
3. Расстояние до средней ординаты. Эта величина применяется при создании мозаичной структуры сегментов дуг исходной полилинии.

Настроив параметры, необходимо нажать ОК и выбрать в чертеже отрезки и полилинии, представляющие структурные линии.

Горизонтالي

По данным горизонталей можно создать или изменить поверхность. В качестве исходных объектов могут выступать 2М и 3М полилинии, дуги, окружности, эллипсы.

Добавление горизонталей осуществляется через дерево «Навигатора», где надо развернув коллекцию «Описание» коллекции «Поверхности», щелкнуть правой кнопкой мыши на строке «Горизонтали» и выбрать пункт «Добавить...».



В открывшемся окне «Добавление данных горизонталей» необходимо настроить условия добавления и прореживания горизонталей, а также можно задать описание для создаваемых горизонталей.

Прореживание заключается в уменьшении количества точек, генерируемых на горизонталях. При применении условий прореживания вершины пропускаются в том случае, если расстояние и угол отклонения между ними меньше соответствующих пороговых значений. Чем больше пороговые значения расстояния и угла, тем больше количество удаляемых точек. Пороговые значения для прореживания должны быть меньше пороговых значений для пополнения.

При прореживании вычисляется положение каждой точки на горизонтали по отношению к предыдущей и следующей точке. Условия прореживания применяются к этим трем точкам следующим образом: если расстояние и угол отклонения между крайними точками меньше пороговых значений расстояния и угла для прореживания, средняя точка не добавляется к файлу данных горизонтали.

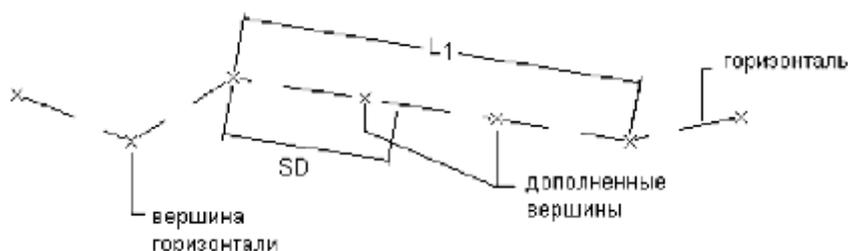
Примеры применения параметров прореживания:



если $L1$ и $L2$ меньше интервала прореживания и θ меньше угла прореживания, вершина будет удалена

Пополнение заключается в добавлении точек на горизонталях. Пороговое значение расстояния для пополнения определяет максимальное расстояние между вершинами. Если расстояние между вершинами на горизонтали больше порогового значения для пополнения, на горизонтали добавляются точки с постоянным интервалом, не превышающим порогового значения расстояния. Чем меньше пороговое значение для расстояния, тем больше количество добавляемых точек.

Пример параметра расстояния (SD) при пополнении вершин:



если $L1$ больше дополненного расстояния, вершины добавляются с одинаковым шагом, меньшим или равным SD

«Минимизировать плоские грани» - команда для поиска и устранения треугольников, три точки которых находятся на одной отметке, и ребер, соединяющих точки разных горизонталей данных на одной отметке. Операция уменьшает число плоских граней, появляющихся в результате добавления к поверхности данных горизонталей, что обеспечивает построение улучшенной, более реалистичной поверхности.

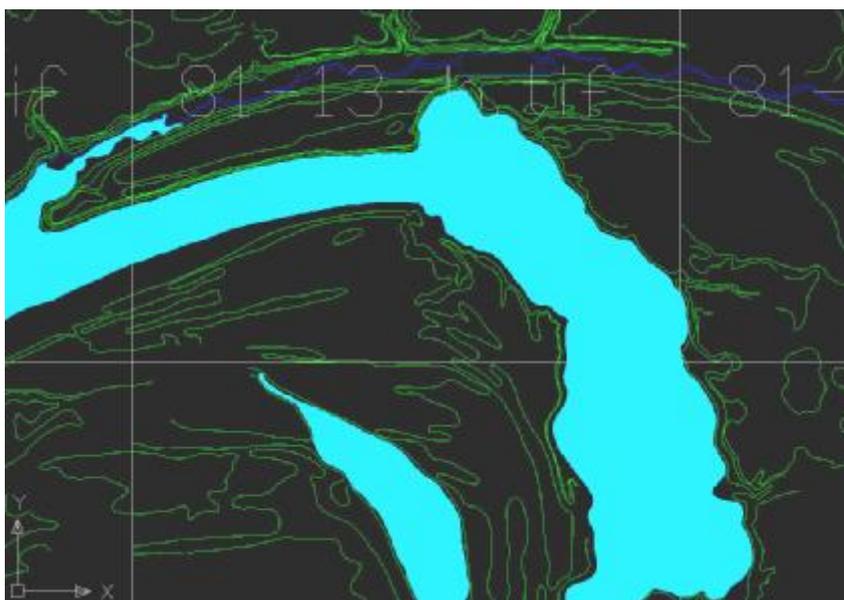
Заполнение промежутков – параметр обеспечивает заполнение небольших промежутков в отображаемых горизонталях и приводит к построению одной непрерывной горизонтали.

Перестановка ребер – обследование поверхности на наличие плоского треугольника, у которого есть неплоское ребро, общее с неплоским

треугольником. Если два треугольника образуют выпуклый четырехугольник, общее ребро переставляется, чтобы образовались два неплоских треугольника.

Добавление точек к ребрам плоских треугольников – вместо перестановки общего для пары треугольников ребра, в его среднюю точку добавляется новая точка. Значение отметки интерполируется по естественным соседним точкам.

Добавление точек к плоским ребрам – режим обработки плоских ребер, не принадлежащих плоским треугольникам. В среднюю точку добавляется новая точка, значение отметки которой интерполируется по естественным соседним точкам. Использование режима увеличивает размер поверхности из-за добавления новых точек и ребер.



Рекомендации по созданию поверхностей на основе горизонталей

Следование приведенным далее рекомендациям обеспечивает при создании поверхности на основе данных горизонталей получение наиболее приемлемой модели поверхности, горизонталей которой соответствуют данным горизонталей. Это особенно существенно, если требуется добавлять к поверхности другие данные.

Сначала нужно создать поверхность и добавить к ней все данные горизонталей. Для получения наилучших результатов данные следует добавлять в рамках одной операции. На этом этапе не следует добавлять дополнительные данные, такие как высотные отметки или структурные линии.

При добавлении данных горизонталей можно задавать режимы "Минимизировать плоские грани методом" или добавлять данные горизонталей без использования этих режимов, а затем воспользоваться командой "Поиск искажений горизонталей" для обнаружения искажений и их исправления.

В том случае, если данные горизонталей добавляются без задания параметров "Минимизировать плоские грани", команда "Поиск искажений горизонталей" для некоторых наборов данных горизонталей сообщает о большом количестве искажений.

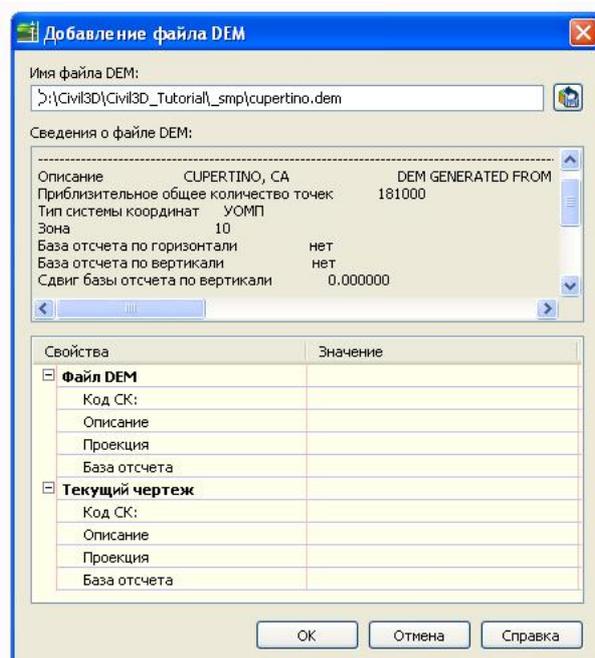
После добавления данных горизонталей и устранения ошибок проверьте горизонталей визуально. В тех местах, где требуется, добавьте дополнительные

горизонталю, а данные высотных отметок или структурные линии добавьте только там, где они необходимы для исправления конкретного искажения. Исправьте все искажения.

После выявления и исправления всех искажений горизонталей добавьте дополнительные данные поверхности, такие как точки высотных отметок. Границы поверхности добавляются в последнюю очередь. Границы следует добавлять, начиная с внешней стороны поверхности и продолжая в направлении внутренней стороны поверхности.

Файлы DEM

Для импорта точек в поверхность используются файлы цифровой модели рельефа (DEM) или файлы SDTS, преобразованные в формат DEM.

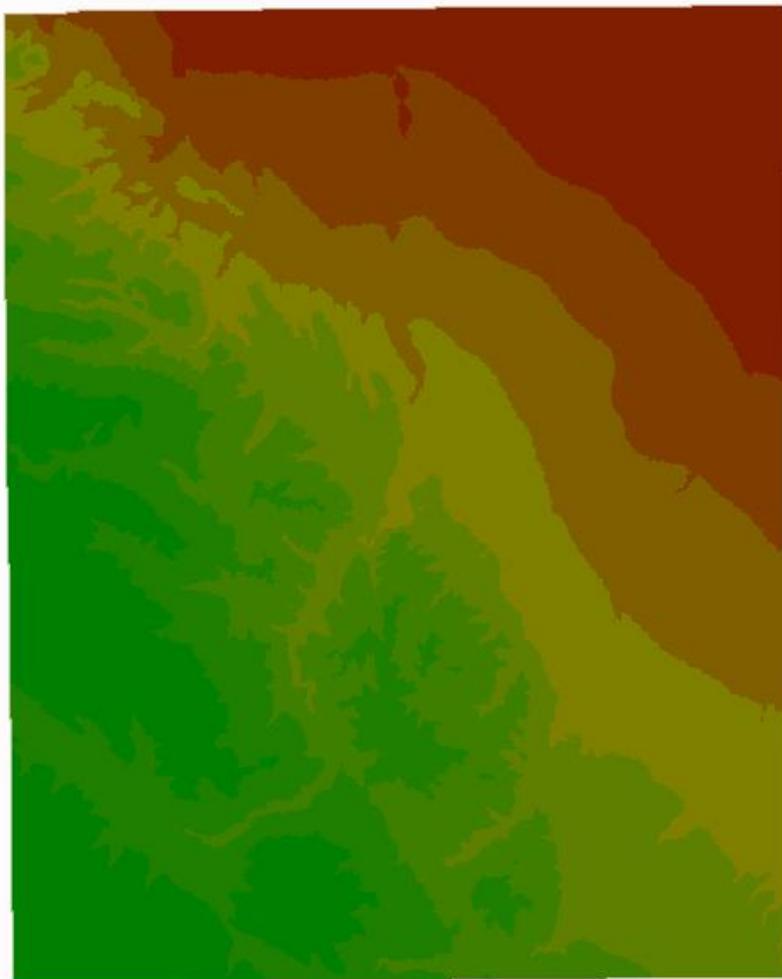


Файлы DEM представляют собой ценный источник данных для многих задач планирования и проектирования, не требующих такого уровня точности, который достигается при наземной или аэросъемке. В некоторых случаях применение файлов DEM позволяет полностью устранить необходимость в геодезических измерениях.

Как правило, данные DEM недостаточно точны для изучения локализованных зон, но идеально подходят для широкомасштабных задач анализа и планирования.

Данные DEM могут успешно применяться, например, при выполнении следующих задач: гидрологические исследования, проектирование трассы для автомагистралей и трубопроводов, планирование и анализ землепользования, анализ откосов и широкомасштабная визуализация проекта.

Как правило, файлы DEM содержат информацию о рельефе земной поверхности в виде координат XYZ узлов сетки с постоянным шагом.



Можно добавлять и удалять файлы DEM, а также просматривать содержащуюся в них информацию. При построении поверхности координаты DEM должны соответствовать системе координат текущего чертежа; для преобразования координат DEM следует указать систему координат для файла DEM.

Данные точек поверхности, получаемые из объектов чертежей AutoCAD

Используя объекты AutoCAD, например трехмерные линии, можно добавлять к описанию поверхности данные точек поверхности.

Объекты, выбранные в качестве данных точек, интерпретируются программой Autodesk Civil 3D. При добавлении объекта определенного типа к описанию поверхности создаются данные точек, специфические для этого типа объектов.

Для объектов некоторых типов можно указать, требуется ли сохранять конфигурацию ребер объекта при добавлении точек объекта в Autodesk Civil 3D.

Объекты чертежа добавляются к поверхности в виде данных точек. Добавление данных точек к поверхности не приводит к образованию связи между поверхностью и исходными объектами чертежа.

Выберите объекты чертежей AutoCAD для добавления точек к описанию поверхности.

Можно выбрать следующие объекты:

- Точки. Для описания точки поверхности используются координаты XYZ объекта.
- Линии. Для описания точки поверхности используются координаты XYZ конечных точек объекта.
- Блоки. Для описания точки поверхности используются координаты XYZ точки вставки блока.
- Текст. Для описания точки поверхности используются координаты XYZ точки вставки текста.
- 3D грани. Для описания точки поверхности используются координаты XYZ конечных точек объекта.
- Многогранники. Для описания точки поверхности используются координаты XYZ конечных точек объекта.

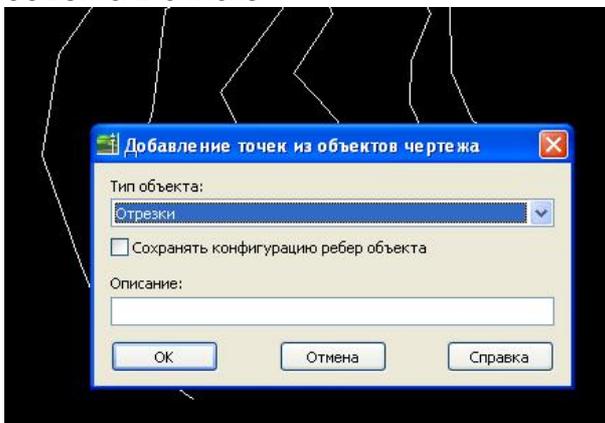
Для добавления объекта AutoCAD к описанию данных поверхности следует выбрать объект AutoCAD на чертеже.

Процедура добавления точек к поверхности по данным объектов AutoCAD

1) В "Области инструментов" на вкладке "Навигатор" разверните коллекцию

"Описание" для поверхности, нажмите правую кнопку мыши на значке  и выберите "Добавить".

2) В диалоговом окне "Добавление точек из объектов чертежа" выберите тип объекта в списке



3) Если при добавлении линий, 3D граней или многогранников требуется сохранить конфигурацию ребер объекта AutoCAD, нажмите кнопку мыши на "Сохранять конфигурацию ребер объекта". В этом случае в Autodesk Civil 3D не выполняется оптимизация ребер.

4) В поле "Описание" введите описание объекта (объектов).

5) Нажмите "ОК". В командной строке отображается следующий запрос: Выбрать объекты:

6) Выберите на чертеже один или несколько объектов либо воспользуйтесь любым стандартным способом выбора объектов AutoCAD.

Выбранные объекты добавляются к описанию поверхности и отображаются в представлении списка в коллекции "Объекты чертежа" для данной поверхности, где для каждого объекта приводится его описание и указывается тип.

Файлы точек

При наличии созданных вручную или загруженных в процессе сбора данных файлов, содержащих данные точек, их можно использовать в качестве данных поверхности.

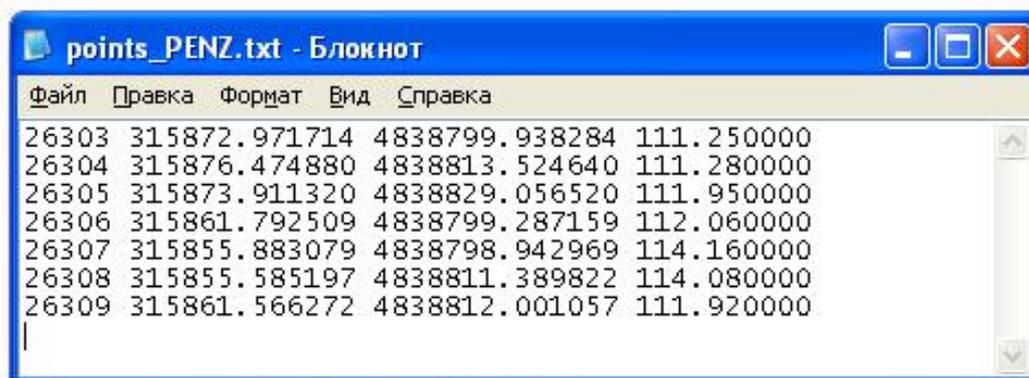
Поддерживаются разнообразные форматы файлов. Любой формат файла точек, для которого предусмотрен импорт в Autodesk Civil 3D с целью создания точек, может быть использован для добавления точки к поверхностям.

Далее приводится пример формата PENZ с пробелами в качестве разделителей, являющийся одним из форматов файлов, распознаваемых командой "Добавить файл точек", предназначенной для работы с поверхностью.

Файл точек формата PENZ с пробелами в качестве разделителей содержит следующую информацию: номер точки, восточное положение в координатах (X), северное положение в координатах (Y), отметку (Z). Для каждой точки в файле применяется следующий синтаксис:

[Point Number] [Easting (or X)] [Northing (or Y)] [Elevation (or Z)]

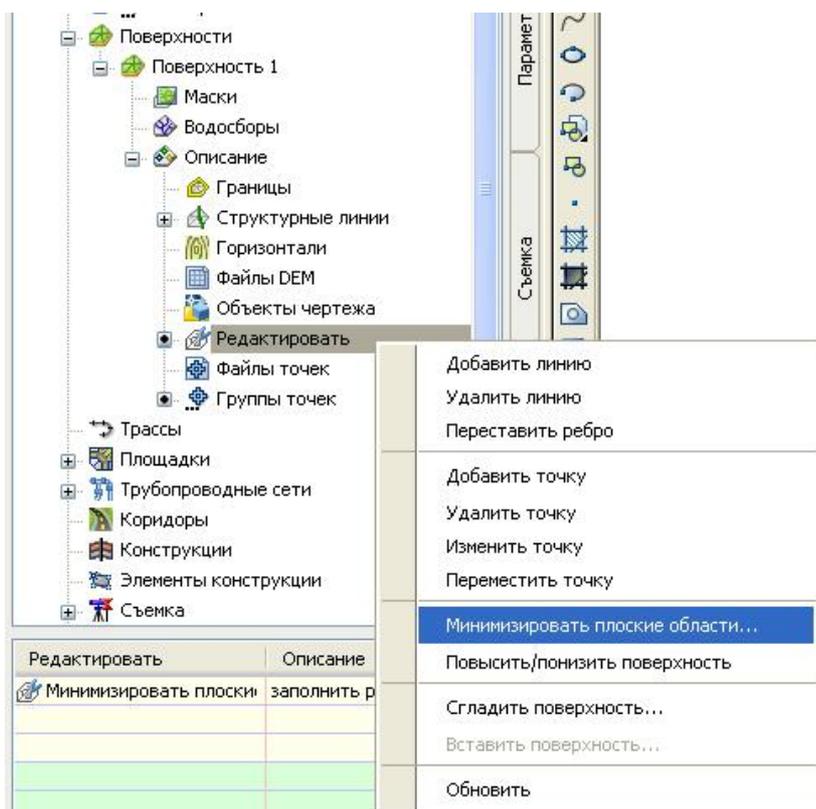
Пример содержимого файла точек в формате PENZ с пробелами в качестве разделителей:



Редактирование поверхности

Операции изменения данных, выполняемые в процессе редактирования поверхностей, добавляются к описанию поверхности в качестве операция редактирования, но не добавляются к каким-либо из существующих компонентов данных поверхности.

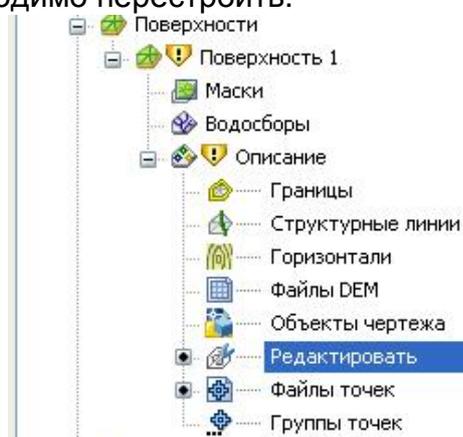
Для доступа к любым операциям изменения данных поверхности следует нажать правую кнопку мыши на элементе «Редактировать» данной поверхности из коллекции «Описание», находящейся в дереве «Навигатора». Если операция редактирования не поддерживается поверхностями данного типа, эта операция не вносится в список.



В представлении элементов в «Области инструментов» отображаются все действия редактирования в порядке их применения к поверхности. Любое из действий в списке можно удалить.

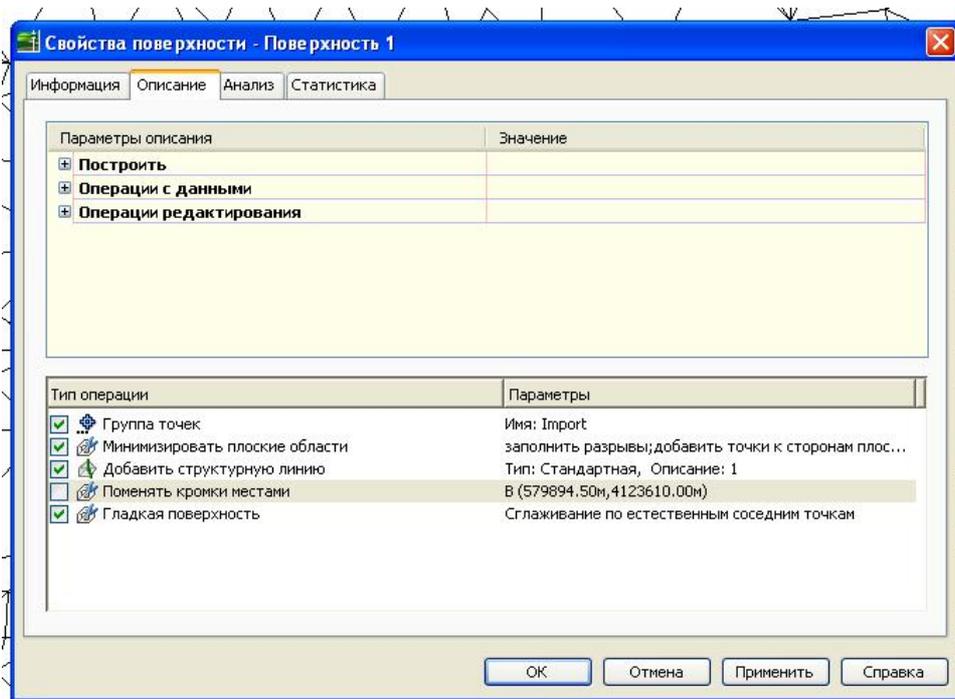
Редактировать	Описание
Удалить линию	Содержит (27349
Поменять кромки местами	В (27368.07м,233
Поменять кромки местами	В (27370.83м,233
Минимизировать плоские	заполнить разры

При этом слева от названия поверхности появляется значок с восклицательным знаком на желтом щите, указывающий на то, что отображение поверхности в модели не соответствует исходным данным и поверхность необходимо перестроить.



Для перестроения поверхности необходимо щелкнуть правой кнопкой мыши на имени поверхности и выбрать пункт меню «Восстановить». Для автоматического перестроения поверхности после каждого изменения следует выбрать пункт меню «Восстановить – автоматически».

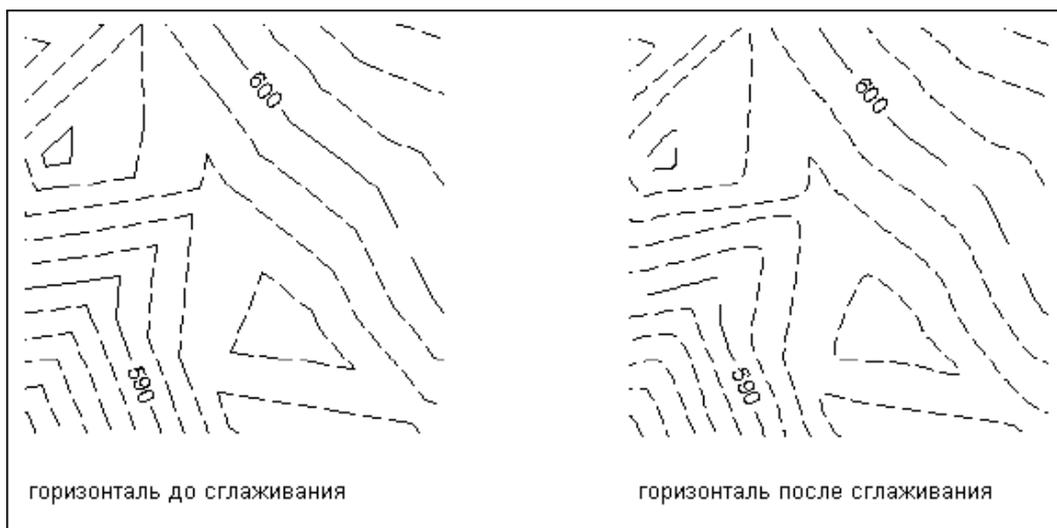
Действия редактирования можно отключать, не удаляя их. Для этого щелкнув правой кнопкой мыши по имени поверхности нужно вызвать окно «Свойства поверхности», перейти на вкладку «Описание» и снять галочки с тех операций, которые необходимо отключить.



В процессе редактирования поверхности есть возможность:

- добавлять, удалять и переставлять ребра триангуляции;
- добавлять, удалять, изменять в плановом и высотном положениях узловые точки поверхности;
- минимизировать плоские грани;
- добавить к каждой точке поверхности одно и то же положительное или отрицательное значение («Повысить/понизить поверхность»);
- вставить поверхность;
- сгладить поверхность.

Операция заключается в добавлении точек, значения отметки для которых определяются системой, с применением метода интерполяции по естественным точкам (NNI) или метода Кригинга. В результате горизонтали приобретают сглаженную форму, но остаются непересекающимися.



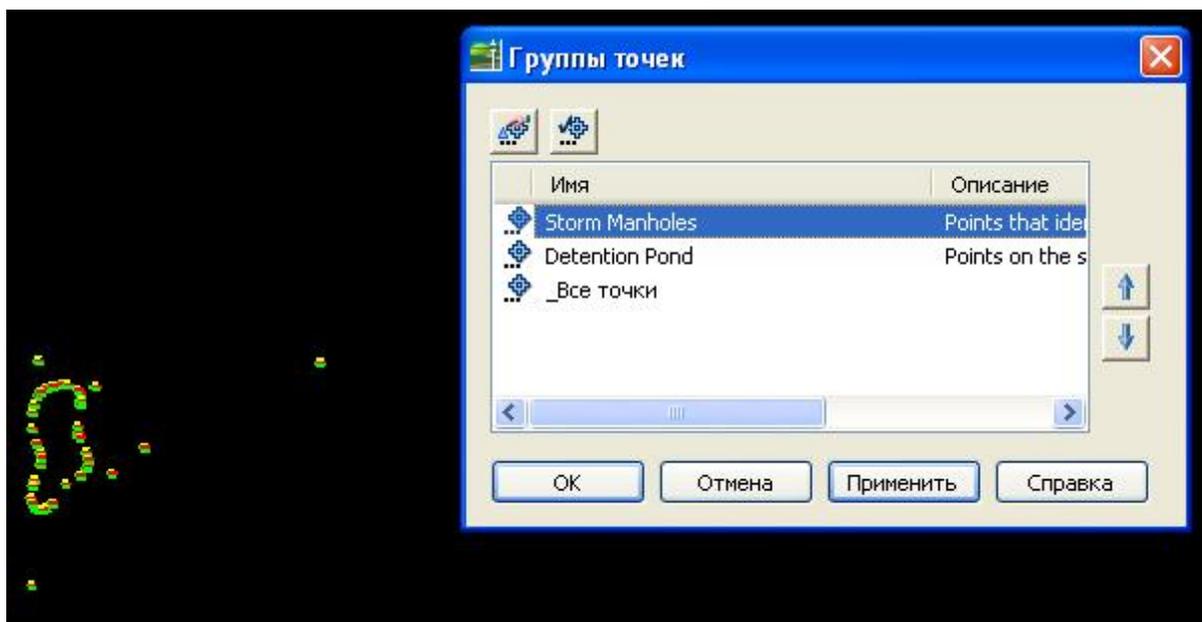
Сглаживание поверхности имеет и другие преимущества. Метод Кригинга позволяет на основе анализа тенденций статистических данных по существующей поверхности выполнять экстраполяцию за пределы этой поверхности. Например, если площадка содержит случайную выборку отметок скважин (разреженной множество точек данных), посредством статистической экстраполяции можно получить представление поверхности.

Группы точек

Коллекция "Группы точек" дерева "Навигатора" используется для добавления групп точек к описанию поверхности.

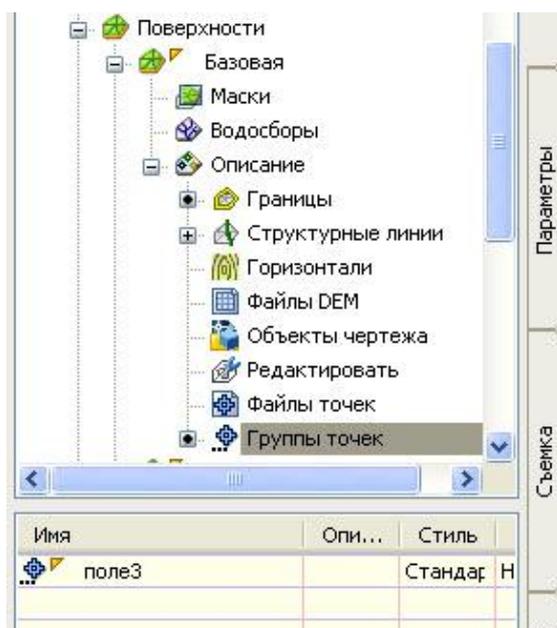
Процедура добавления группы точек к поверхности

- 1) При необходимости создайте новую группу точек.
- 2) В "Области инструментов" на вкладке "Навигатор" нажмите правую кнопку мыши на коллекции "Группы точек" для данной поверхности и выберите "Добавить".
- 3) В диалоговом окне "Группы точек" в списке существующих групп точек выберите группу точек, которую требуется добавить к поверхности.



4) Для добавления группы точек к поверхности нажмите "OK".

Группа точек добавляется к списковому представлению "Группа точек" в навигаторе.



Анализ поверхностей

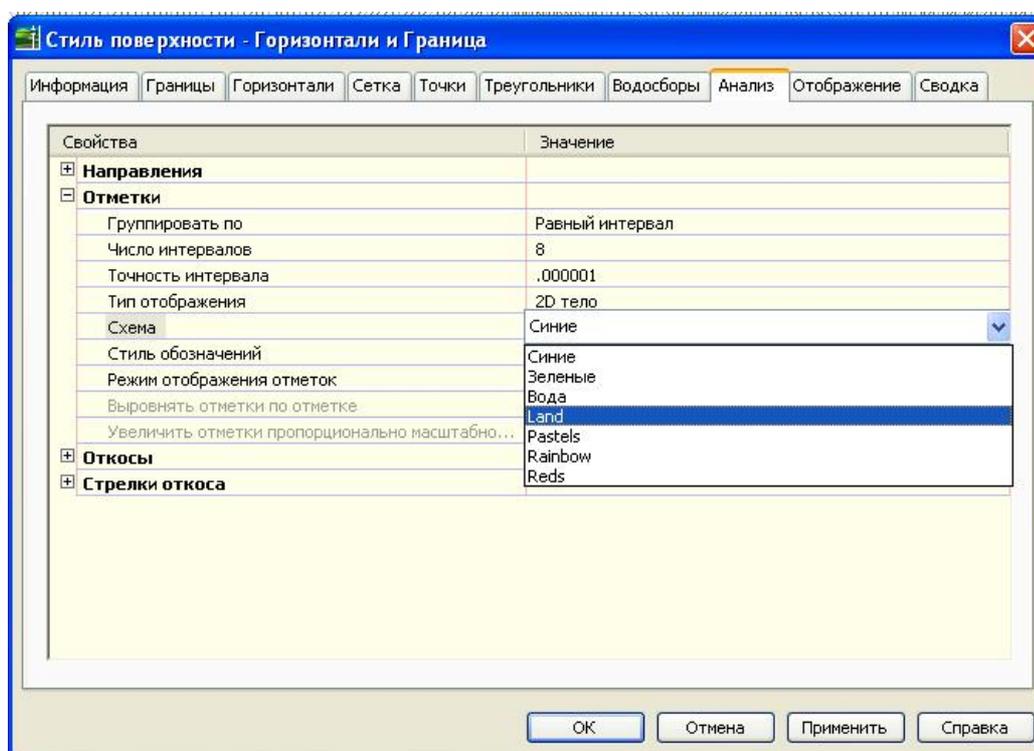
Предусмотрено несколько типов анализа компонентов поверхности:

- **Направления.** Анализ направления. Тонирует треугольники поверхности в соответствии с их ориентацией.
- **Отметки.** Анализ диапазонов значений отметки. Тонирует треугольники поверхности в соответствии с диапазоном значения отметки.
- **Откосы.** Тонирует треугольники поверхности по группам, которые определяются диапазонами значений откоса.
- **Стрелки откоса.** Анализ направления откоса. В центре тяжести каждого треугольника отображается стрелка, указывающая направление откоса. Цвет

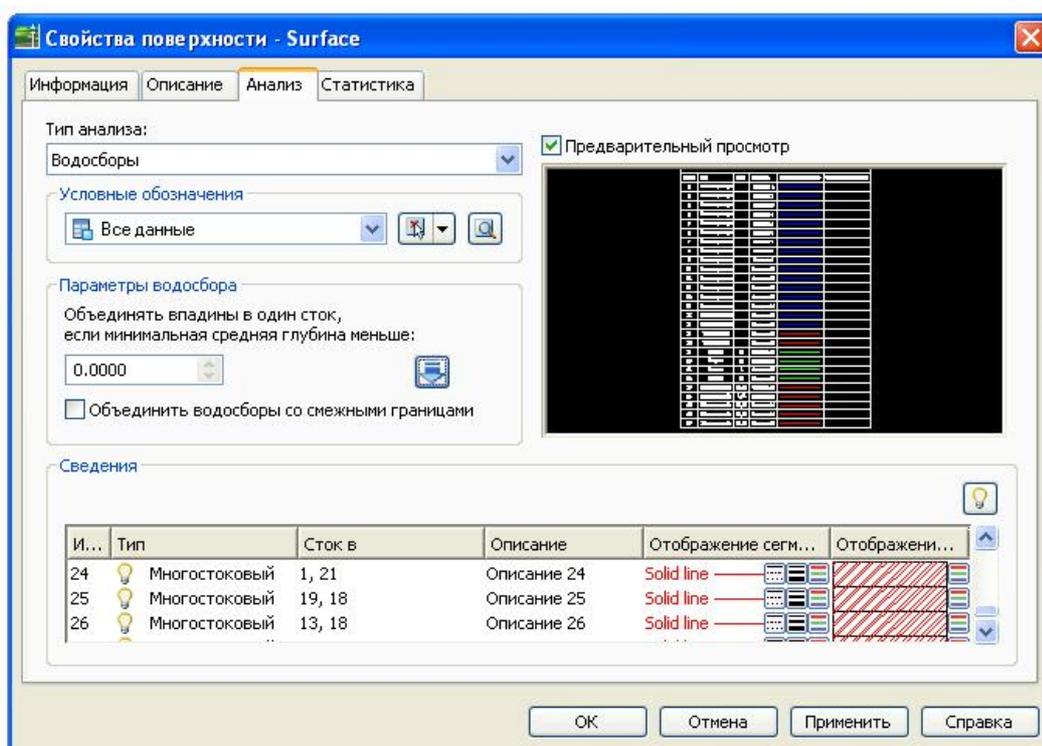
стрелки определяется цветом, назначенным диапазону значений откоса (аналогично анализу значений откоса).

- Горизонталы. Тонирует линии горизонталей по группам, которые определяются диапазонами значений отметки.
- Пользовательские горизонталы. Тонирует линии пользовательских горизонталей по группам, которые определяются диапазонами значений отметки.
- Водосборы. Тонирует водосборы по группам, которые определяются типом водосборов.
- Искажения горизонталей. Применяется для обнаружения искажений горизонталей, вычерченных в соответствии со значениями параметров горизонтали, заданными для стиля поверхности.
- Сток воды. Отслеживание траектории стока воды через поверхность.

Управление параметрами отображения и стилями для анализа направления, отметки и откоса, включая анализ с применением стрелок откоса выполняется на вкладке «Анализ» диалогового окна «Стиль поверхности». Для анализа горизонталей и водосборов параметры отображения и стиль задаются на отдельных вкладках (вкладка «Горизонталы» и вкладка «Водосборы»).

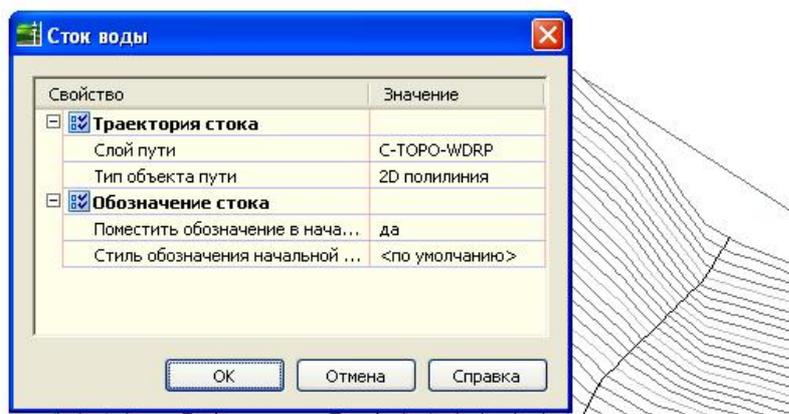


Для фактического выполнения анализа служит вкладка «Анализ» диалогового окна «Свойства поверхности».



Для проверки горизонталей на искажения с применением отдельной служебной программы выберите в главном меню пункт «Поверхности» ► «Утилиты» ► «Поиск искажений горизонталей».

Анализ траекторий стока выполняется с помощью отдельной служебной программы, для доступа к которой следует в главном меню выбрать пункт «Поверхности» ► «Утилиты» ► «Сток воды».



Вычисление объемов поверхности

С помощью служебных программ для работы с поверхностями можно сформировать запрос на вычисление композитного или ограниченного объема пространства, заключенного между поверхностями.

Для вычисления композитного объема используются верхняя и нижняя поверхности (пара поверхностей); при этом вычисляются значения объема выемки, объема насыпи и разности объемов. При вычислении ограниченного объема используется объект AutoCAD (например, полилиния или многоугольник);

значения объема выемки, объема насыпи и разности объемов вычисляются для области, ограниченной этим объектом.

Процедура вычисления композитных объемов на основе поверхностей

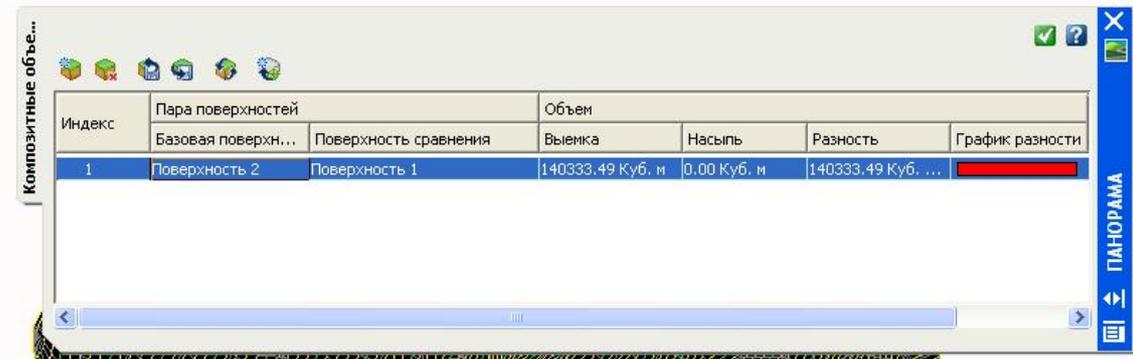
1) Откройте, создайте или импортируйте поверхности TIN или сетчатые поверхности, для которых требуется измерить композитный объем. Утилита "Композитный объем" выполняет сравнение двух поверхностей (пары поверхностей), поэтому необходимо наличие на чертеже двух поверхностей.

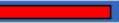
2) В меню "Поверхности" выберите "Утилиты" ► "Объемы".

3) Выполните одно из следующих действий:

■ В виде "Композитный объем" нажмите кнопку мыши на значке  и выберите поверхности для сравнения, нажимая кнопку мыши на записи <выберите поверхность> в столбцах "Базовая поверхность" и "Поверхность сравнения" (для базовой поверхности и поверхности сравнения соответственно).

■ В диалоговом окне "Композитный объем" нажмите кнопку мыши на значке . Пользователю предлагается выбрать базовую поверхность и поверхность сравнения в области чертежа графическим способом.

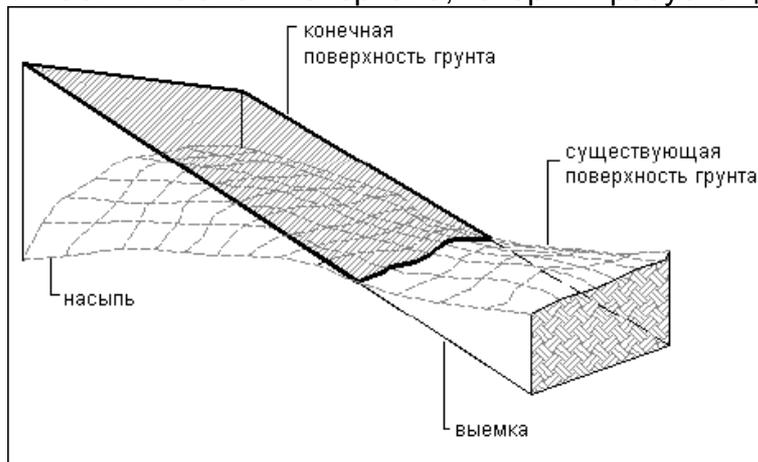


Индекс	Пара поверхностей		Объем			
	Базовая поверхн...	Поверхность сравнения	Выемка	Насыпь	Разность	График разности
1	Поверхность 2	Поверхность 1	140333.49 Куб. м	0.00 Куб. м	140333.49 Куб. ...	

После выбора поверхностей выполняется вычисление объемов и отображается следующая информация:

■ Выемка. Объем материала, который требуется удалить.

■ Насыпь. Объем материала, который требуется добавить.



■ Разность. Разность объема выемки и объема насыпи. Например, если объем выемки равен 200 м³, а объем насыпи - 100 м³, разность объемов равна 100 м³ <выемка>.

■ График разности объемов. Графическое представление значений объема в процентах по отношению к объему в целом. Объем насыпи (объем материала,

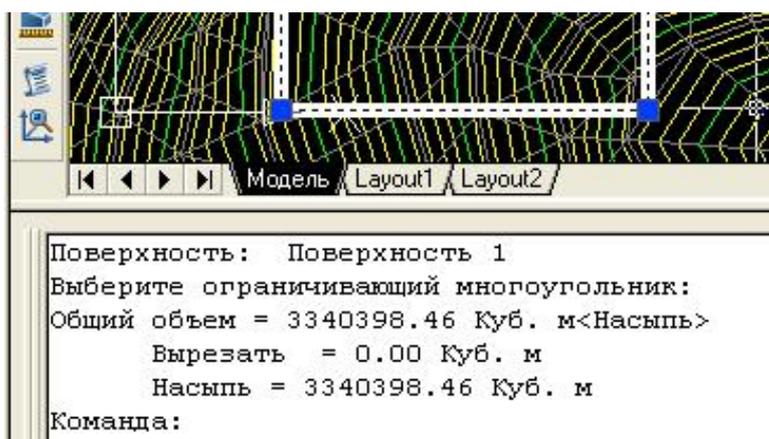
который требуется добавить к площадке проекта) отображается в виде зеленого столбца. Объем выемки (объем материала, который требуется удалить) отображается в виде красного столбца.

Процедура вычисления ограниченных объемов

Утилита "Ограниченный объем" предназначена для вычисления объема области, заданной полилинией, многоугольником или участком. Если на поверхности для вычисления объема задана ограниченная область, можно быстро вычислить объем разности, объемы выемки и насыпи, соответствующие этой области.

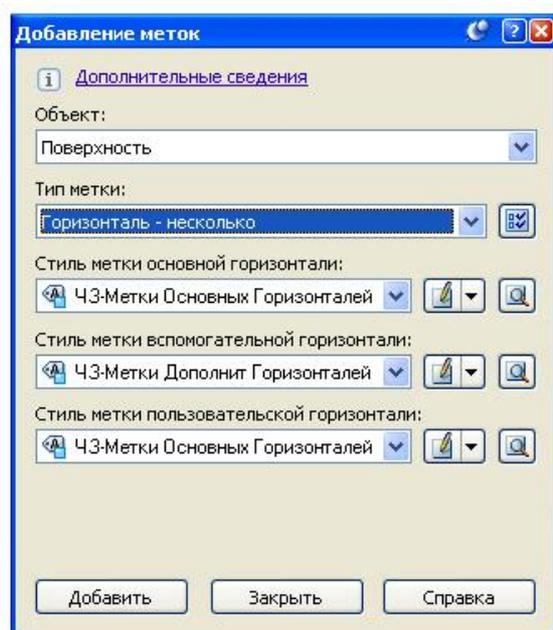
Объем, соответствующий ограниченной области на поверхности для вычисления объема, вычисляется на основе значений разности отметок, которые первоначально использовались для вычисления этой поверхности. В случае поверхностей рельефа объем вычисляется по значениям отметки в ограниченной области (относительно нулевой отметки).

- 1) Откройте, создайте или импортируйте поверхность, для которой требуется измерить ограниченный объем.
- 2) В меню "Поверхности" выберите "Утилиты" ► "Ограниченные объемы".
- 3) Отображается запрос на выбор полилинии, многоугольника или участка для задания ограниченной области поверхности.

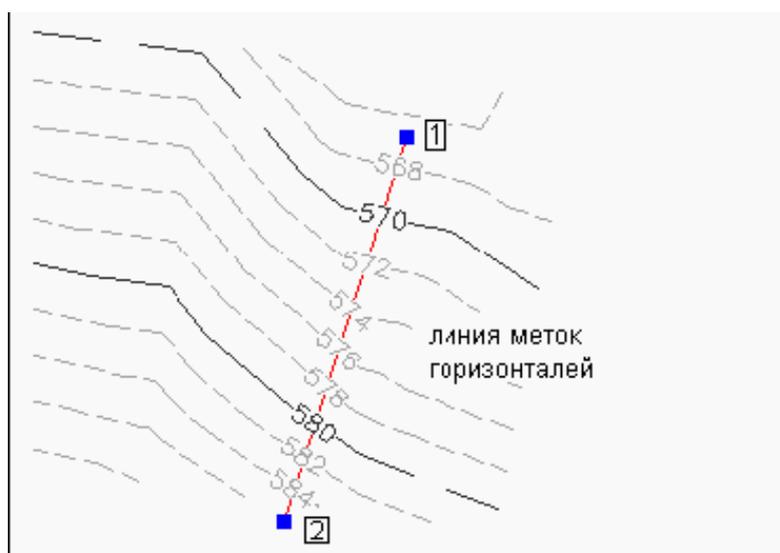


Метки поверхности

На поверхность могут быть добавлены метки одиночных откосов, отметок в точках и горизонталей с использованием заданных типов меток поверхности. Для их добавления в строке меню выбрать пункт «Поверхности» ► «Метки» ► «Добавить метки поверхности...».



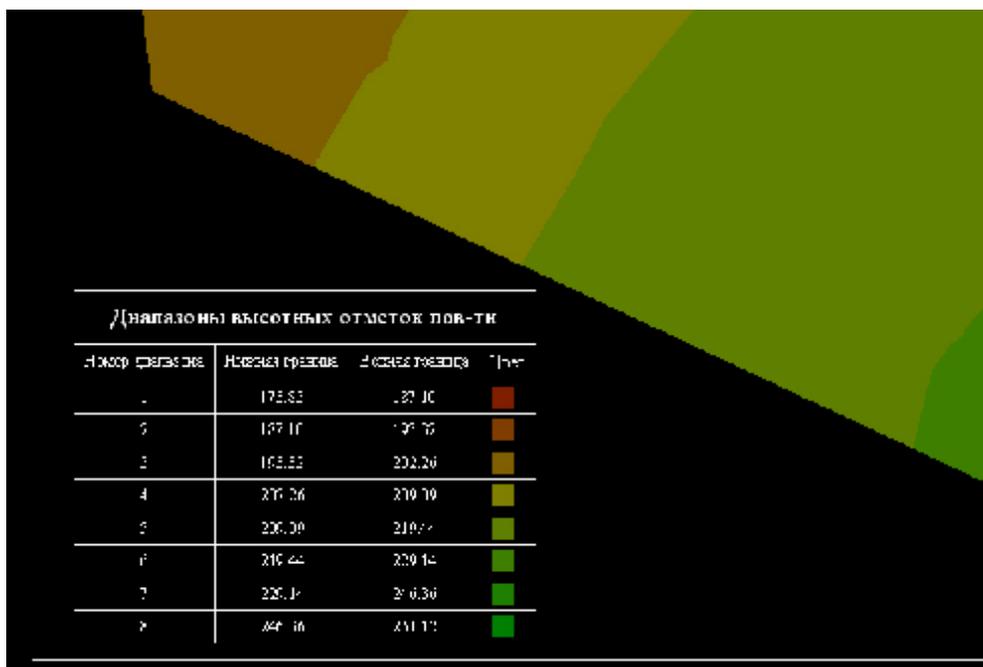
В открывшемся окне «Добавление меток» в поле «Тип метки:» выбирается «Откос», «Горизонталь» или «Высотная отметка» и нажимается кнопка «Добавить». После этого, добавить метки, следуя запросам в командной строке.



Таблицы поверхности

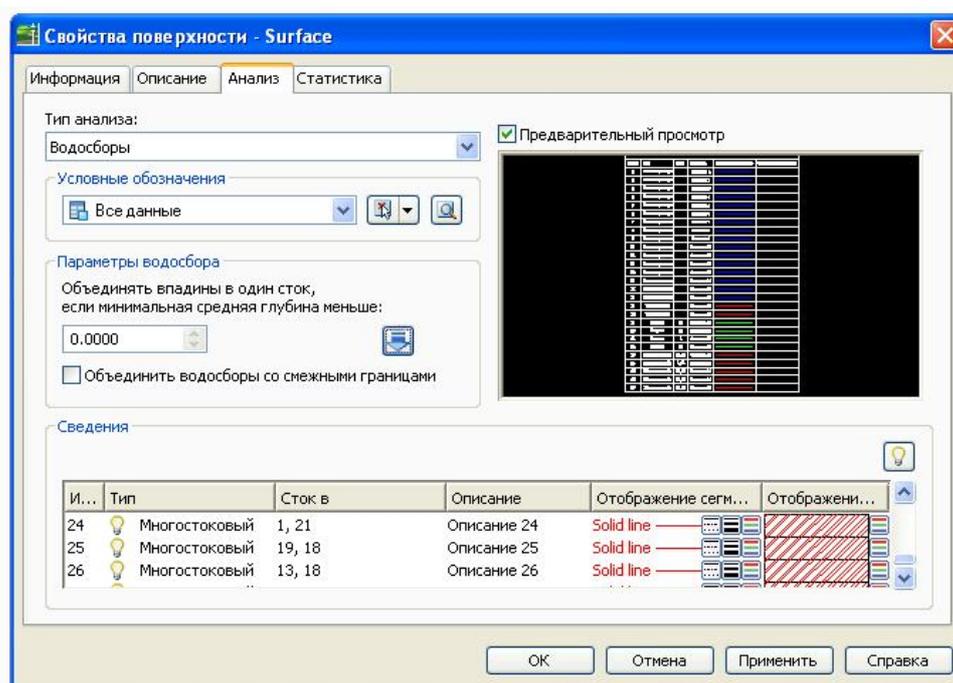
Таблицы условных обозначений поверхностей предоставляют структурированную сводную информацию о поверхностях, имеющих на чертеже.

Таблицы условных обозначений можно создавать для всех типов анализа поверхности: анализа направлений, отметок, откосов (в том числе с применением стрелок откоса), горизонталей и водосборов.

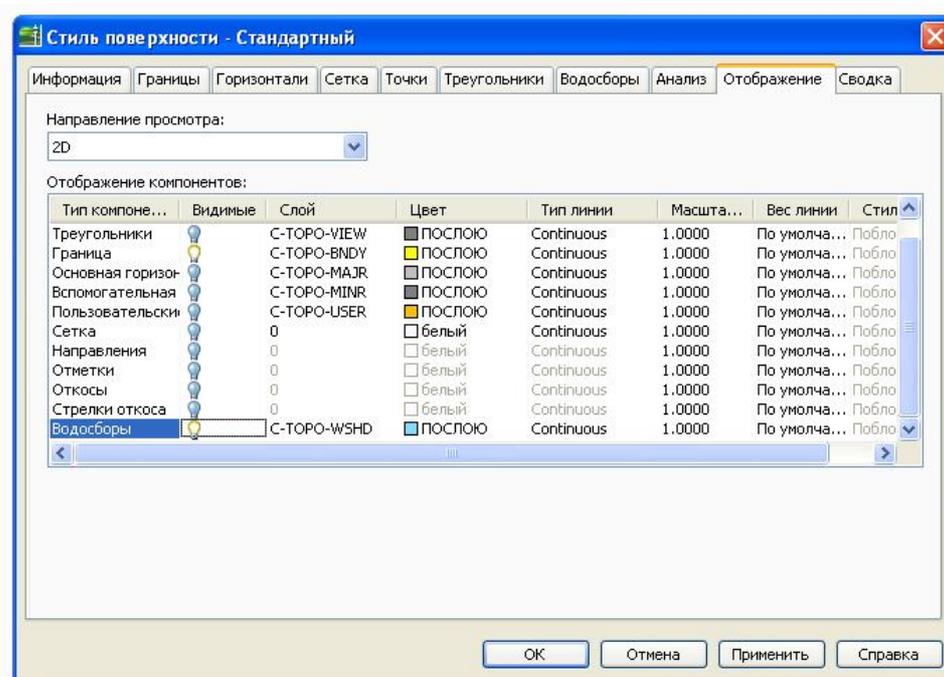


Процедура создания таблицы условных обозначений поверхности

1) Сгенерируйте анализ поверхности, результаты которого требуется отобразить в таблице условных обозначений (если это не было сделано ранее).



2) Для редактирования стиля таблиц разверните на вкладке параметров коллекцию "Поверхность", разверните коллекцию "Стили таблиц" и выберите коллекцию, соответствующую типу добавляемого условного обозначения. В списковом представлении параметров нажмите правую кнопку мыши на стиле и выберите "Редактировать".



3) Для добавления таблицы условных обозначений выберите в главном меню "Поверхности" ► "Создать таблицу условных обозначений".

4) Отображается запрос на выбор поверхности в области чертежа.

5) После выбора поверхности отображается запрос на ввод типа таблицы. Введите одно из следующих значений: "Направления", "Отметки", "Откосы", "Стрелки откоса", "Горизонталы", "Пользовательские Горизонталы" или "Водосборы".

6) Пользователю предлагается указать, требуется ли автоматически обновлять таблицу при изменении информации, полученной в результате анализа. Для включения режима автоматического обновления введите "Динамически".

7) Пользователю предлагается выбрать в области чертежа местоположение правого верхнего угла таблицы.

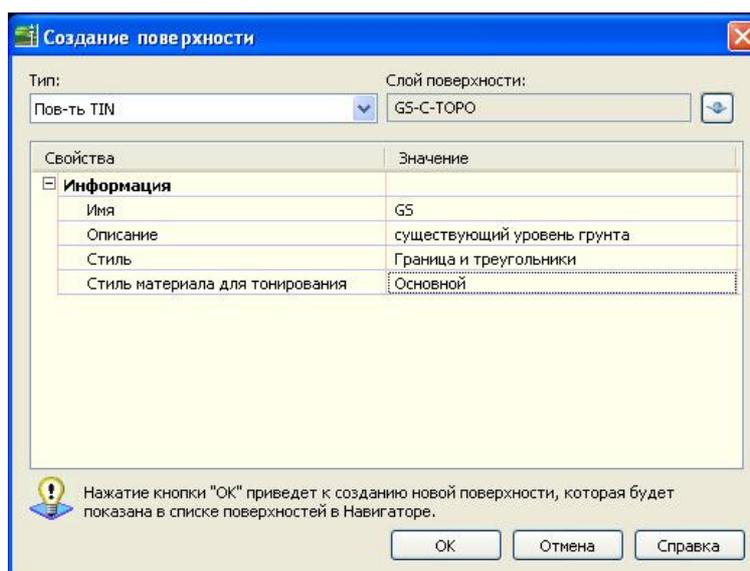
Таблица условных обозначений отображается на рисунке.

Таблица водоразделов поверхности					
Номер	Тип	Сток	Описание	Отображение сегмента	Отображаемая площадь
1	Сегмент границы		Описание 1		13926.33 кв. м
2	Сегмент границы		Описание 2		1575.20 кв. м
3	Сегмент границы		Описание 3		240.97 кв. м
4	Сегмент границы		Описание 4		86.63 кв. м
5	Сегмент границы		Описание 5		30.05 кв. м
6	Сегмент границы		Описание 6		2837.24 кв. м
7	Сегмент границы		Описание 7		28.87 кв. м
8	Сегмент границы		Описание 8		8.65 кв. м
9	Сегмент границы		Описание 9		5.24 кв. м
10	Сегмент границы		Описание 10		2358.24 кв. м
11	Сегмент границы		Описание 11		5032.51 кв. м
12	Сегмент границы		Описание 12		1042.03 кв. м
13	Сегмент границы		Описание 13		36782.25 кв. м
14	Сегмент границы		Описание 14		3901.65 кв. м
15	Сегмент границы		Описание 15		446.96 кв. м
16	Сегмент границы		Описание 16		3107.19 кв. м
17	Точка границы		Описание 17		18359.03 кв. м
18	Точка границы		Описание 18		81644.78 кв. м
19	Впадина	18	Описание 19		15344.35 кв. м

Упражнение

Работа с поверхностями

1. Откройте чертеж **поверхности.dwg**.
2. Выберите в меню «Поверхности» пункт «Создать поверхность...».

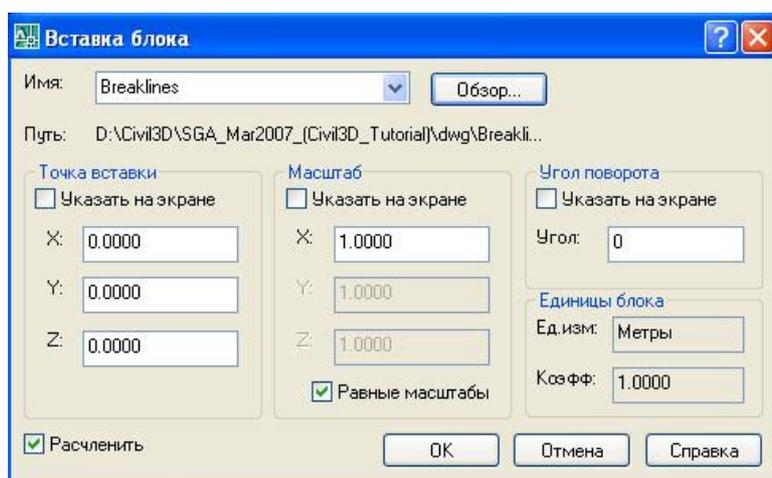


В диалоговом окне «Создание поверхности» в списке «Тип:» выберите «Поверхность TIN».

В качестве свойств поверхности задайте следующие значения:

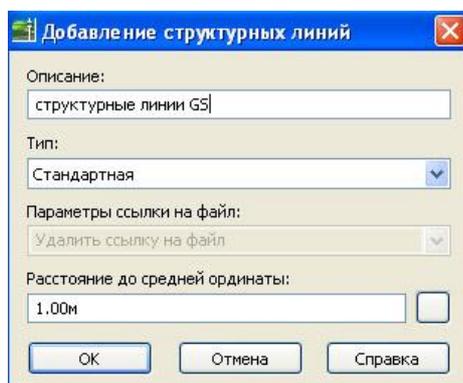
- Имя: GS

- Описание: существующий уровень грунта
 - Стиль: Граница и треугольники
 - Стиль материала для тонирования: Основной
- Нажмите ОК для создания поверхности.
3. В «Области инструментов» на вкладке «Навигатор» разверните коллекцию «Поверхности». Имя новой поверхности отображается в коллекции, но эта поверхность не содержит никаких данных.
 4. Добавление к поверхности точек. Разверните коллекцию «Описание» для поверхности GS. Нажмите правую кнопку мыши на пункте «Файлы точек» и выберите «Добавить». Отображается диалоговое окно «Добавить файл точек»:
 5. В списке «Формат:» выберите «Номер Север Восток Отметка Описание (разделение запятыми)». Нажмите кнопку мыши на значке в конце поля «Исходный файл:». В открывшемся диалоговом окне «Выберите исходный файл» найдите файл **«точки для поверхности.txt»**.
 6. Точки добавляются к описанию поверхности GS и появляются в чертеже. Если поверхность не видна, нажмите правую кнопку мыши на имени поверхности на вкладке «Навигатор» и выберите «Зумировать».
 7. Добавление к поверхности структурных линий. Выберите в меню «Вставка» ► «Блок».
 8. В диалоговом окне «Вставка блока» нажмите кнопку «Обзор», откройте чертеж **структурные линии.dwg**.
 9. В диалоговом окне «Вставка блока» воспользуйтесь следующими параметрами:
 - Точка вставки: для X, Y и Z задается значение 0,00, флажок «указать на экране» снимается.
 - Расчленить: выбрано
 - Масштаб: флажок «указать на экране» снимается, устанавливается флажок «Равные масштабы»; для X задается значение 1,00.
 - Угол поворота: флажок «указать на экране» снимается; для параметра «Угол» задается значение 0.Нажмите ОК.



10. В «Области инструментов» на вкладке «Навигатор» разверните поверхность GS из коллекции «Поверхности». Разверните коллекцию «Описание» и нажав на пункте «Структурные линии», выберите «Добавить».

Открывается диалоговое окно «Добавление структурных линий».



11. В качестве свойств структурных линий задайте следующие значения:

- Описание: структурные линии GS
 - Тип: Стандартная
 - Расстояние до средней ординаты: 1,000
- Нажмите «OK».

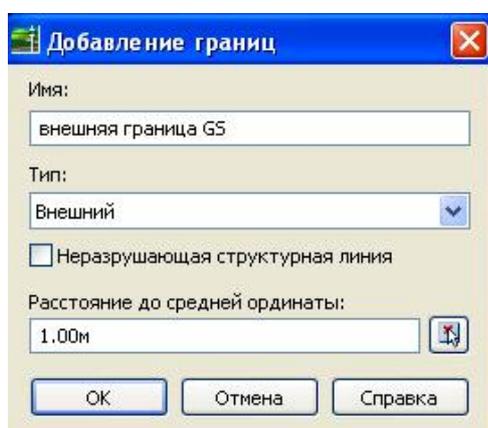
11. По запросу командной строки выберите вставленные ранее 3D полилинии (красного цвета в верхней левой части чертежа) и нажмите Enter. Происходит обновление изображения поверхности на чертеже.

12. Чтобы скрыть исходные 3D полилинии, отключите содержащий их слой. Введите в командной строке «Слой» и нажмите кнопку мыши на значке, изображающем горящую лампочку в строке слоя Breaklines.

13. Добавление внешней границы к поверхности. Уменьшите масштаб так, чтобы в окне чертежа видеть всю поверхность целиком. Выберите в меню «Вставка» ► «Блок».

14. В диалоговом окне «Вставка блока» нажмите кнопку «Обзор», откройте чертеж **внешняя граница.dwg**.

15. В диалоговом окне «Вставка блока» воспользуйтесь следующими параметрами:
- Точка вставки: для X, Y и Z задается значение 0,00, флажок «указать на экране» снимается.
 - Расчленить: выбрано
 - Масштаб: флажок «указать на экране» снимается, устанавливается флажок «Равные масштабы»; для X задается значение 1,00.
 - Угол поворота: флажок «указать на экране» снимается; для параметра «Угол» задается значение 0.
- Нажмите ОК. Полилиния вставляется в чертеж.
16. Разверните в «Области инструментов» на вкладке «Навигатор» поверхность GS из коллекции «Поверхности». Разверните коллекцию «Описание». Нажмите правую кнопку мыши на значке «Границы» и выберите «Добавить». Открывается диалоговое окно «Добавление границ».



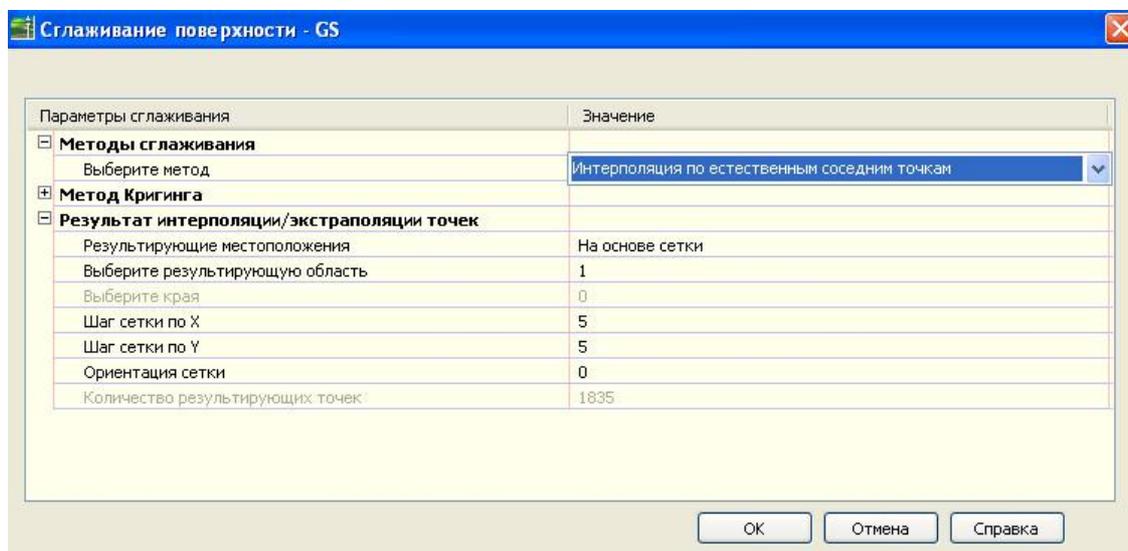
В качестве свойств поверхности задайте следующие значения:

- Имя: внешняя граница GS
 - Тип: внешний
 - Неразрушающая структурная линия: снято
 - Расстояние до средней ординаты: 1,000
- Нажмите ОК для принятия значений.

17. На чертеже выберите зеленую полилинию, которая была вставлена из файла **внешняя граница.dwg**. Граница добавляется к описанию поверхности, и изображение поверхности обрезается до области, определенной внешней границей.
18. Изменение стиля поверхности.
В «Области инструментов» на вкладке «Навигатор» разверните коллекцию «Поверхности». Нажмите правой кнопкой мыши на имени поверхности GS и выберите «Свойства».
19. В диалоговом окне «Свойства поверхности», на вкладке «Информация», в списке «Стиль поверхности» выберите «Горизонталы и Граница». Нажмите ОК. Представление поверхности обновляется – вместо треугольников включено отображение горизонталей.

20. В качестве примера редактирования поверхности проведем сглаживание поверхности с использованием метода «Интерполяции по естественным соседним точкам» (NNI).

В «Области инструментов» на вкладке «Навигатор» для поверхности GS разверните коллекцию «Описание» и нажмите правой кнопкой на значке «Редактировать». Выберите «Сгладить поверхность».



21. В диалоговом окне «Сглаживание поверхности» для свойства «Выберите метод» установите «Интерполяции по естественным соседним точкам».

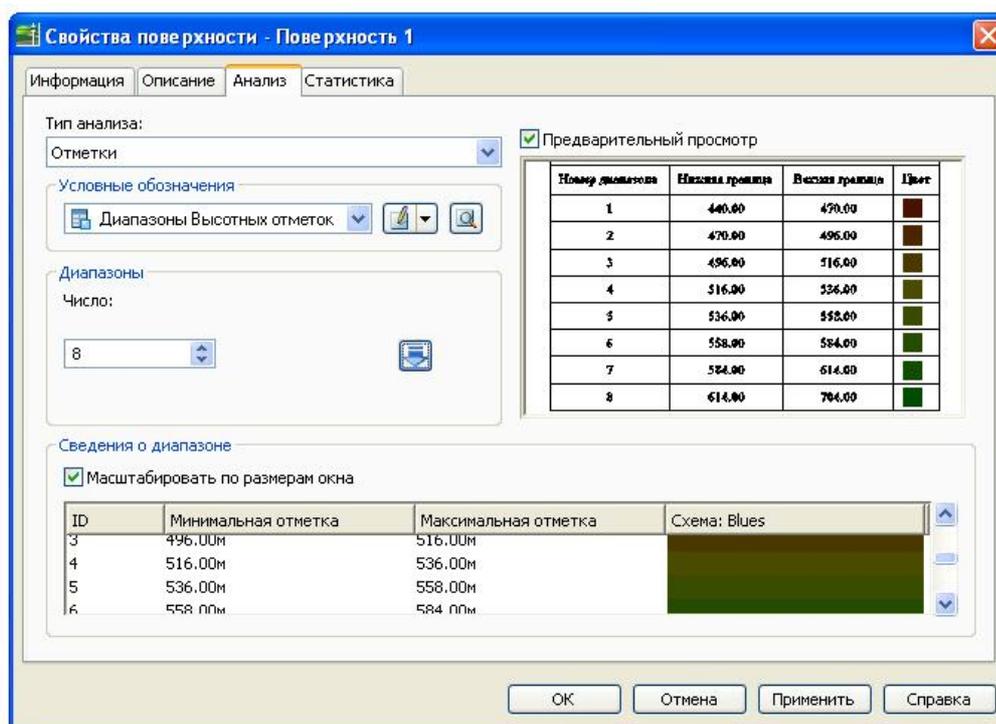
В группе параметров «Результат интерполяции/экстраполяции точек»:

- для параметра «Результирующие местоположения» выберите «На основе сетки». (Приводит к интерполяции точек поверхности по сетке, описанной внутри заданных областей многоугольников, выбранных на чертеже);
- для параметра «Выберите результирующую область» щелкните в столбце «Значение» и в командной строке введите «поверхность» (предпочтительнее выполнять сглаживание всей поверхности, а не просто области внутри заданного прямоугольника или многоугольника);
- для параметра «Шаг сетки по X» введите значение 5;
- для параметра «Шаг сетки по Y» введите значение 5;

21. В окне чертежа отметьте места, где некоторые линии горизонталей имеют угла, затем нажмите ОК для сглаживания поверхности.

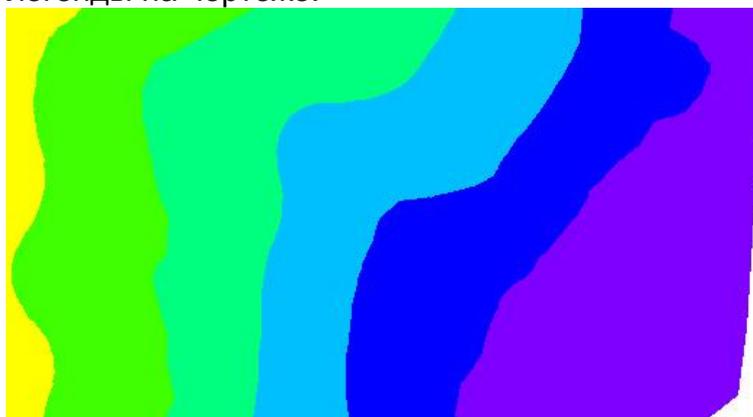
Отображение поверхности сглаживается, а горизонталы становятся более плавными. Элемент «Сглаживание поверхности» добавляется к списку «Редактировать» на вкладке «Навигатор».

22. Для выполнения анализа поверхности по отметкам откройте окно свойств поверхности и выберите вкладку «Анализ». Необходимо выбрать в поле «Тип анализа:» - «Отметки». Задать условные обозначения – «Диапазоны Высотных отметок». В разделе «Диапазоны» нажать на иконку с изображением стрелки, направленной вниз. После этого в «Сведениях о диапазоне» отобразятся результаты анализа. Можно активизировать предварительный просмотр для визуализации таблицы обозначений.



23. На вкладке «Информация» окна свойств поверхности необходимо задать стиль отображения поверхности, соответствующий проведенному анализу – «Диапазоны высот (2D)».

23. Для создания легенды, выберите пункт меню «Поверхности» ► «Создать таблицу условных обозначений». На запрос о типе таблицы ответить – «Отметки» и указать расположение верхнего левого угла созданной легенды на чертеже.



Диапазоны высотных отметок пов-ти			
Номер диапазона	Нижняя граница	Верхняя граница	Цвет
1	1040.00	1085.40	Red
2	1085.40	1114.55	Orange
3	1114.55	1141.59	Yellow
4	1141.59	1170.50	Light Green
5	1170.50	1198.07	Green
6	1198.07	1226.98	Light Blue
7	1226.98	1259.36	Blue
8	1259.36	1330.00	Purple