

КОМПЬЮТЕРНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ГЕОЛОГИИ





Основные направления применения ГИС-технологий

Типы пространственных задач, которые решаются в геологии с применением геоинформационных систем, можно с достаточной степенью условности подразделить на пять групп:

1. *Создание карт распределения геологической продукции и информации:*
 - а) по административным районам;
 - б) по геологическим структурам.
2. *Создание всех видов собственно геологических и тематических карт.*
3. *Мониторинг различных аспектов геологической среды.*
4. *Районирования территорий.*
5. *Создание 3D моделей геологических объектов для подсчета запасов полезных ископаемых.*

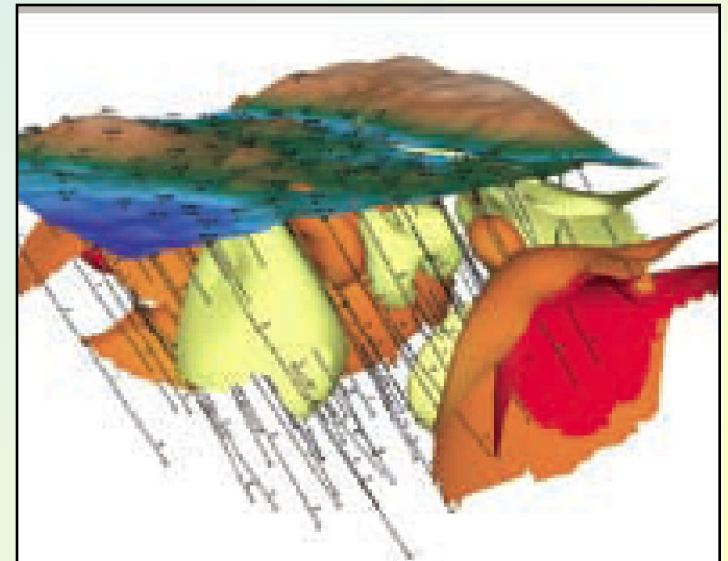
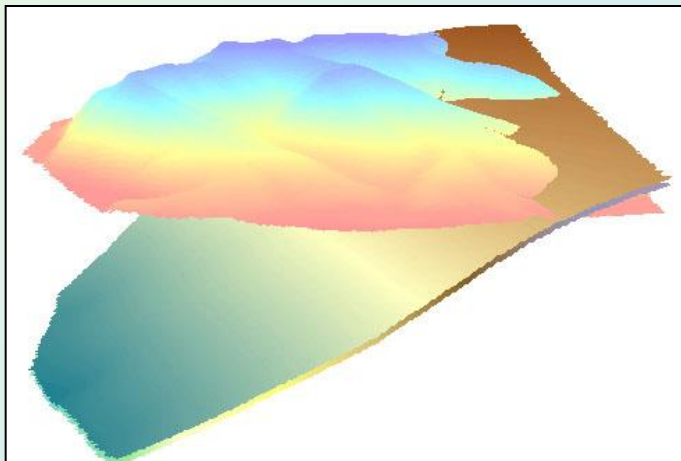


**Создание 3D моделей
геологических
объектов для
подсчета запасов
полезных
ископаемых.**

С помощью **дополнительного модуля 3D Analyst** в ArcGIS имеется возможность *построения трехмерных моделей геологических объектов* и осуществления процедур *анализа геолого-геофизических данных в трехмерном пространстве*: вычисления объемов и площадей 3D объектов, изучения особенностей морфологии объектов и их распределения в 3D пространстве.

ArcGIS позволяет осуществлять моделирование следующих типов трехмерных объектов:

- *функциональные поверхности;*
- *дискретные объекты 3D (точки, линии, полигоны);*
- *каркасные модели объемных тел.*



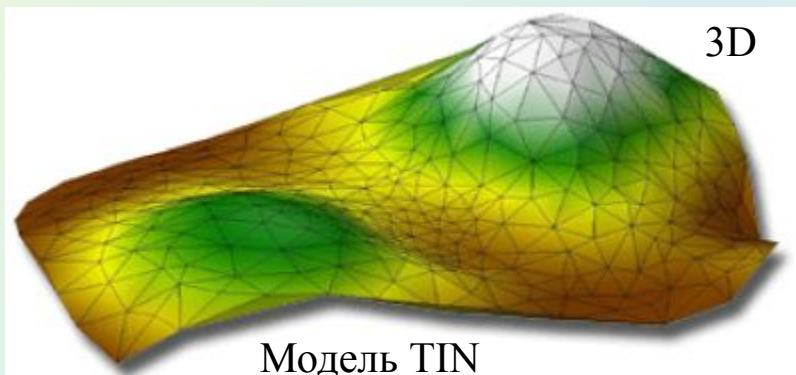
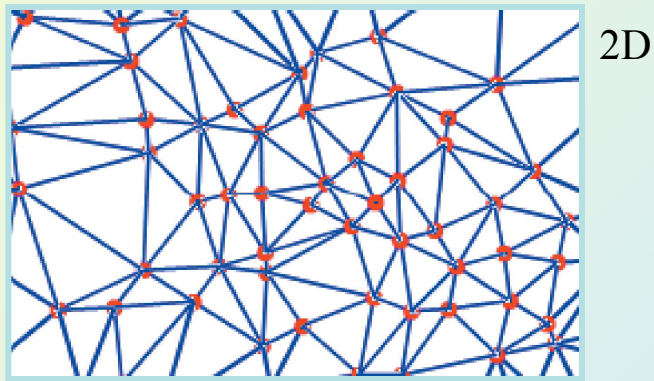


Моделирование функциональных поверхностей

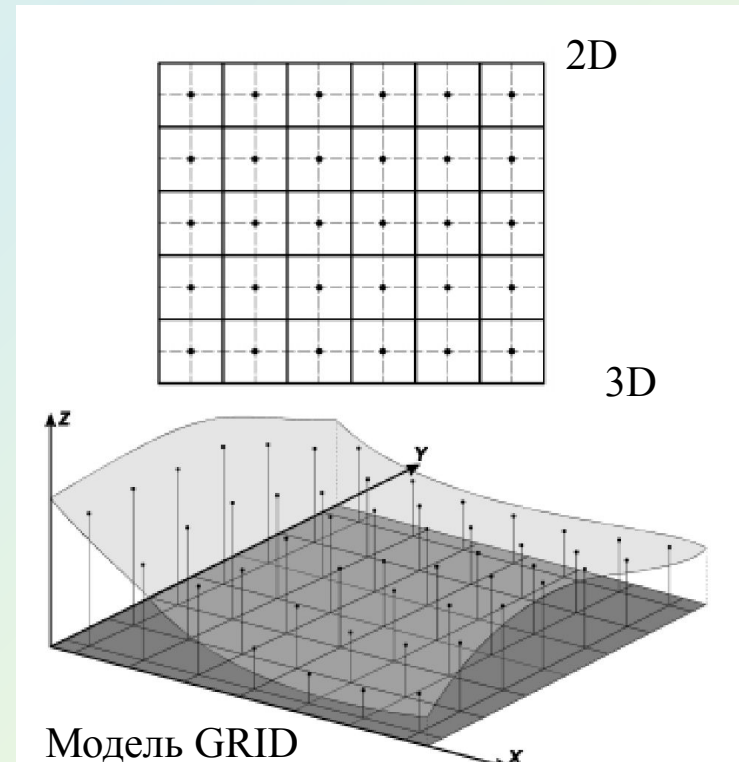
Функциональные поверхности – это непрерывные поверхности, которые имеют только одно Z -значение для каждой пары координат X, Y .

В ГИС используются 2 способа представления непрерывных поверхностей по конечному набору точек.

Триангуляционные сети

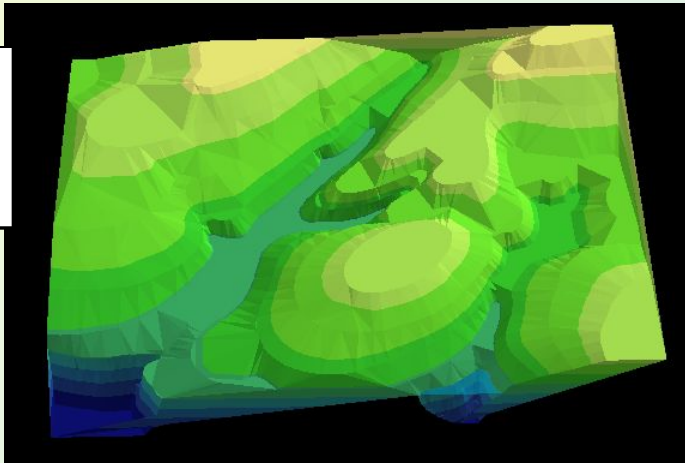


Регулярно-ячеистые модели





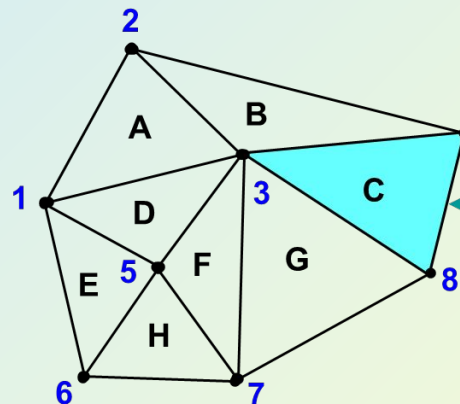
1. TIN модели



1. TIN-модели используются для точного моделирования *небольших участков* поверхности.
2. TIN хранятся в *файловой системе компьютера* и не могут быть включены в базу геоданных.
3. TIN-модели создаются только в *системах координат проекций*.

| № узла | X | Y | Z |
|--------|-------|-------|-------|
| 1 | X_1 | Y_1 | Z_1 |
| 2 | X_2 | Y_2 | Z_2 |
| 3 | X_3 | Y_3 | Z_3 |
| 4 | X_4 | Y_4 | Z_4 |
| 5 | X_5 | Y_5 | Z_5 |
| 6 | X_6 | Y_6 | Z_6 |
| 7 | X_7 | Y_7 | Z_7 |
| 8 | X_8 | Y_8 | Z_8 |

TIN – векторная топологическая структура данных

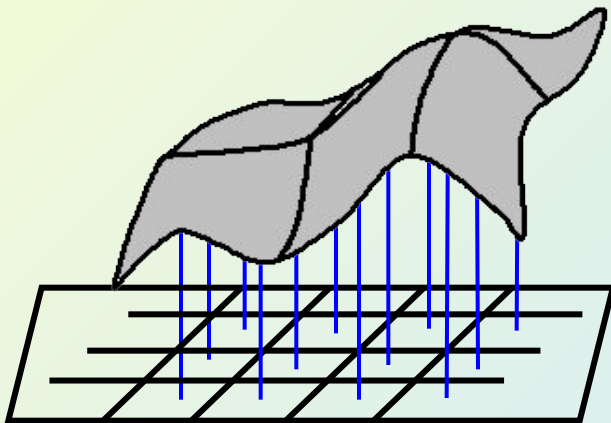


| Треугольник | Список узлов | Соседи |
|-------------|--------------|--------|
| A | 1,2,3 | -,B,D |
| B | 2,4,3 | -,C,A |
| C | 4,8,3 | -,G,B |
| D | 1,3,5 | A,F,E |
| E | 1,5,6 | D,H,- |
| F | 3,7,5 | G,H,D |
| G | 3,8,7 | C,-,F |
| H | 5,7,6 | F,-,E |

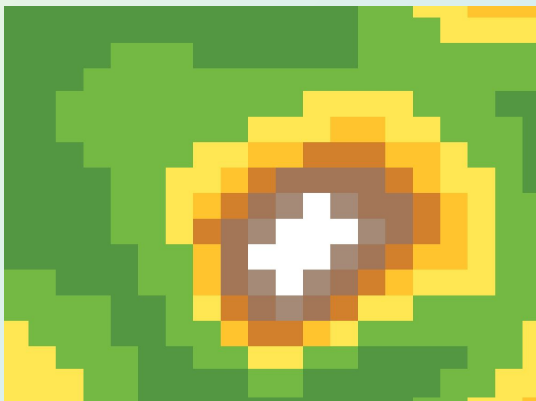


1. GRID модели

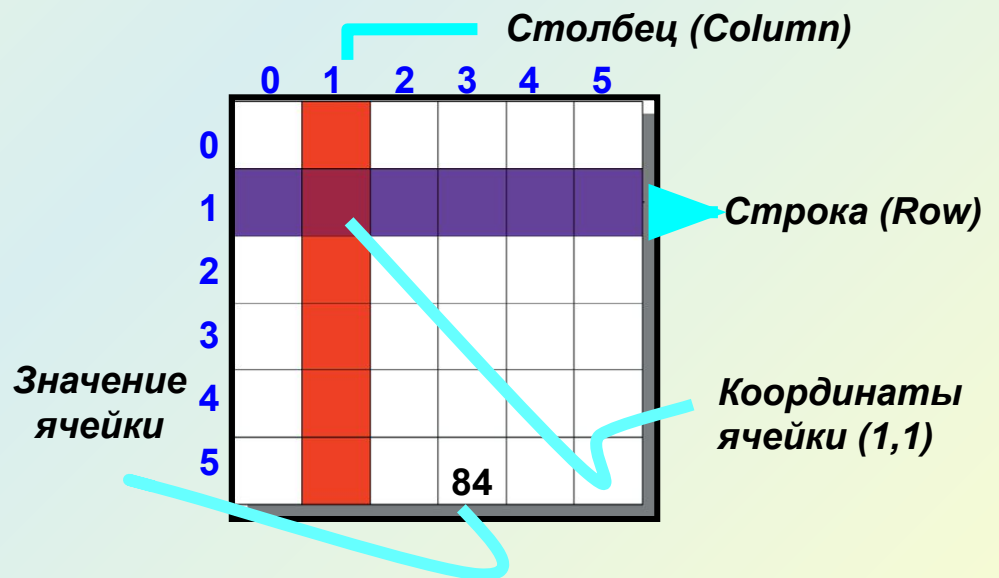
Гриды используют для моделирования поверхностей квадратные регулярные сети.



Значение ячейки относится к ее центральной точке



Представление грид в файловой системе



Структура GRID – моделей полностью соответствует структуре растровых данных



Выбор плотности сети следует производить в соответствии с исходными данными или требуемым масштабом карты.

- Если известен масштаб, в котором надо изобразить карту, то шаг между линиями сетки надо задать равным тому **количеству единиц карты, которые помещаются в 1 мм изображения.**

Например, при масштабе 1:50 000 это 50 м.

- Если требуемый масштаб заранее не известен, то шаг между линиями сетки можно задать равным **половине среднего расстояния между точками данных.**

| Surfer | ArcGIS |
|--|--------------------------|
| Inverse Distance (<i>Обратно взвешенные расстояния</i>) | ОВР |
| Kriging (<i>Кригинг</i>) | Кригинг |
| Minimum Curvature (<i>Минимальная кривизна</i>) | Сплайн |
| Polynomial Regression (<i>Полиномиальная регрессия</i>) | Тренд |
| Triangulation with Linear Interpolation (<i>Триангуляция с линейной интерполяцией</i>) | - |
| Natural Neighbour (<i>Естественное соседство</i>) | Естественная окрестность |
| Shepard's Method (<i>Метод Шепарда</i>) | - |
| Radial Basis Functions (<i>Радиальные вазисные функции</i>) | - |
| Moving Average (<i>Скользящее среднее</i>) | - |
| - | Топо в растр |



Моделирование дискретных 3D объектов

Моделирование 3D точечных, линейных и полигональных объектов осуществляется с помощью **создания трехмерных векторных наборов данных**, в которых Z-значения встроены в геометрию (поле *Shape*) класса пространственных объектов.

| river | | | | | |
|-------|-----|-----------|----------|-------------|-------|
| | FID | Shape * | OBJECTID | NAME | LAYER |
| ▶ | 0 | Полилиния | 1 | р.Сюзьва | reki |
| | 1 | Полилиния | 2 | | reki |
| | 2 | Полилиния | 3 | | reki |
| | 3 | Полилиния | 4 | | reki |
| | 4 | Полилиния | 5 | р.Волим | reki |
| | 5 | Полилиния | 6 | р.Мал.Падун | reki |
| | 6 | Полилиния | 7 | | reki |
| | 7 | Полилиния | 8 | | reki |



| c2_InterpolateShape | | | | | |
|---------------------|--------------|-------------|----------|-------------|-------|
| | OBJECTID_1 * | Shape * | OBJECTID | NAME | LAYER |
| ▶ | 1 | Полилиния Z | 1 | р.Сюзьва | reki |
| | 2 | Полилиния Z | 2 | | reki |
| | 3 | Полилиния Z | 3 | | reki |
| | 4 | Полилиния Z | 4 | | reki |
| | 5 | Полилиния Z | 5 | р.Волим | reki |
| | 6 | Полилиния Z | 6 | р.Мал.Падун | reki |
| | 7 | Полилиния Z | 7 | | reki |

Способы создания трехмерных векторных данных

Исходные данные

Таблицы XYZ

2D векторные наборы данных (значение Z каждого объекта в таблице атрибутов)

2D векторные наборы данных и модели поверхностей TIN, grid или Terrain

Инструменты 3D Analyst

Конвертация < ASCII 3D в класс объектов

3D объекты < Объекты в 3D по атрибуту

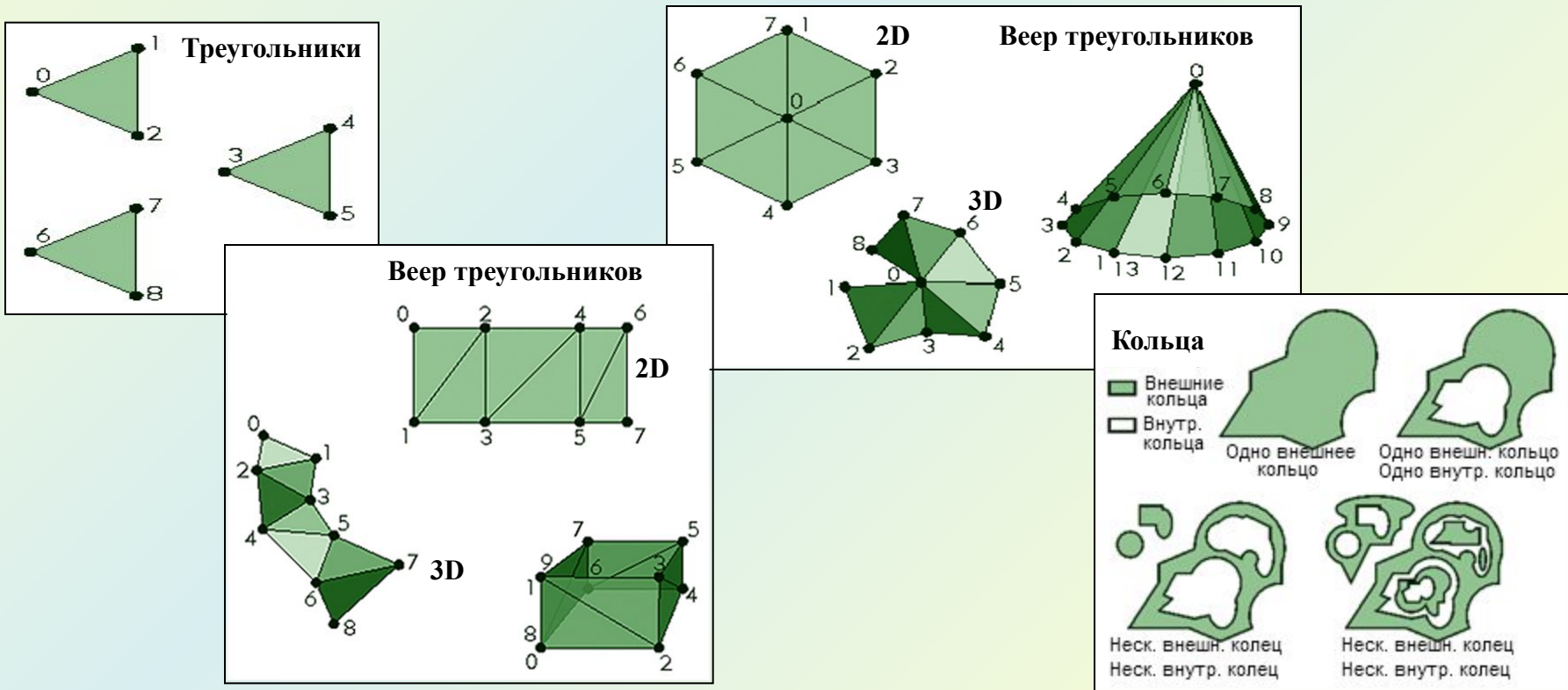
Функциональная поверхность < Интерполировать форму



Создание каркасных моделей трехмерных объектов

Геоинформационные системы позволяют создавать поверхности объемных моделей среды, или каркасные модели 3D объектов. В отличие от функциональных поверхностей такие модели могут хранить несколько значений z для каждой пары координат x, y . ArcGIS может отображать 3D модели в качестве пространственных объектов в классе объектов - **мультипатчей**.

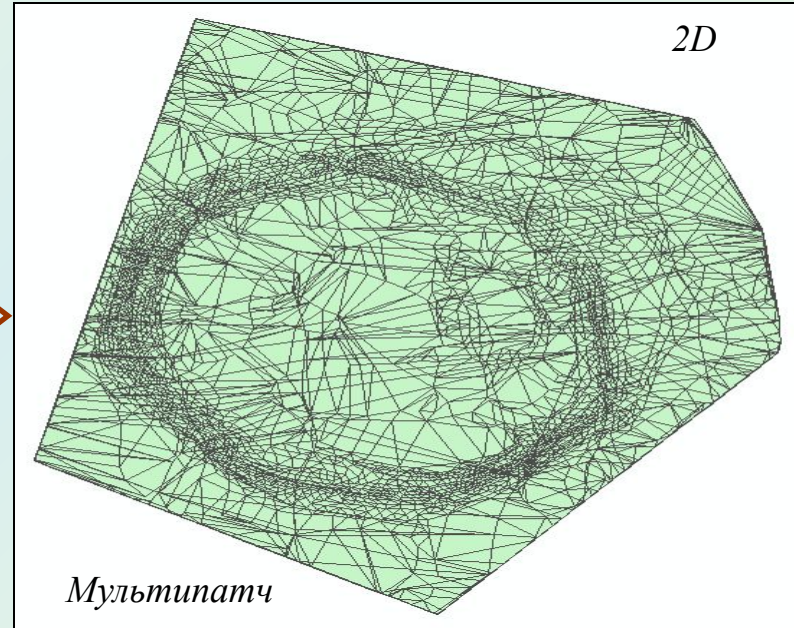
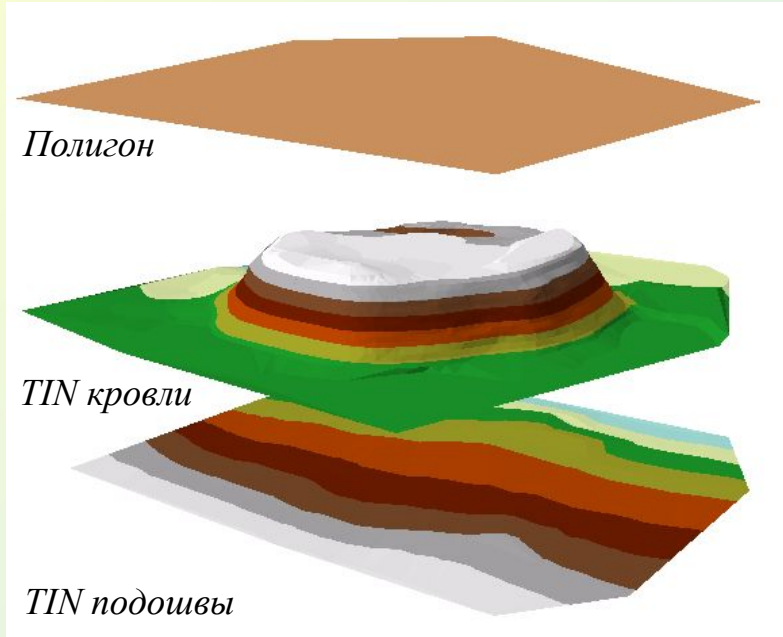
Мультипатч – это ГИС объект, в котором хранится коллекция патчей, отображающих границы 3D объекта. Геометрическая информация, которая хранится в патче, может быть в виде треугольников, вееров треугольников, полос треугольников или колец. Мультипатча сохраняются в формате *шейп-файла* или *класса пространственных объектов базы геоданных*.





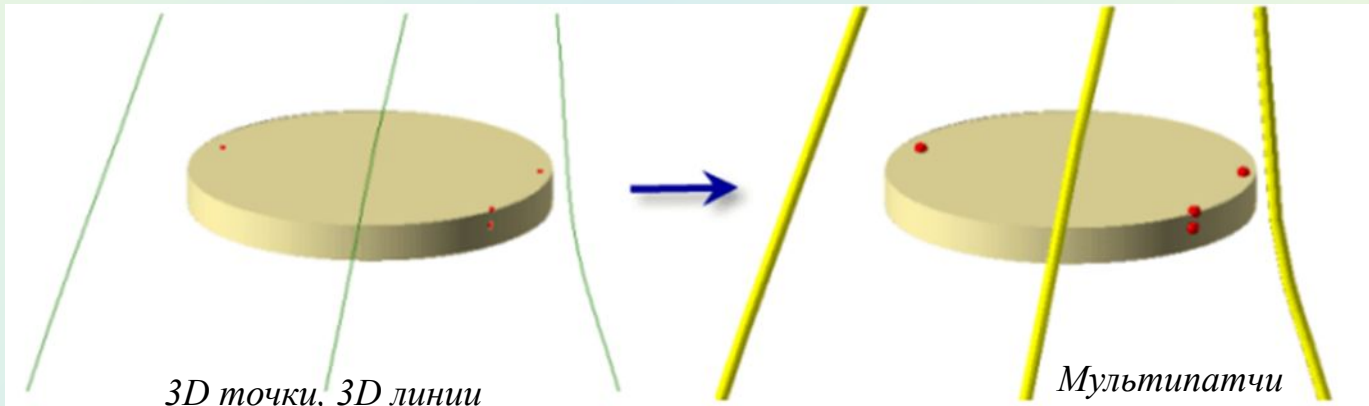
Создание модели пласта

Инструменты 3D Analyst < Триангуляционная поверхность < Блок-диаграмма



Построение 3D буферов

Инструменты 3D Analyst < 3D объекты < 3D буфер



Создаются замкнутые объекты - мультипатчи:

- сферы для точек;
- цилиндрические объекты для линий



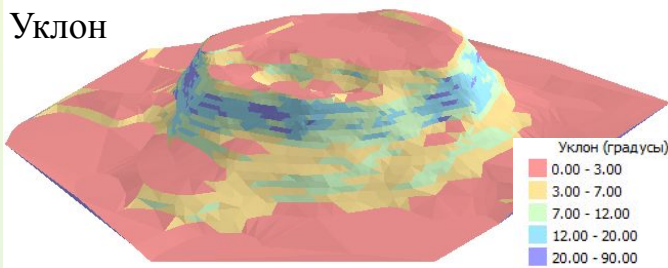
Анализ морфологии поверхностей

TIN модель

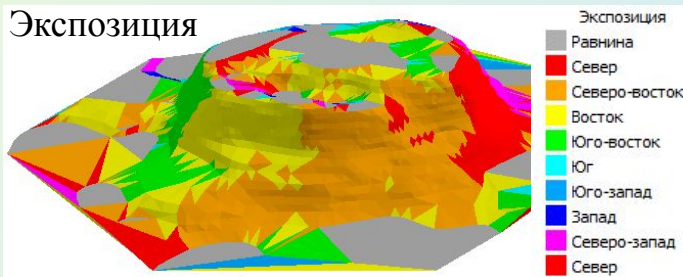
Рельеф



Уклон



Экспозиция

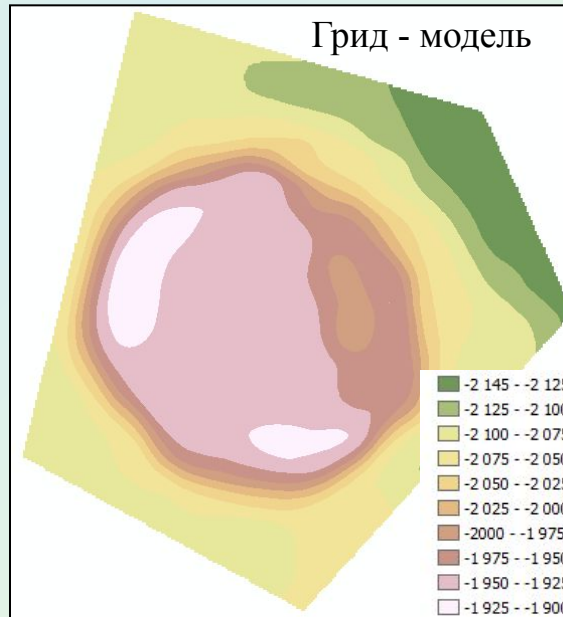


Способы представления

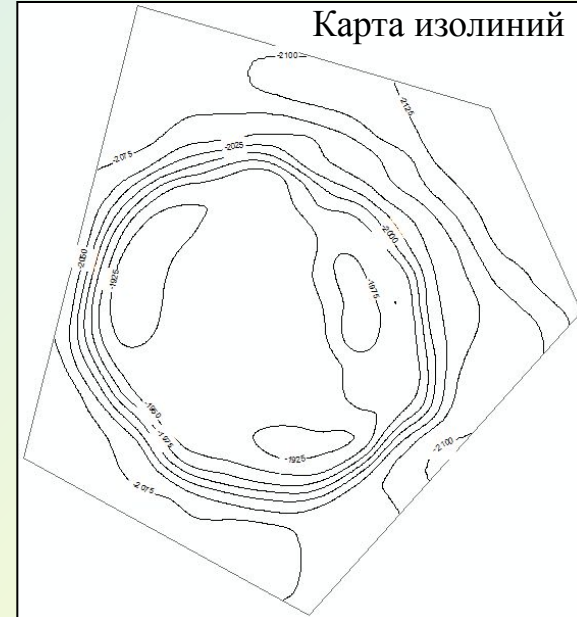
Анализ морфологии триангуляционных и grid моделей поверхностей можно осуществить с помощью инструментов 3D Analyst.

- | | |
|--|--|
| <ul style="list-style-type: none"> Триангулированная поверхность Блок-диаграмма Изолинии поверхности Интерполировать полигон в мультитач Объем полигона Определить местоположение выбросов Прореживание узлов TIN Разница поверхностей Уклон поверхности Экспозиция поверхности | <ul style="list-style-type: none"> Растровая модель поверхности Изолинии по значениям Изолинии с барьерами Изолиния Кривизна Объем насыпей и выемок Отмывка Уклон Экспозиция |
|--|--|

Грид - модель



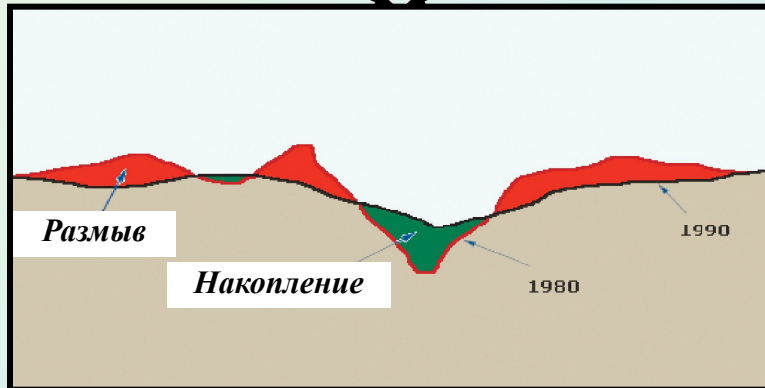
Карта изолиний



Вычисление изменений площадей и объемов

GRID модели

Определение площади и объемы изменений между двумя грид моделями поверхностей осуществляется с помощью инструмента **Объем насыпей и выемок**. В результате создается бинарный растр.



Модели TIN и Terrain

1. Функция **Разница поверхностей** вычисляет площади и объемы изменений между двумя моделями поверхностей. В результате создается векторный слой полигональных объектов.

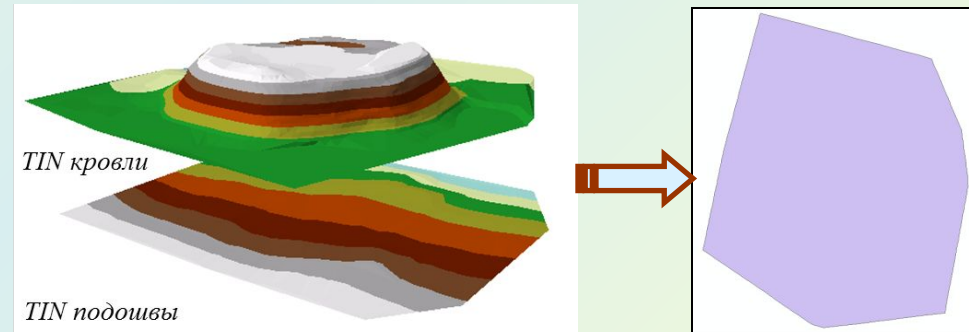


Таблица атрибутов полигонального слоя

| | OID * | Shape * | Volume | SArea |
|---|-------|---------|--------------------|-----------------|
| ▶ | 1 | Полигон | 17273938082.972908 | 36301671.312558 |
| ◀ | | | | |

2. Инструмент **Объем полигона** определяет объем и площадь поверхности между моделью поверхности и полигоном. В таблице атрибутов полигона должно быть поле, определяющее высоту базового плана, используемого при вычислениях объема.

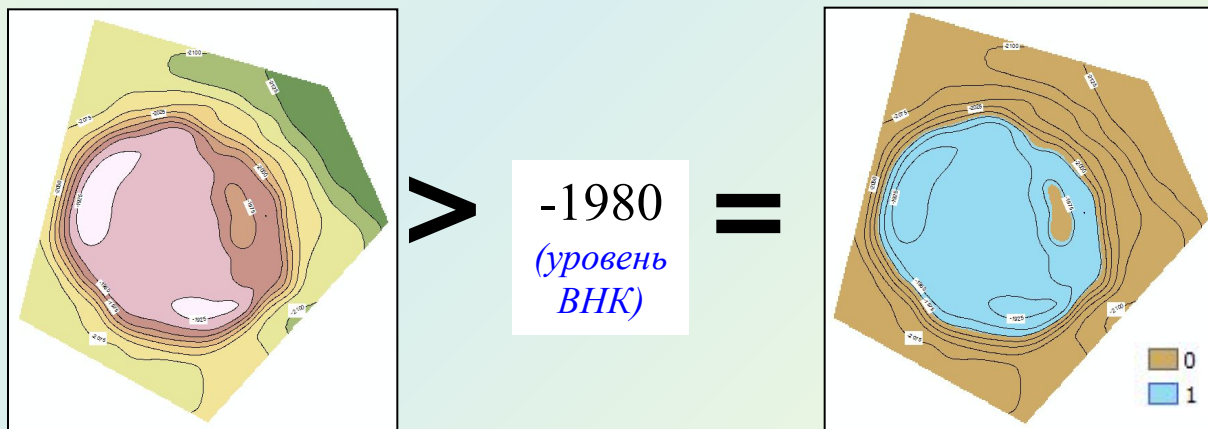


Операции над грид - моделями

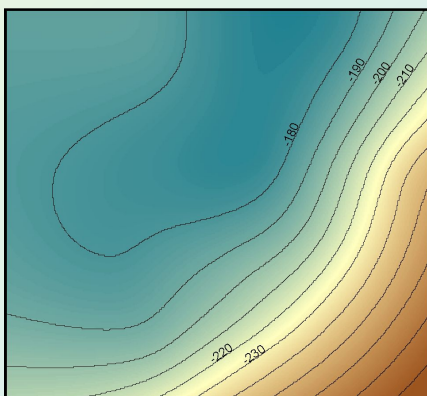
С помощью инструментов дополнительного модуля *Spatial Analyst* можно осуществлять различные операции над грид – моделями поверхностей. Наибольшее применение получил *Растровый калькулятор*.

Инструменты *Spatial Analyst* < Алгебра карт < Растровый калькулятор

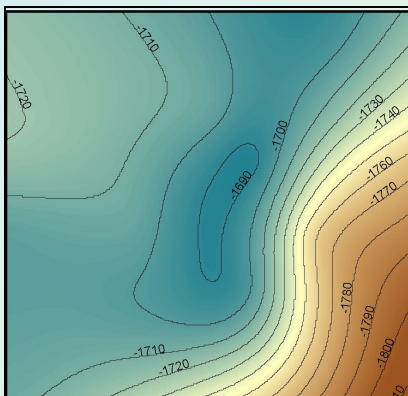
В калькуляторе растров имеетя три группы математических операторов для работы с растрами: арифметические, Булевы и операторы отношений.



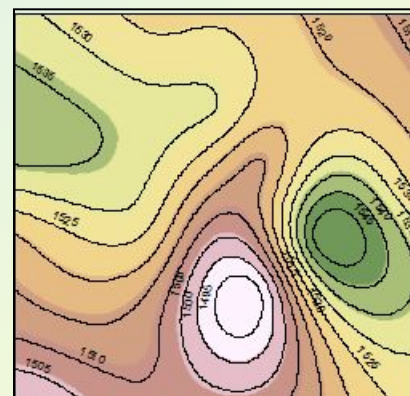
Палеоструктурный анализ



Кровля ассельского яруса



Поверхность фундамента



Поверхность фундамент на конец ассельского века



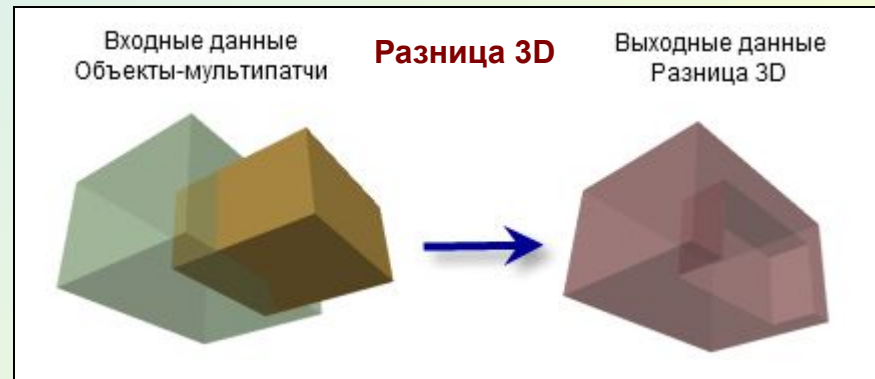
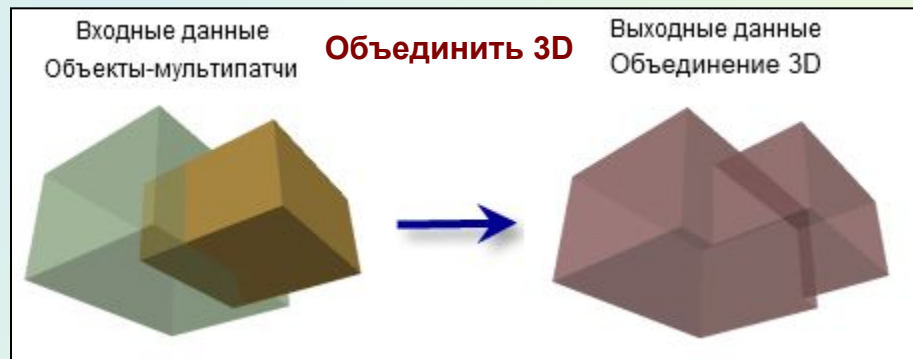
Операции пересечения 3D объектов

Инструменты 3D Analyst

- 3D объекты
- Ближайший 3D
- Буфер 3D
- Внутри 3D
- Добавить информацию Z
- Замкнутые 3D
- Замкнуть мультипатч
- Объединить 3D
- Объекты в 3D по атрибуту
- Пересекает 3D линию мультипатчем
- Пересечь 3D
- Разница 3D

Инструменты пересечения 3D объектов позволяют выполнять геометрическое сравнение 3D объектов в ArcGIS. Они могут использоваться для изучения и определения связей между 3D объектами, например, для проверки, находится ли один объект внутри другого. Также, они могут использоваться для вычисления новых объектов на основе входных.

Операции над мультипатчами

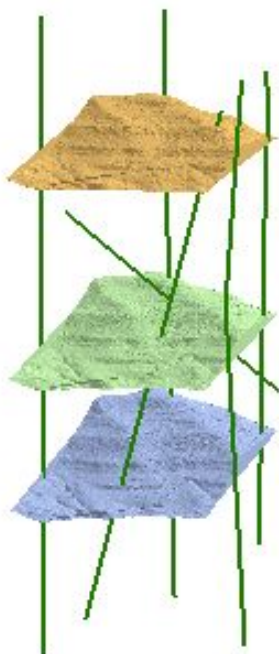




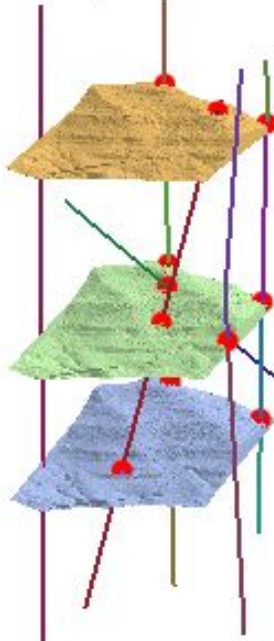
Определение пересечений 3D линий

Инструменты 3D Analyst < Функциональная поверхность < Пересечь 3D-линию поверхностью

Входные данные
TIN, grid модели поверхностей



Выходные данные
Пересечение 3D-линий с
поверхностями

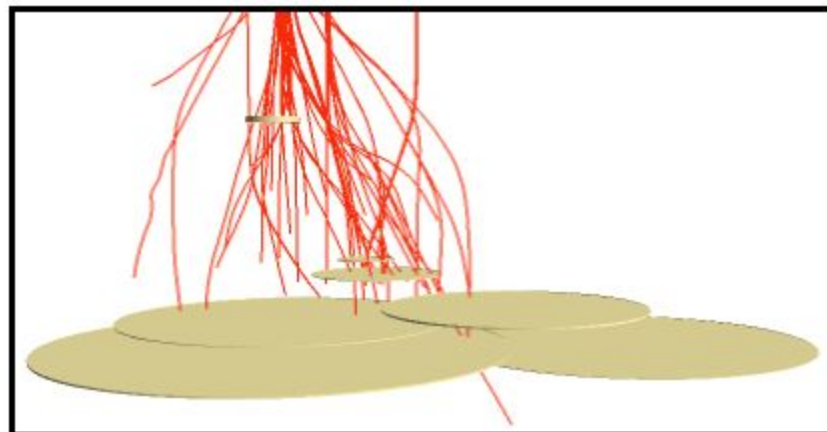


Выходные данные:

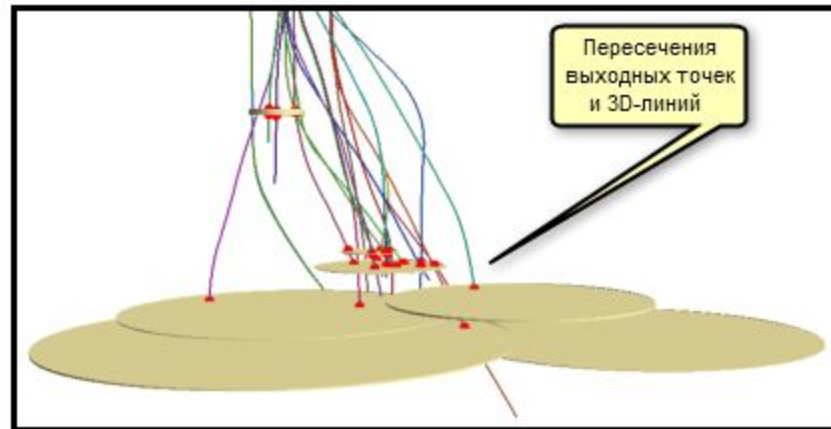
- класс линейных объектов, который содержит копию входных линий, разбитых точками пересечения на участки;
- дополнительный класс точечных объектов, который содержит точки пересечения.

Инструменты 3D Analyst < 3D объекты < Пересекает 3D линию мультипатчем

Входные данные
Объекты-мультипатчи, 3D-линии



Выходные данные
Пересечение 3D-линий и объектов-мультипатчей





Инструмент **3D объекты < Ближайший 3D** вычисляет 3D расстояния между объектами, представленными 2 группами наборов входных данных:

- *входные объекты*;
- *ближайшие объекты*, которые могут состоять из одного или нескольких классов пространственных объектов разных типов геометрии.

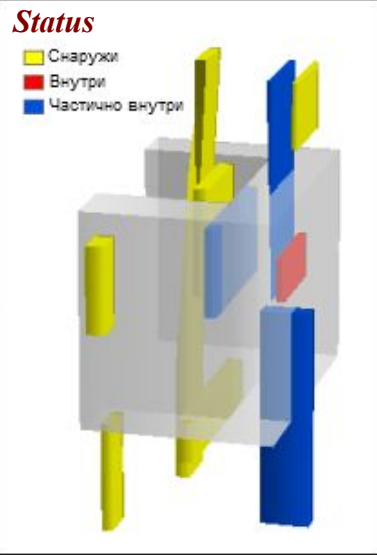
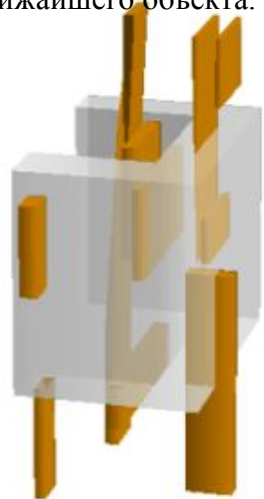
И входные, и ближайшие пространственные объекты могут быть 3D точками, 3D линиями или 3D полигонами.

В результате в таблицу атрибутов входных объектов будут добавлены два поля :

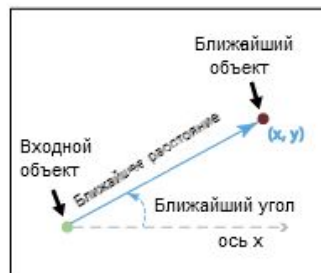
NEAR_FID - идентификатор ближайшего объекта.

NEAR_DIST - расстояние от входного до

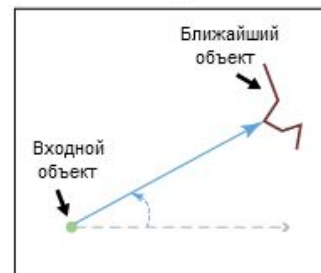
ближайшего объекта.



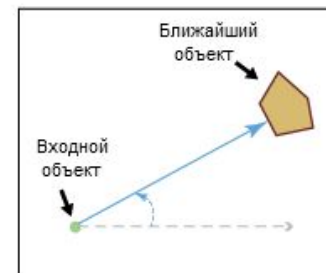
От точки до точки



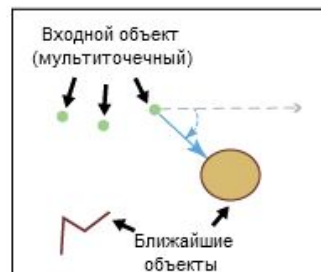
От точки до линии



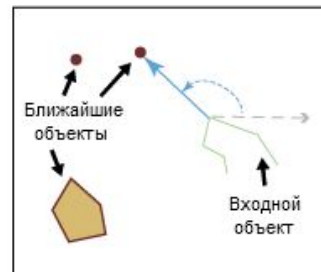
От точки до полигона



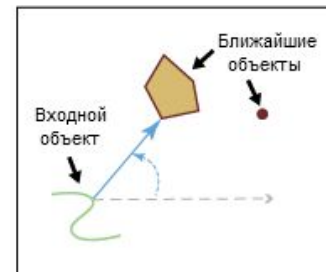
Смешанные типы объектов



Смешанные типы объектов



Смешанные типы объектов



Инструмент **3D объекты < Внутри 3D** определяет, какие объекты находятся внутри замкнутого объекта - мультипатча.

- *Входные объекты*: мультипатчи или 3D классы пространственных объектов (точки, линии, полигоны).
- *Входные пространственные объекты – мультипатчи*: замкнутые мультипатчи.

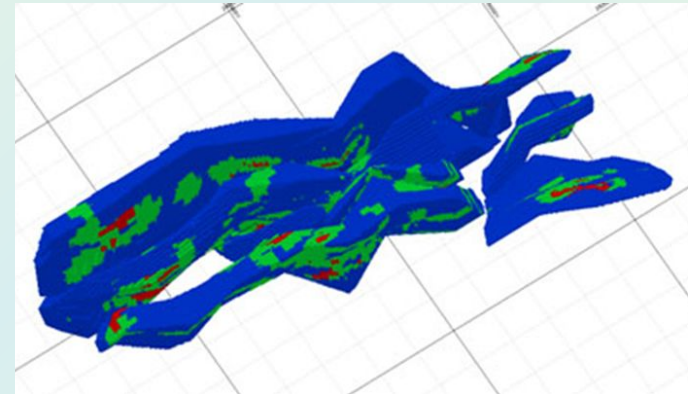
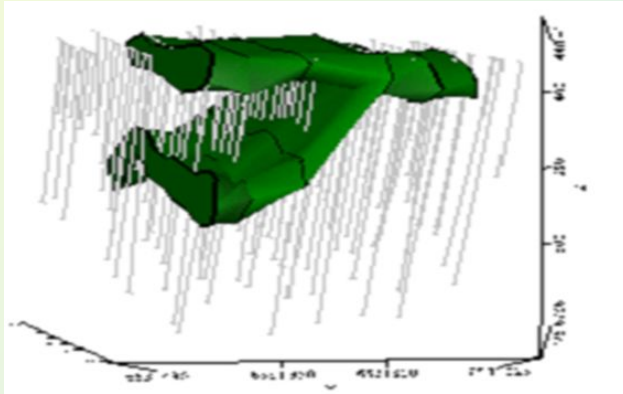
Выходные данные: таблица, содержащая список входных 3D объектов, для которых в поле **Status** указано положение объектов относительно мультипатча.



Подсчет запасов в ArcGIS

Технология создания 3D моделей целевых геологических объектов включает 2 этапа:

1. каркасное моделирование;
2. блочное моделирование.



В геоинформационной системе ArcGIS реализована возможность построения **только !!! каркасных моделей** геологических объектов. Поэтому подсчет запасов полезных ископаемых в рамках геоинформационной системы ArcGIS возможен в 2 вариантах.

- Вычисление **объема** геологического объекта и подсчет запасов в предположении **однородности** тела.
- Использование **2D объемных методов** подсчета запасов, сущность которых заключается в разбиении объекта на довольно большие участки, характеризующиеся постоянной мощностью и однородными свойствами.



ПОДСЧЕТ ЗАПАСОВ НЕФТИ ОБЪЕМНЫМ МЕТОДОМ

Постановка задачи

Начальные геологические запасы нефти в залежи при стандартных условиях :

$$Q_{но} = F \cdot h_{эфф} \cdot K_n \cdot K_n \cdot b \cdot p_n ,$$

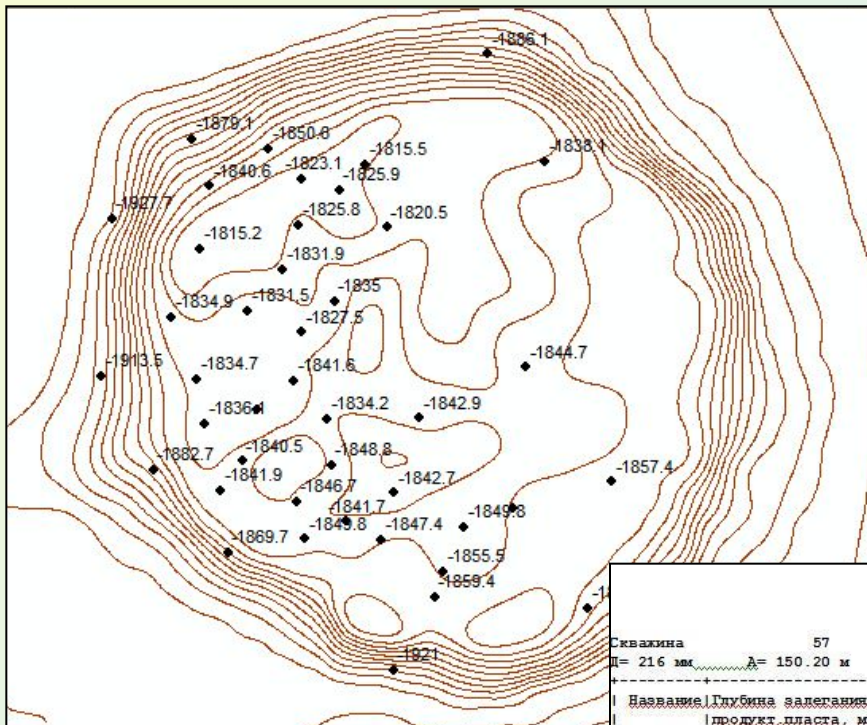
где F - площадь залежи; $h_{эфф}$ - эффективная нефтенасыщенная толщина; K_n - коэффициент открытой пористости; K_n - коэффициент нефтенасыщенности; b - пересчетный коэффициент, учитывающий усадку нефти, p_n - плотность нефти в поверхностных условиях.

$$h_{эфф} = \frac{h_1 f_1 + h_2 f_2 + \dots + h_n f_n}{f_1 + f_2 + \dots + f_n} ,$$

где f_1, f_2, \dots, f_n - площади отдельных участков пласта, ограниченных соседними изопакитами; h_1, h_2, h_n - средние изопакиты, соответствующие указанным участкам и определяемые как средние величины между двумя соседними изопакитами.



Исходные данные



Результаты структурной интерпретации детальных площадных сейсморазведочных работ МОГТ

Геолого-промысловые данные и материалы каротажа скважин

Сведения по интерпретации пластов – коллекторов

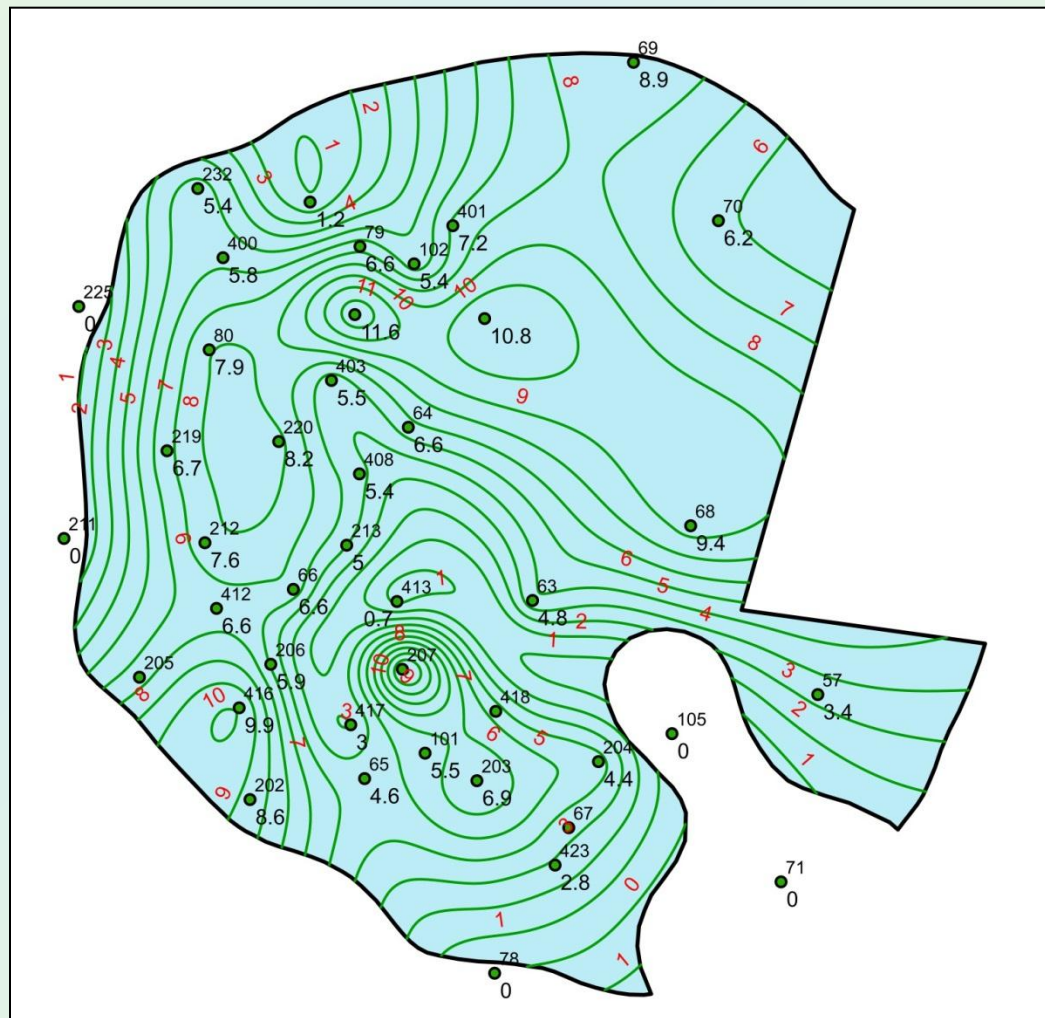
Скважина 57
 Д = 216 мм А = 150.20 м

| Название пласта | Глубина залегания продукта пласта, м | | Толщина пласта, м | Попр. крик. кри. | Попр. крик. кри. | Интервал проницаемого прося, м | | Толщина эффективная, м | | Исходные и расчетные | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|-----------------|--------------------------------------|---------------------------|-------------------|------------------|------------------|--------------------------------|--------------------|------------------------|------------|----------------------|------|------|------|-------|------|------|------|-----|-----|--------|--------|---------|---------|-----|---|-------|------|------|------|
| | Абсолютн. отметка кровля | Абсолютн. отметка подошва | | | | абсолютная глубина | абсолютная отметка | про-слой, м | толщина, м | ЭН | ИИ | ИИВ | ИИВ | ИИВ | ИИВ | | | | | | | | | | | | | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | | | | | | | | | | | | | | |
| Тл | 1991.6 | 1999.4 | 7.8 | 2.4 | 2.4 | 2010.0 | 2013.4 | -1857.4 | -1860.8 | 3.4 | 3.4 | 3.4 | Н | 174.3 | 0.15 | 16.7 | 91.1 | | | | | | | | | | | | |
| | -1839.0 | -1846.8 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Б6 | 2005.0 | 2014.0 | 9.0 | 2.4 | 2.4 | 2018.2 | 2019.2 | -1865.6 | -1866.6 | 1.0 | 4.6 | 4.6 | Н | 120.0 | 0.13 | 18.8 | 93.0 | | | | | | | | | | | | |
| | -1852.4 | -1861.4 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 2024.6 | 2025.8 | | | | | | | | | | | | | | | | 1.2 | 2.4 | 2022.8 | 2024.0 | -1870.2 | -1871.4 | 1.2 | Н | 325.3 | 0.17 | 10.8 | 38.3 |
| | -1864.4 | -1875.6 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2027.0 | 2028.2 | 1.2 | 2.4 | 2027.0 | 2028.2 | -1874.4 | -1875.6 | 1.2 | Н | 76.5 | 0.24 | 16.7 | 91.1 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| -1877.6 | - | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Т-Фм | 2030.2 | - | 2.4 | 2.4 | 2.4 | 2046.2 | 2047.2 | -1893.6 | -1894.6 | 1.0 | >8.2 | 2.2 | Н | 104.3 | 0.05 | 7.7 | 67.1 | | | | | | | | | | | | |
| | -1877.6 | - | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 2050.0 | 2050.6 | | | | | | | | | | | | | | | | 0.6 | 2.4 | 2050.0 | 2050.6 | -1897.4 | -1898.0 | 0.6 | Н | - | - | - | - |
| 2057.8 | 2058.4 | 0.6 | 2.4 | 2057.8 | 2058.4 | -1905.2 | -1905.8 | 0.6 | Н | - | - | - | | | | | | | | | | | | | | | | | |



1. Расчет грид-модели распределения эффективных нефтенасыщенных толщин и построение карты изопакит

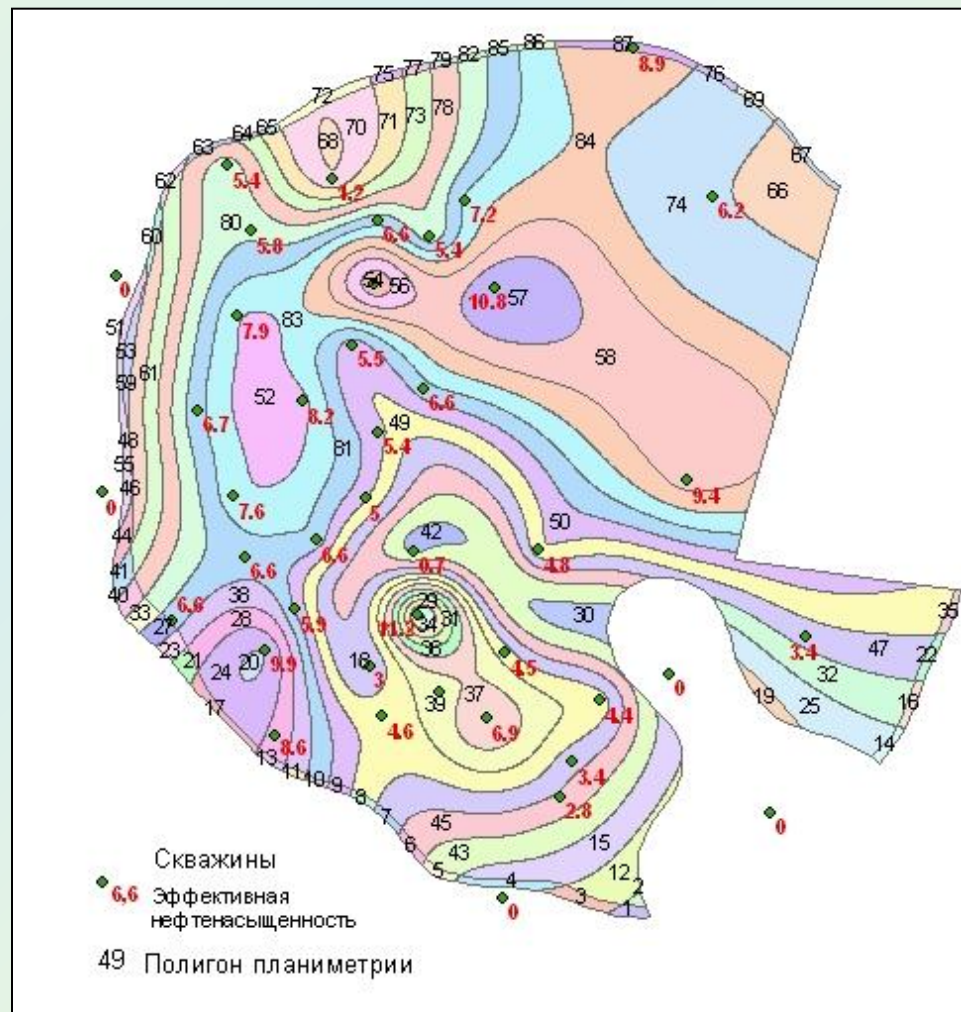
- Инструменты Spatial Analyst
 - Алгебра карт
 - Генерализация
 - Гидрология
 - Грунтовые воды
 - Зональные
 - Извлечение
 - Интерполяция
 - Естественная окрестность
 - Кригинг
 - ОВР
 - Слайн
 - Слайн с барьерами
 - Топо в растр**
 - Топо в растр по параметрам
 - Тренд
 - Локальные
 - Математические
 - Многомерность
 - Наложение
 - Окрестность
 - Переклассификация
 - Плотность
 - Поверхность
 - Видимость
 - Изолинии по значениям
 - Изолинии с барьерами
 - Изолиния**
 - Кривизна
 - Объем насыпей и выемок
 - Отмывка
 - Точки наблюдения
 - Уклон
 - Экспозиция





2. Выделение отдельных участков планиметрии

- ☐ Управление данными (Data Management Tools)
 - ⊕ Автономное редактирование
 - ⊕ Базы данных
 - ⊕ Версии
 - ⊕ Генерализация
 - ⊕ Домены
 - ⊕ Индексы
 - ⊕ Классы объектов
 - ⊕ Классы отношений
 - ⊕ Общие
 - ⊕ Подтипы
 - ⊕ Поля
 - ⊕ Проекция и преобразования
 - ☐ Пространственные объекты
 - Вершины объекта в точки
 - Внешняя граница (Envelope) в полигон
 - Восстановить геометрию
 - Добавить поля X,Y
 - Копировать объекты
 - Корректировать Z значения
 - Объект в линию
 - Объект в полигон
 - Объект в точку
 - Полигон в линию
 - Проверить геометрию
 - Разбить линию на вершинах
 - Составной в простые
 - Удалить объекты





3. Вычисление средних нефтенасыщенных толщин в пределах каждого участка планиметрии

Анализ (Analysis Tools)

- Близость
- Извлечение
- Наложение (Overlay)
 - Идентичность (Identity)
 - Обновление (Update)
 - Объединение (Union)
 - Пересечение (Intersect)
 - Пространственное соединение (Spatial Join)**
 - Симметричная разность (Symmetrical Difference)
 - Стирание (Erase)
- Статистика

Пространственное соединение

Целевые объекты: Pole_kat

Присоединяемые объекты: Skv_Tl2a

Выходной класс объектов: D:\Учебные занятия\НИПИ\Project1\ANALYSIS\pole_kat_skv.shp

Операции соединения (дополнительно): JOIN_ONE_TO_MANY

Атрибуты Plan_skv_sum

| Minimum | Maximu | Plan_skv_sum.sred | Plan_skv_sum.obem_nef | Minimum | Maximum_CONTOUR |
|---------|--------|-------------------|-----------------------|---------|-----------------|
| 0 | 0 | 2 | 341.2568 | 2 | 2 |
| 0 | 0 | 2 | 924.5356 | 2 | 2 |
| 0 | 0 | 1 | 1290.5052 | 1 | 1 |
| 0 | 0 | 1 | 5447.9825 | 1 | 1 |
| 11.2 | 11.2 | 11.1 | 7616.60244 | 11 | 11 |
| 0 | 0 | 3 | 7664.8419 | 3 | 3 |
| 0 | 0 | 2.5 | 10002.606 | 2 | 3 |
| 0 | 0 | 0.5 | 12074.88375 | 1 | 0 |
| 0 | 0 | 1 | 12148.2478 | 1 | 1 |
| 0 | 0 | 3.5 | 12829.2031 | 3 | 4 |
| 0 | 0 | 0.5 | 13068.0811 | 0 | 1 |
| 0 | 0 | 1.5 | 14164.8075 | 1 | 2 |
| 0 | 0 | 2.5 | 22651.22925 | 2 | 3 |
| 0 | 0 | 2 | 22966.128 | 2 | 2 |
| 0 | 0 | 4.5 | 23071.35105 | 4 | 5 |
| 0.7 | 0.7 | 0.6 | 23237.26956 | 1 | 1 |
| 0 | 0 | 2.5 | 23428.015 | 2 | 3 |
| 0 | 0 | 3.5 | 24389.17075 | 3 | 4 |
| 0 | 0 | 6.7 | 26616.84076 | 6 | 7 |
| 0 | 0 | 5.5 | 26719.32615 | 5 | 6 |

Запись: 1 Показать: Все Выбранные записи (0 из 87 Выбранные) Опции



4. Подсчет суммарных запасов углеводородов

Атрибуты Zapas

| OID | Id | Cnt_Id | Ave_plosha | First_TIP | CONTOU |
|-----|----|--------|------------|-----------|--------|
| 0 | 1 | 1 | 12148.2478 | Neft+voda | 1 |
| 1 | 2 | 1 | 5447.9825 | Neft | 1 |
| 2 | 3 | 1 | 24149.7675 | Neft+voda | 0 |
| 3 | 4 | 1 | 26136.1622 | Neft+voda | 1 |
| 4 | 5 | 1 | 9443.205 | Neft+voda | 2 |
| 5 | 6 | 1 | 9371.206 | Neft+voda | 3 |
| 6 | 7 | 1 | 8230.0461 | Neft+voda | 4 |
| 7 | 8 | 1 | 8144.8185 | Neft+voda | 5 |

Сортировать по возрастанию
Сортировать по убыванию
Расширенная сортировка...
Суммировать...
Статистика...

Атрибуты Zapas1

| OID | First_TIP | Cnt_First_ | Sum_Ave_pl | Sum_obem_n | plotn | Kpor | Kneft | Kperes | Zapasy |
|-----|-----------|------------|---------------|---------------|-------|------|-------|--------|---------------|
| 0 | Neft | 45 | 14260688.7099 | 83208242.4976 | 0.85 | 0.16 | 0.9 | 0.887 | 9033819.03807 |
| 1 | Neft+voda | 42 | 547106.1063 | 2299572.7148 | 0.85 | 0.16 | 0.9 | 0.887 | 249661.850159 |

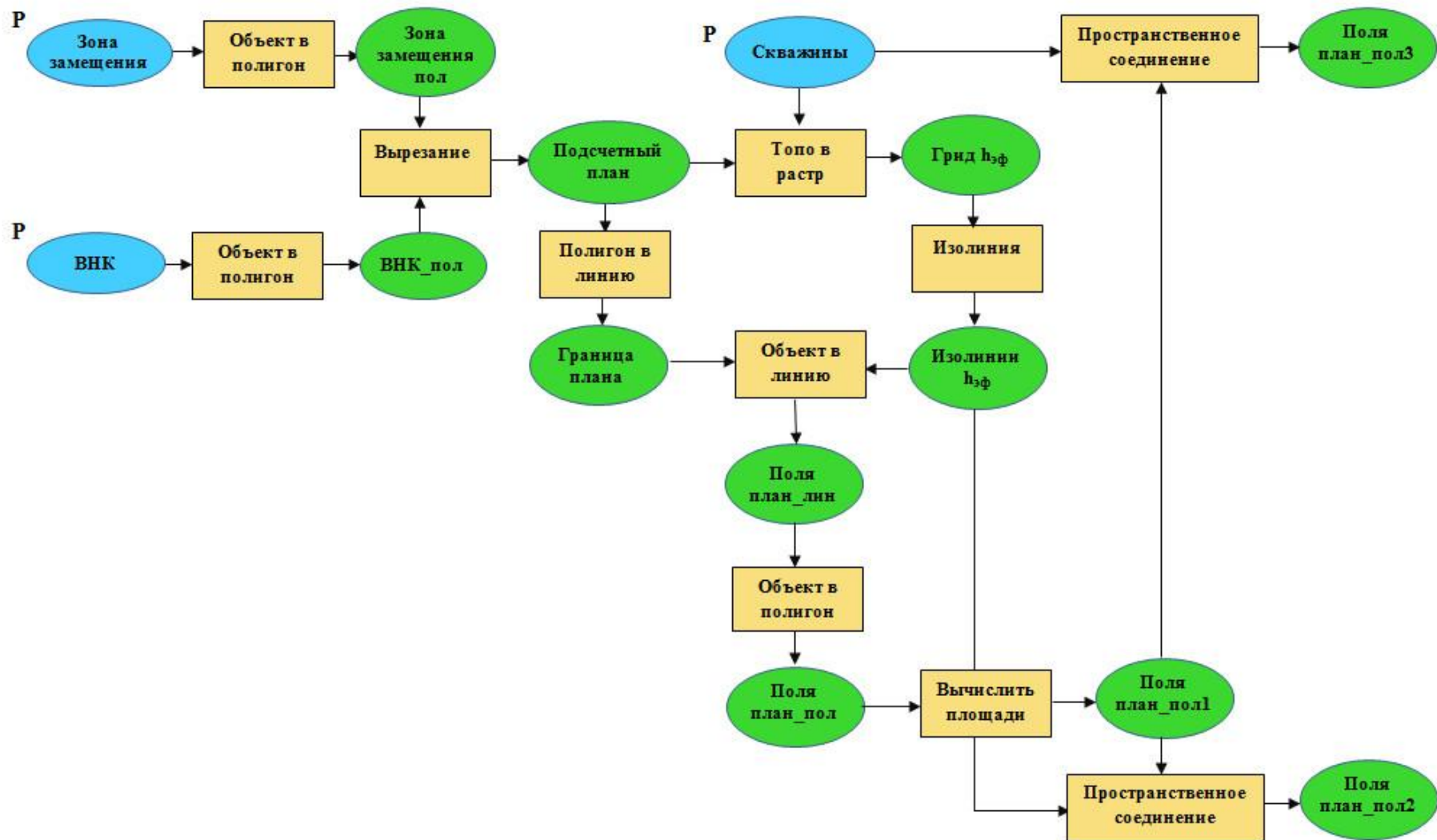
Запись: 1 Показать: Все Выбранные записи (0 из 2 Выбранные) Опции

| | | | | | | | | | |
|----|----|---|-------------|-----------|------|------|----|--|----|
| 18 | 19 | 1 | 27811.6926 | Neft | | | | | 1 |
| 19 | 20 | 1 | 15853.3119 | Neft | | | | | 10 |
| 20 | 21 | 1 | 15531.2162 | Neft+voda | | | | | 9 |
| 21 | 22 | 1 | 13872.0914 | Neft+voda | 0 | 0 | 3 | | 4 |
| 22 | 23 | 1 | 15820.5365 | Neft+voda | 0 | 0 | 7 | | 8 |
| 23 | 24 | 1 | 179508.0552 | Neft | 9.9 | 9.9 | 9 | | 10 |
| 24 | 25 | 1 | 183806.2508 | Neft | 0 | 0 | 1 | | 2 |
| 25 | 26 | 1 | 686.1804 | Neft | 11.2 | 11.2 | 11 | | 11 |
| 26 | 27 | 1 | 19158.6199 | Neft+voda | 0 | 0 | 6 | | 7 |
| 27 | 28 | 1 | 134980.9529 | Neft | 8.6 | 8.6 | 8 | | 9 |
| 28 | 29 | 1 | 13383.5422 | Neft | 0 | 0 | 10 | | 11 |
| 29 | 30 | 1 | 65899.173 | Neft | 0 | 0 | 1 | | 1 |
| 30 | 31 | 1 | 22249.5986 | Neft | 0 | 0 | 9 | | 10 |

Свойства...



Модель обработки





В полной мере технология 3D моделирования геологических объектов реализована в

- ***пакетах геологического моделирования залежей углеводородов:***

Petrel, IRAP RMS, Gocad;

- ***горно-геологических системах:*** Geoblock, Geostat, Datamine, **Micromine**, microLYNX, Minescape, **Surpac**, Vulcan и др..