

ООО «Газпром недра»

# ***ПК «ГЕОМОДЕЛИРОВАНИЕ»***

Версия 9.1

**Программный комплекс для построения и  
сопровождения постоянно-действующих геолого-  
технологических моделей месторождений углеводородов  
и ПХГ**

## **Часть 3. Геомоделирование**

**Руководство пользователя**

август 2021

## Содержание

<b>ГЛАВА 1. ВВЕДЕНИЕ .....</b>	<b>4</b>
Обзор модуля .....	4
Необходимые данные .....	4
Технология моделирования .....	5
<b>ГЛАВА 2. НАЧАЛО РАБОТЫ.....</b>	<b>6</b>
Запуск программы.....	6
Настройка БД .....	6
Создание модели .....	8
Открытие модели .....	9
<i>Работа со списком моделей .....</i>	<i>10</i>
<b>ГЛАВА 3. ПОСТРОЕНИЕ РЕПЕРНОЙ МОДЕЛИ.....</b>	<b>11</b>
Введение.....	11
Выбор параметров сетки модели.....	11
<i>Выбор размеров модели .....</i>	<i>11</i>
<i>Выбор шага сетки.....</i>	<i>11</i>
Построение карт-аналогов .....	12
Выбор исходных данных .....	13
<i>Параметры.....</i>	<i>13</i>
<i>Выполнение запроса.....</i>	<i>15</i>
Построение реперных поверхностей.....	15
<i>Порядок расчета .....</i>	<i>15</i>
<i>Параметры.....</i>	<i>16</i>
<i>Расчет .....</i>	<i>17</i>
Сборка модели.....	18
<b>ГЛАВА 4. ПОСТРОЕНИЕ ДЕТАЛЬНОЙ МОДЕЛИ .....</b>	<b>19</b>
Введение.....	19
Выбор исходных данных .....	19
Задание аналогов для расчета пропластков .....	20
Нумерация пропластков.....	22
Нумерация пропластков с дополнительными скважинами.....	24
Построение моделей .....	25
<b>ГЛАВА 5. ПОСТРОЕНИЕ ФЛОИДАЛЬНОЙ МОДЕЛИ.....</b>	<b>27</b>
Введение.....	27
Начальные настройки .....	27
<i>Задание массивных залежей .....</i>	<i>27</i>
<i>Добавление временных интервалов .....</i>	<i>28</i>
Выбор исходных данных .....	29
Расчет карт контактов.....	31
Сборка модели.....	34
<b>ГЛАВА 6. ОПЕРАЦИИ С МОДЕЛЯМИ .....</b>	<b>36</b>
Построение модели куста скважин .....	36
Модель проницаемости из модели пористости .....	38
Экспорт модели.....	39
Фрагмент модели .....	41
Бланкирование модели.....	42
Добавление/удаление пластов .....	44
<b>ГЛАВА 7. РАБОТА С КАРТАМИ .....</b>	<b>46</b>
Расчет карт .....	46

Функция.....	49
Математические операции.....	49
<i>Простой вариант</i> .....	49
<i>Расширенный вариант</i> .....	50
Вычисления .....	51
Фильтр .....	53
Сглаживание.....	55
Сплайн-сглаживание.....	56
Бланкирование .....	57
Фрагмент .....	57
Преобразование.....	58
Слияние .....	58
Конвертирование.....	59

# Глава 1. Введение

## Обзор модуля

Модуль **Геомоделирование** предназначен для построения трехмерных детальных моделей месторождений углеводородов и подземных хранилищ газа. В основе построения детальной модели лежат принципы пространственной корреляции скважинных данных, полученных в результате интерпретации данных ГИС, и детерминистское моделирование. При построении карт поверхностей возможно применение карт-аналогов (трендов), что позволяет избавиться от краевых эффектов и получить более достоверное поведение поверхности в зоне отсутствия скважинных данных, нежели при обычной интерполяции точечных данных.

Модуль **Геомоделирование** является частью программного комплекса и содержит все необходимые средства для построения моделей и их экспорта в популярные пакеты геологического и гидродинамического моделирования. В программном комплексе могут быть построены следующие модели:

- **Реперная (структурная).** Стратиграфическая модель, характеризует пространственное распределение границ пластов и представляет собой совокупность карт кровель и подошв пластов, входящих в модель. Является основой для детального моделирования.
- **Детальная литологическая.** Модель описывает пространственное распределение литологии внутри пласта. Является основой для параметрической модели.
- **Детальная параметрическая.** Модель описывает петрофизические свойства пропластков, хранящихся в литологической модели. В данный момент это коэффициент пористости (Кп), песчаности (Кпес), проницаемости (Кпр), нефтегазонасыщения (Кнг).
- **Флюидальная.** Модель описывает положение флюидальных контактов (ГВК, ВНК, ГНК) и представляет собой совокупность карт поверхностей контактов.

## Необходимые данные

Перед началом построения модели все необходимые скважинные данные должны быть занесены в базу данных и проверены на наличие ошибок. Для моделирования требуются следующие данные:

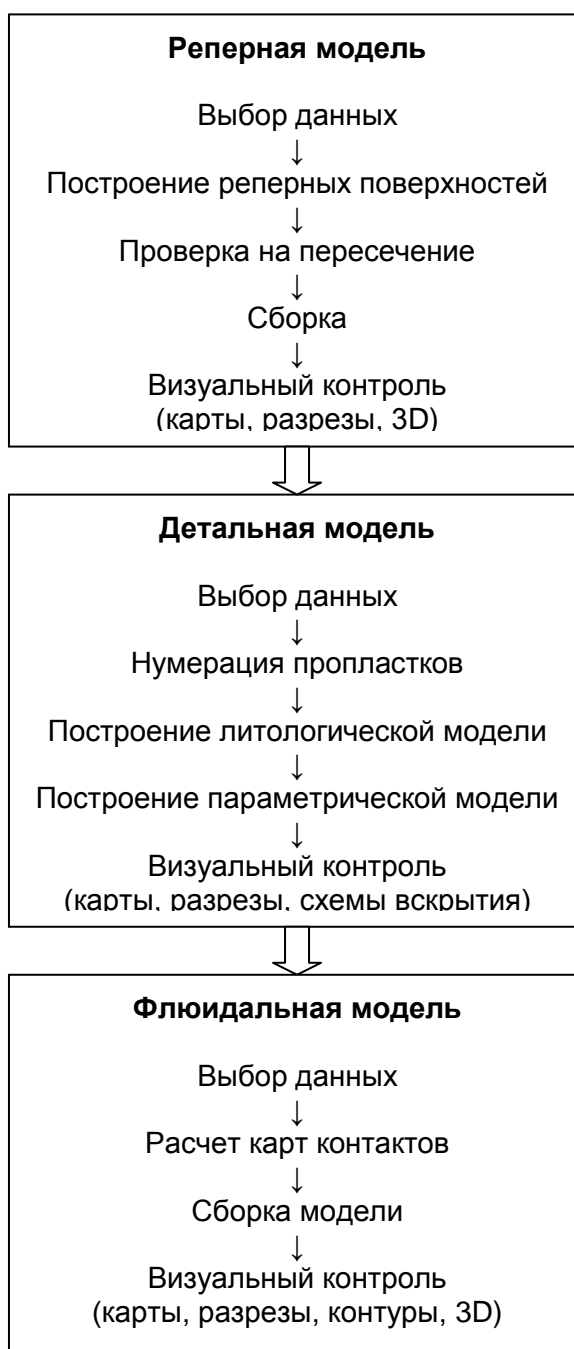
- Координаты устья скважины;
- Инклинометрия (для невертикальных скважин);
- Стратиграфическая разбивка (кровля и подошва пласта);
- Попластовая разбивка (кровля и подошва пропластка, литотип, Кп, Кпр);
- Отметки контактов;

Кроме скважинных данных необходимо иметь одну или более карту-аналог. Такие карты могут быть получены в результате обработки данных сейсмике либо оцифровки «старых»

карт (например, изолинии кровли с подсчетного плана). Так же карту-аналог можно получить интерполяцией отметок кровли наиболее уверенно прослеживаемого пласта-репера, при необходимости внося дополнительные точки в зонах экстраполяции.

## Технология моделирования

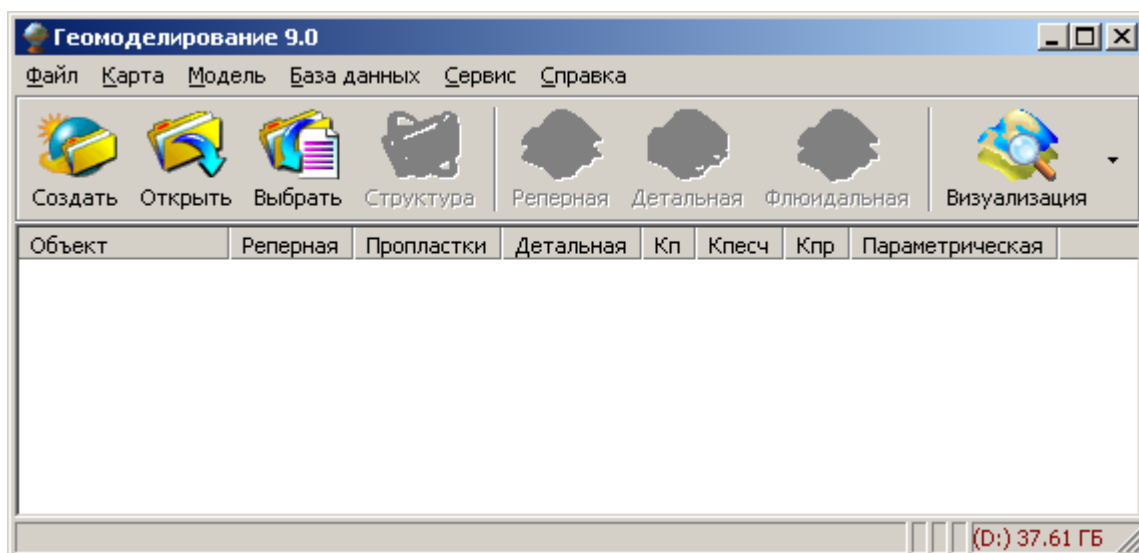
Модели строятся в определенной последовательности, т.к. каждый этап моделирования использует данные, полученные на предыдущем этапе построения модели. Любые ошибки, допущенные на начальном этапе моделирования, переносятся на все последующие модели. Поэтому после каждого этапа очень важен контроль над полученной моделью. В случае обнаружения ошибки, процесс моделирования приходится начинать заново с того момента, где была допущена ошибка. Процесс построения геологической модели представлен на рисунке.



## Глава 2. Начало работы

### Запуск программы

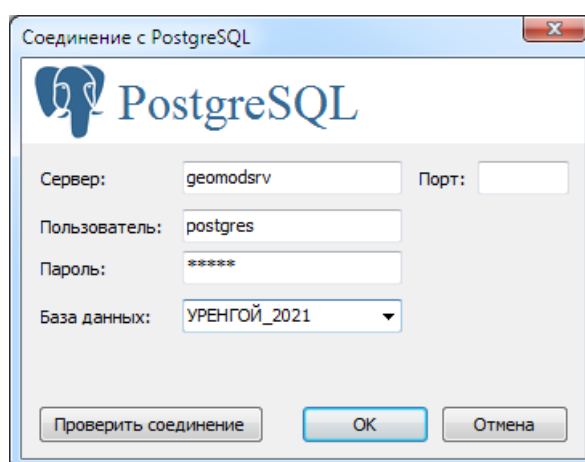
Для запуска модуля **Геомоделирование** щелкните **Пуск** ⇒ **Программы** ⇒ **Геомоделирование 9** ⇒ **Геомоделирование**. Появится главное окно программы.



### Настройка БД

Для работы с СУБД PostgreSQL необходим соответствующий ODBC драйвер. Драйвер можно установить при инсталляции программного комплекса, либо позже, выбрав пункт меню **Пуск**⇒**Геомоделирование**⇒**PostgreSQL**⇒**Установить ODBC драйвер**. Последнюю версию драйвера можно скачать по ссылке <https://www.postgresql.org/ftp/odbc/versions/msi/>.

Для настройки БД выберите команду меню **База данных** | **Настройка**. Появится диалог:



В этом окне необходимо указать:

**Сервер** – имя или IP-адрес сервера, на котором установлена база данных PostgreSQL;

**Порт** – порт, используемый PostgreSQL для удаленного доступа. Порт должен быть открыт и иметь возможность принимать входящие соединения. Порт можно не указывать, если используется порт по умолчанию 5432.

**Пользователь / Пароль** – имя пользователя и пароль для соединения с БД.

**База данных** – введите или выберите из выпадающего списка нужную БД. Имя БД чувствительно к регистру.

Настройки сохраняются и используются каждый раз при запуске программы.

## Создание модели


Для создания новой модели выберите команду меню **Файл | Создать** или щелкните




соответствующую кнопку **Создать** панели инструментов. Появится окно *Создание модели*.

Если база данных не была настроена, сначала появится диалог *Свойства связи с данными*, в котором необходимо выбрать источник данных (см. *Настройка БД*). Изменить настройки БД можно в самом окне, щелкнув кнопку **...** панели **База данных**.

Площадь, модель которой требуется построить, выбирается в списке **Площадь**, а перечень пластов, которые будут входить в модель, отмечаются в списке **Пласты**.


 **Примечание** Если для модели выбраны не все пласты или в БД появятся новые, есть возможность добавить их в модель позднее при помощи команды **Модель | Структура** (см. *Глава 6. Добавление/удаление пластов*).

Если выбранные для модели пласты представляют собой единую массивную залежь, необходимо установить флажок **Массивная залежь**, таким образом, карты контактов будут распространяться на все пласты модели.

 **Примечание** Если модель состоит из нескольких массивных залежей или флажок **Массивная залежь** не был установлен, объединить пласты можно в окне *Структура*, выбрав команду меню **Модель | Структура** (см. *Глава 5. Задание массивных залежей*).

В поле **Название модели** можно указать имя будущей модели, чтобы различать различные варианты моделей. Изначально имя модели автоматически устанавливается как *Имя\_площади Текущая\_Дата(ММ.ГГГГ)*.



В поле **Расположение модели** задается папка, в которой будет находиться модель. Полный путь до папки модели можно задать в поле или выбрать в диалоге, щелкнув кнопку .

Щелкните **Создать** для создания пустой модели. В результате в выбранной папке создается папка с именем *Имя\_площади Текущая\_дата(ГТТТ.ММ)*, в которой в свою очередь создаются:

- файл структуры модели (geolk.ini);
- справочник литотипов (lit.txt);
- справочник неколлекторов (littip\_n);
- папка справочник цветов (sprcolor);
- пустые папки пластов.

## Открытие модели

Для открытия имеющейся модели выберите команду **Файл | Открыть** или щелкните

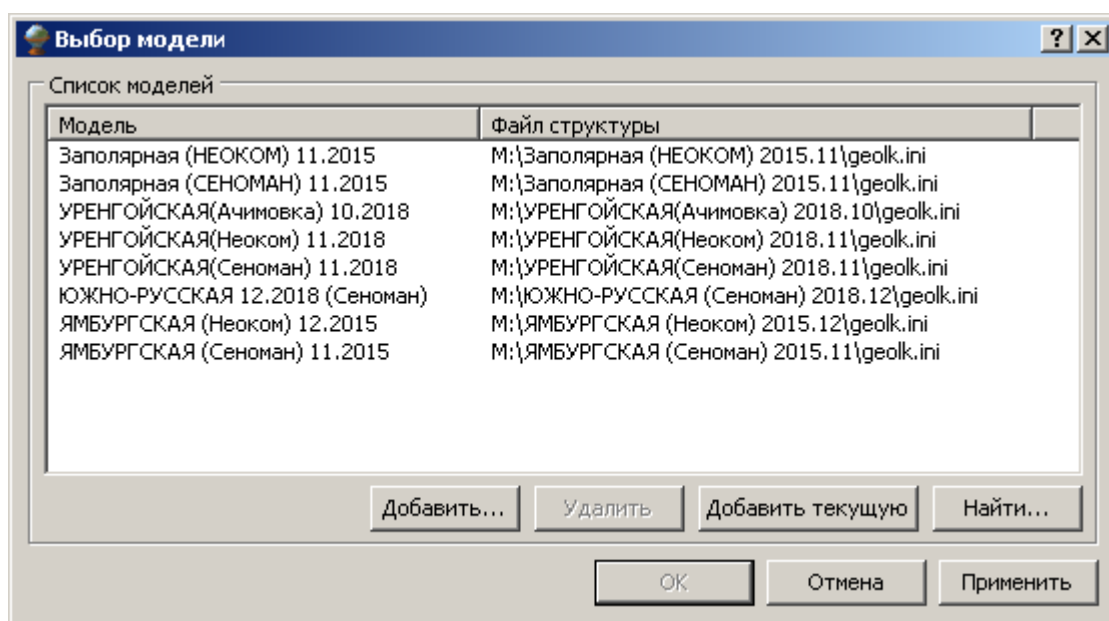


соответствующую кнопку **Открыть** панели инструментов. В появившемся диалоге открытия файла выберите файл структуры желаемой модели (geolk.ini).

Другой способ открытия модели – выбор модели из списка, формируемого пользователем. Для этого выберите команду **Файл | Выбрать** или щелкните соответствующую кнопку



**Выбрать** панели инструментов. Появится окно *Выбор модели*.



Выберите в списке желаемую модель и щелкните **ОК**. Эти действия аналогичны двойному щелчку по названию модели в списке.

## Работа со списком моделей

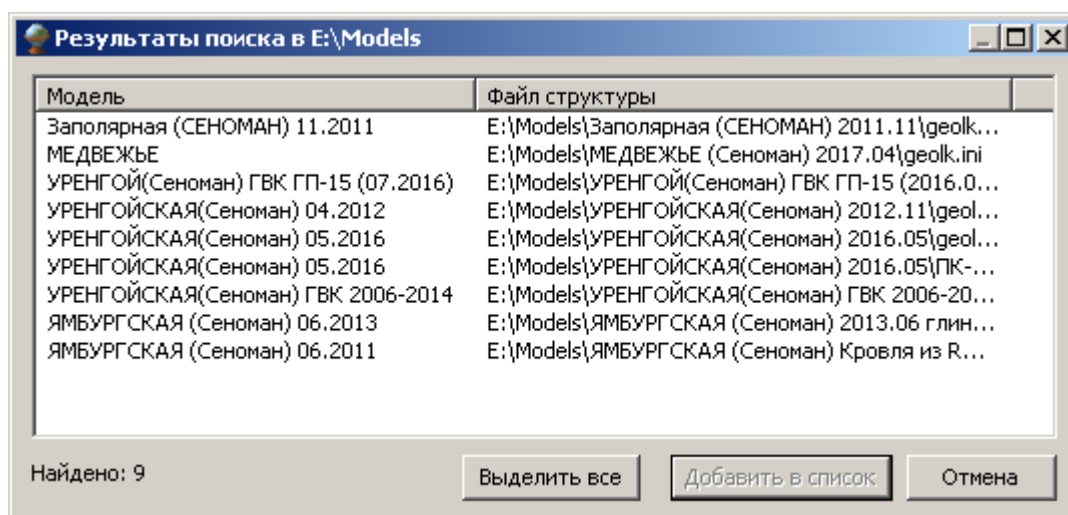
Пользователь имеет возможность добавлять, удалять, сортировать модели в списке.


Чтобы добавить модель в список щелкните **Добавить** и в появившемся диалоге открытия файла выберите файл структуры модели (geolk.ini). Для добавления текущей модели щелкните **Добавить текущую**. Чтобы удалить модель щелкните **Удалить** либо нажмите клавишу *Delete*.

Отсортировать список моделей можно как по названию модели, так и по файлу структуры, для чего нужно щелкнуть соответствующий заголовок списка. Повторный щелчок по тому же заголовку меняет порядок сортировки на обратный. Порядок моделей можно менять, перетаскивая их мышью.

Чтобы переименовать модель выделите её в списке и нажмите клавишу *F2* либо повторно щелкните название модели. Для завершения редактирования нажмите *Enter*.

Чтобы добавить в список сразу много моделей щелкните **Найти**, и в появившемся диалоге выбора папки укажите путь где хранятся модели и щелкните **ОК**. Если в указанной папке обнаружены модели, появится окно *Результаты поиска в...*, в котором можно выбрать нужные модели либо выбрать все щелкнув **Выбрать все**. Для завершения выбора щелкните **Добавить в список**.



 **Примечание** Создаваемые модели автоматически добавляются в список.

## Глава 3. Построение реперной модели

### Введение

Реперная (каркасная) модель является моделью стратиграфии месторождения. Она характеризует пространственное распределение границ пластов и представляет собой совокупность карт кровель и подошв пластов, входящих в модель. Реперная модель является основой для детального моделирования.

Для построения реперной модели используются скважинные данные стратиграфической разбивки (кровля и подошва пласта) и одна или более карт-аналогов.

### Выбор параметров сетки модели

#### Выбор размеров модели

Выбор площади и размеров геомодели основывается на размерах площади газонасыщенных отложений (внешнего контура ГЖК, ВНК) и площади рассредоточения скважин. Возможны три варианта соотношения этих площадей:

- Площадь рассредоточения скважин больше площади внешнего контура ГЖК (ВНК). В этом случае принимается площадь, включающая все скважины.
- Скважины находятся внутри внешнего контура ГЖК (ВНК). Принимается площадь, включающая полностью внешний контур ГЖК (ВНК).
- Часть скважин находится за контуром ГЖК, а часть (с какой-то стороны) – только внутри контура. В этом случае принимается площадь, захватывающая обобщенную площадь контура и скважин.

Границы модели задаются в прямоугольной системе координат.

#### Выбор шага сетки

Шаги сетки модели задаются равными по  $X$  и по  $Y$  и постоянными по площади. Они выбираются согласно требованиям «*Регламента по созданию ПДГТМ*», фактического рассредоточения скважин, точности исследований и возможностей вычислительной техники:

- расстояние между скважинами должно отвечать 10 узлам сетки [РД 153-39.0-047-00];
- расстояние погрешности положения скважины должно быть равным 0,5 шага сетки. Последнее условие вытекает из выражения  $H \cdot \operatorname{tg} \alpha$  [Козыряцкий, 1998] и необходимости совмещения скважин с узлами сетки для абсолютного соответствия скважинным данным и карты.

Из опыта работы при расстоянии между скважинами 200 м и площади 10 х 10 км выбирается шаг 20–25 м. При площади 50 х 50 км и расстоянии между скважинами 100 м выбирается шаг, равный 100 м.

Оптимальной по быстродействию можно считать сетку, размеры которой не превышают 1000x1000 узлов. Большие размеры сетки могут быть оправданы только в случае очень большой площади месторождения и густой сети эксплуатационных скважин. Исходя из временных затрат на расчет модели и машинных ресурсов требующихся для работы с моделью не рекомендуется без необходимости выбирать сетку превышающую 2000x2000 узлов. В подавляющем большинстве случаев достаточно сетки порядка 300-800 узлов вдоль осей X или Y.

## **Построение карт-аналогов**

Важнейшим этапом расчета геологической модели являются создание карты-аналога, отражающей не только фактические данные по ГИС, но и данные полевой геофизики и представления о структурно-тектонических особенностях площади. В большинстве случаев при работе со «старыми» площадями в качестве карты-аналога выступает оцифрованная карта из подсчета (пересчета) запасов. При согласном залегании пластов достаточно иметь одну такую карту. При несогласном залегании необходимо иметь несколько карт-аналогов.

В ряде случаев при отсутствии карты-аналога расчет такой поверхности может производиться путем интерполяции абсолютных отметок кровли или подошвы уверенно прослеживаемого пласта-репера и последующей корректировки (включая ручную и оцифровку).

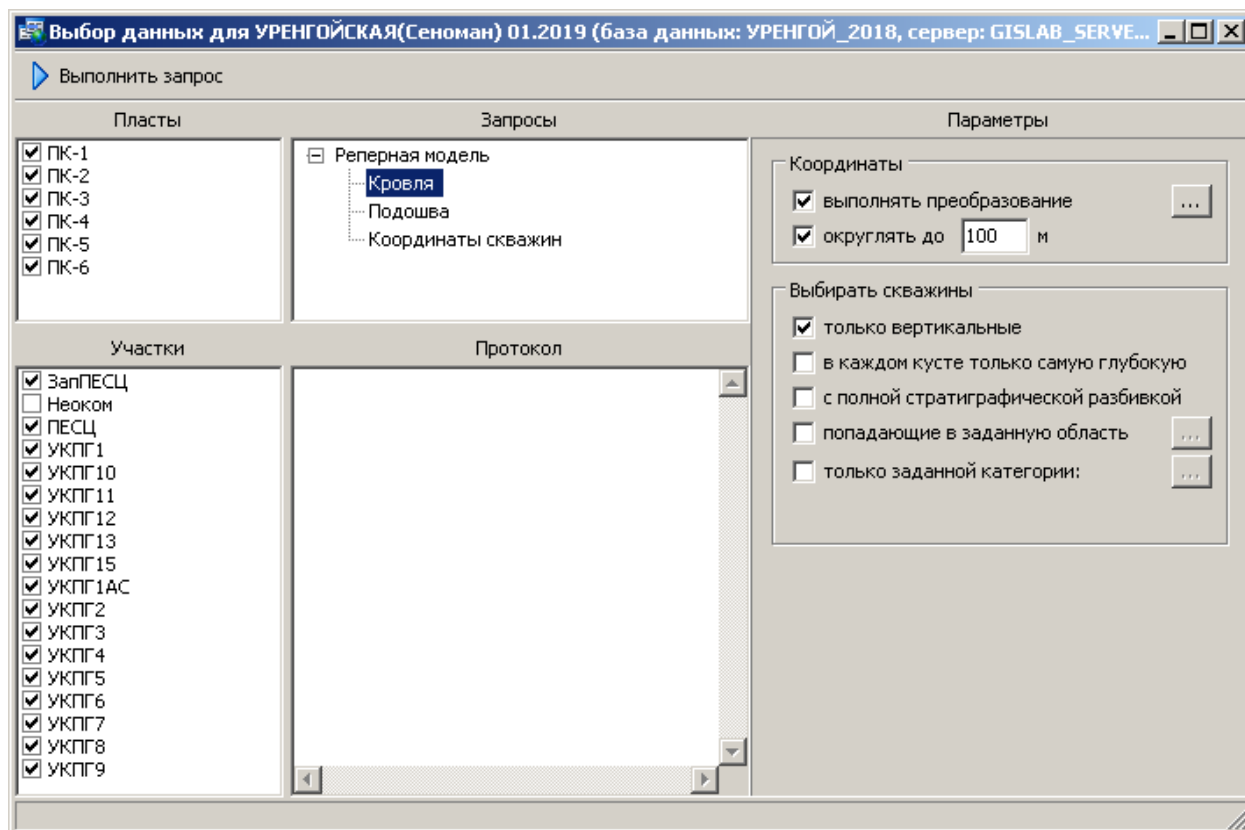
Карта-аналог должна иметь те же размеры и шаг сетки, что и у строящейся модели. Если параметры имеющейся карты отличаются от выбранных параметров сетки модели, то карту необходимо привести к параметрам сетки модели, воспользовавшись командами меню **Карта | Фрагмент** и/или **Карта | Слайн-сглаживание**.

## Выбор исходных данных

Для построения реперной модели требуются данные стратиграфии, хранящиеся в БД. Выберите команду **Модель | Реперная | Выбор данных из БД** или щелкните кнопку



Реперная панели инструментов и в выпавшем меню выберите соответствующую команду. Появится окно *Выбор данных для...*



На панели **Пласты** выбираются пласты, по которым требуется выбрать данные для построения модели. При первой выборке данных необходимо выбрать все пласты. В случае перестроения модели в результате изменения или появления новых данных в БД достаточно выбрать только те пласты, для которых изменились данные.

На панели **Участки** выбираются те участки площади, скважинные данные которых будут использоваться при построении модели.


## Параметры

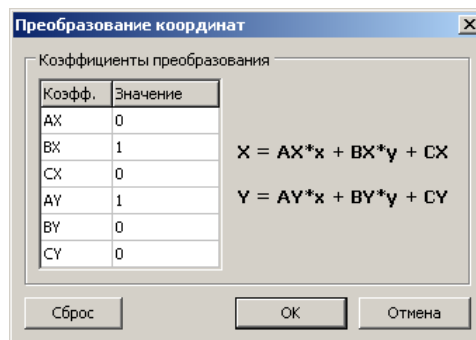
На панели **Параметры** задаются условия фильтрации данных при выборке и параметры преобразования координат скважин.

## Группа «Координаты»

- **выполнять преобразование** указывает, следует ли преобразовывать координаты при выборке. Преобразование выполняется по формуле:

$$X = A_x * X + B_x * Y + C_x; Y = A_y * X + B_y * Y + C_y.$$


Коэффициенты преобразования задаются в окне *Преобразование координат*, вызываемом нажатием кнопки . По умолчанию заданы коэффициенты, меняющие местами X и Y. Кнопка **Сброс** задает коэффициенты по умолчанию.

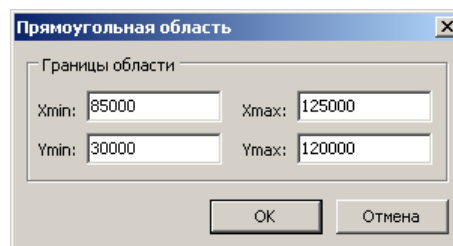



- в поле **округлять до** задается величина округления координат. Для смещения скважин в узлы сетки необходимо задать величину равную шагу сетки модели. См. *Глава 3. Выбор шага сетки.*

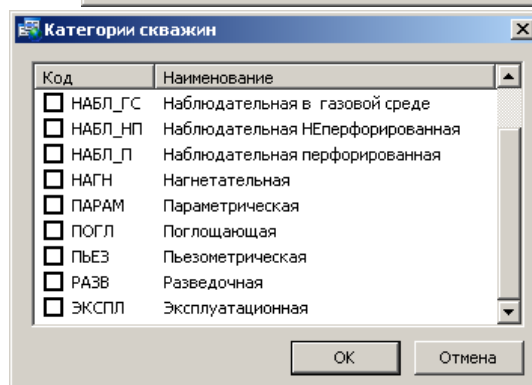
## Группа «Выбирать скважины»

- **только вертикальные** указывает, что будут выбраны только вертикальные скважины.
- **в каждом кусте только самую глубокую** указывает, что из всех вертикальных скважин одного куста выберется скважина с максимально глубокой попластовой обработкой (определяется глубиной последнего пропластка). Доступно если выбрана опция **только вертикальные**. Используется при построении детальной модели.
- **с полной стратиграфической разбивкой** указывает, что будут выбраны скважины, имеющие фактические отметки кровли и подошвы первого по глубине пласта площади. Термин «фактические» в данном случае означает, что значения кровли и подошвы не пустые, а так же кровля > 0 и подошва > 10000.

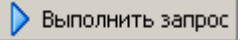
- **попадающие в заданную область** применяется для выбора скважин принадлежащих прямоугольной области, границы которой задаются в окне *Прямоугольная область*, вызываемом нажатием кнопки .



- **только заданной категории** применяется для фильтрации скважин по их категории. Выбор категорий производится в окне *Категории скважин*, вызываемом нажатием кнопки .



## Выполнение запроса

Чтобы выбрать данные необходимые для построения реперной модели, на панели **Запросы** выделите все три пункта: «Кровля», «Подошва» и «Координаты скважин», и щелкните кнопку . По окончании запроса в директориях пластов будут созданы файлы: hk.dat (отметки кровли), hp.dat (отметки подошвы), k.dat и koog (координаты скважин).

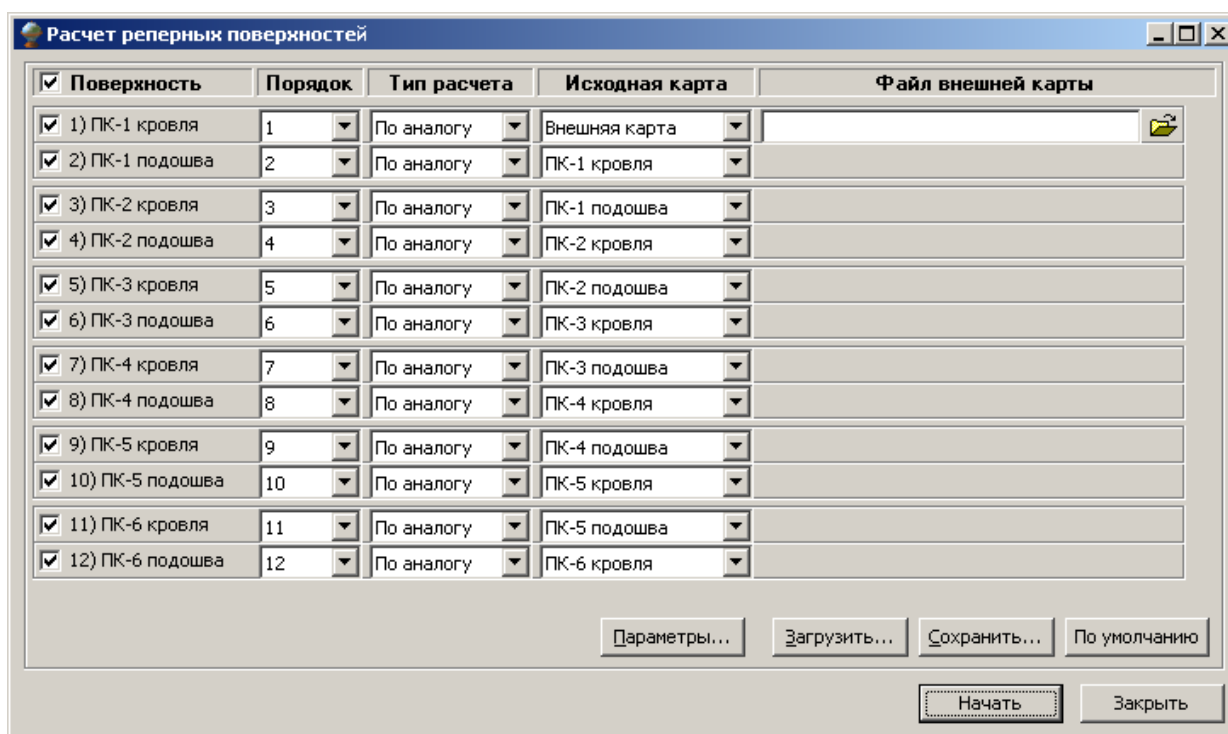
Во время работы запроса, в окне **Протокол** выводятся сообщения, объясняющие причины, почему не были выбраны данные в указанных скважинах. Текст протокола можно сохранить с помощью команды контекстного меню **Сохранить протокол**.

## Построение реперных поверхностей

На данном этапе рассчитываются поверхности кровель и подошв пластов. Выберите команду **Модель | Реперная | Расчет реперных поверхностей** или щелкните кнопку



**Реперная** панели инструментов и в выпавшем меню выберите соответствующую команду. Появится окно *Расчет реперных поверхностей*.



<input checked="" type="checkbox"/> Поверхность	Порядок	Тип расчета	Исходная карта	Файл внешней карты
<input checked="" type="checkbox"/> 1) ПК-1 кровля	1	По аналогу	Внешняя карта	
<input checked="" type="checkbox"/> 2) ПК-1 подошва	2	По аналогу	ПК-1 кровля	
<input checked="" type="checkbox"/> 3) ПК-2 кровля	3	По аналогу	ПК-1 подошва	
<input checked="" type="checkbox"/> 4) ПК-2 подошва	4	По аналогу	ПК-2 кровля	
<input checked="" type="checkbox"/> 5) ПК-3 кровля	5	По аналогу	ПК-2 подошва	
<input checked="" type="checkbox"/> 6) ПК-3 подошва	6	По аналогу	ПК-3 кровля	
<input checked="" type="checkbox"/> 7) ПК-4 кровля	7	По аналогу	ПК-3 подошва	
<input checked="" type="checkbox"/> 8) ПК-4 подошва	8	По аналогу	ПК-4 кровля	
<input checked="" type="checkbox"/> 9) ПК-5 кровля	9	По аналогу	ПК-4 подошва	
<input checked="" type="checkbox"/> 10) ПК-5 подошва	10	По аналогу	ПК-5 кровля	
<input checked="" type="checkbox"/> 11) ПК-6 кровля	11	По аналогу	ПК-5 подошва	
<input checked="" type="checkbox"/> 12) ПК-6 подошва	12	По аналогу	ПК-6 кровля	

Параметры...    Загрузить...    Сохранить...    По умолчанию

Начать    Закрыть

## Порядок расчета

Расчет поверхностей выполняется по алгоритму, задаваемому пользователем. Под алгоритмом расчета подразумевается выбор последовательности построения поверхностей, определение используемых для каждой поверхности аналогов и т.д.

В столбце **Поверхность** сверху вниз перечислены все поверхности входящие в модель. У поверхности, которую требуется рассчитать, устанавливают флажок. Снимать флажки имеет смысл, только если необходимо пересчитать часть поверхностей или поверхность будет рассчитываться другими способами.

Последовательность расчета выбирается в зависимости от положения в разрезе наиболее изученного пласта (или нескольких пластов). Обычно это первый пласт. В случае согласного залегания и отсутствия выклиниваний и размывов пластов можно использовать схему установленную по умолчанию – поверхности рассчитываются сверху вниз, первая (кровля первого пласта) рассчитывается по внешней карте-аналогу, каждая последующая использует в качестве аналога предыдущую. Изменить порядок расчета можно в столбце **Порядок**. Не должно быть двух поверхностей с одинаковыми номерами порядка.

Аналог задается в столбце **Исходная карта**. Исходной картой может быть либо реперная поверхность, рассчитанная на предыдущих шагах (порядок должен быть меньше порядка текущей), либо *внешняя карта*, имя файла которой указывается в столбце **Файл внешней карты**.

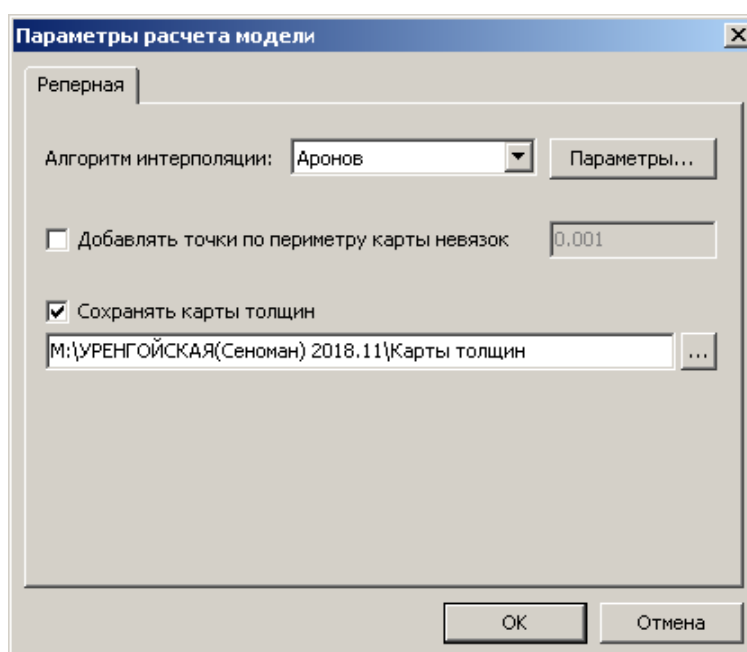
В столбце **Тип расчета** выбирается вариант применения карты-аналога, указанной в столбце **Исходная карта**:

- **По аналогу** означает, что карта используется в качестве аналога;
- **Копировать** означает, что карта равна текущей и будет просто скопирована. Данный вариант может быть использован, например, в случае если подошва должна совпадать с кровлей следующего пласта, то есть известно, что между пластами нет перемычек.

Выбранный вариант схемы можно сохранить в файл, щелкнув **Сохранить**. Чтобы загрузить ранее сохраненную схему щелкните **Загрузить**. Чтобы вернуться к схеме по умолчанию щелкните **По умолчанию**.

## Параметры

Параметры расчета задаются в окне *Параметры расчета модели* (кнопка **Параметры**).



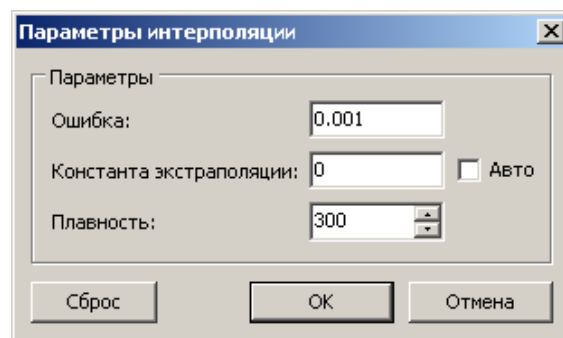
**Алгоритм интерполяции** задает алгоритм расчета карт невязок. Доступны два варианта: *Аронов* и *Локальные сплайны*.



Параметры алгоритма можно настроить в окне, нажав кнопку **Параметры** (доступно для алгоритма *Аронов*).

**Ошибка** – погрешность интерполяции ( $\geq 0$ ). Для структурных построений оптимально значение 0.001.

**Константа экстраполяции** – значение, к которому стремится поверхность в бесконечном удалении от исходных точек. Для карты невязок должна быть равна 0.



**Плавность** – параметр, контролирующий степень натяжения поверхности. Небольшие значения параметра (5-10) заставляют поверхность быстрее изгибаться при удалении от пунктов наблюдения, что предотвращает образование экстремумов, необусловленных исходными данными.

Кнопка **Сброс** устанавливает параметры по умолчанию.

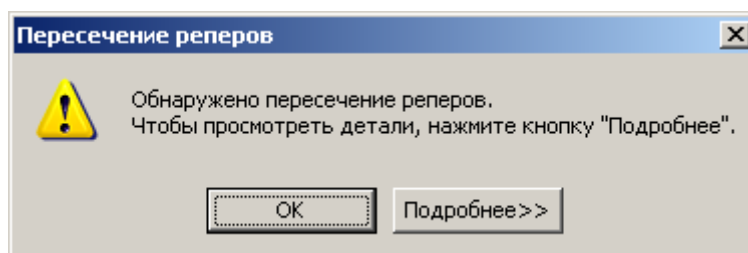
Чтобы зафиксировать поведение карты невязок на краях, установите флажок **Добавлять точки по периметру карты невязок** и укажите значение в этих точках.

Для автоматического расчета карт толщин пластов (и перемычек между ними) установите флажок **Сохранять карты толщин** и укажите папку (по умолчанию *Карты толщин* в директории модели).

## Расчет

После того как схема расчета задана, запускается расчет нажатием кнопки **Начать**. По окончании расчета поверхности проверяются на пересечение. Если пересечений нет, будет предложено собрать рассчитанные поверхности в реперную модель. Щелкните **Да** – запустится сборка модели, в противном случае сборку можно выполнить позднее (см. *Сборка модели*).

Если пересечения обнаружены, появится сообщение:



Для просмотра детальной информации щелкните **Подробнее**. Появится окно, в котором указаны пересекшиеся поверхности, максимальное значение пересечения и координаты точки с максимальным пересечением.

Далее анализируется информация о пересечениях. Если пересечения появились в результате некорректных данных, то данные в БД необходимо исправить, выполнить заново выборку и повторить расчет.

Однако пересечение поверхностей кровель и подошв может быть не следствием ошибки, а результатом выклинивания пластов. Тогда при помощи функции *Математические*

операции (см. Глава 7. Работа с картами), можно получить непересекающиеся поверхности (функция *min* или *max*).

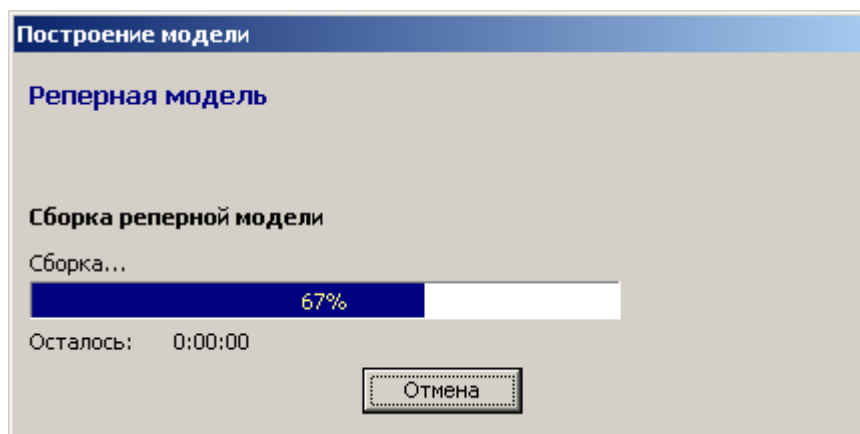
В ряде случаев пересечение образуется между скважинами за счет «раскачивания» поверхностей резкими перепадами значений в скважинах. В этом случае рассчитывается промежуточная карта (используя функцию *Математические операции*). Если срезаться будет нижняя из двух пересекающихся карт, то верхняя карта опускается (углубляется) на такую величину, чтобы в месте пересечения карт образовался пласт минимальной толщины из данных по скважинам. Затем для нижней из двух первоначальных карт и для вновь полученной карты выполняется математическая операция *min*. Если срезаться будет верхняя из двух пересекающихся карт, то нижняя карта поднимается на такую величину, чтобы в месте пересечения карт образовался пласт минимальной толщины и для верхней из двух первоначальных карт и для вновь полученной карты выполняется математическая операция *max*.

## Сборка модели

Под сборкой реперной модели понимается объединение рассчитанных поверхностей кровель и подошв в единый файл модели. Сборка необходима только в случае, если она не была выполнена сразу после расчета реперных поверхностей.



Выберите команду **Модель | Реперная | Сборка модели** или щелкните кнопку **Реперная** панели инструментов и в выпавшем меню выберите соответствующую команду. Непосредственно перед сборкой, поверхности проверяются на пересечение, и если таковые не обнаружены, выполняется сборка.



В модель собираются файлы с именами *hk.grd* (кровля) и *hp.grd* (подошва), находящиеся в директориях пластов.

В результате сборки создаются два файла: *Sxx00R* (реперная модель) и *Axx00R* (адресный файл), где *xx* – код площади в БД.

## Глава 4. Построение детальной модели

### Введение

Детальная модель описывает пространственное распространение пород, их литологию и свойства. Детальная модель включает в себя модель литологии и модели параметров (коллекторских свойств).

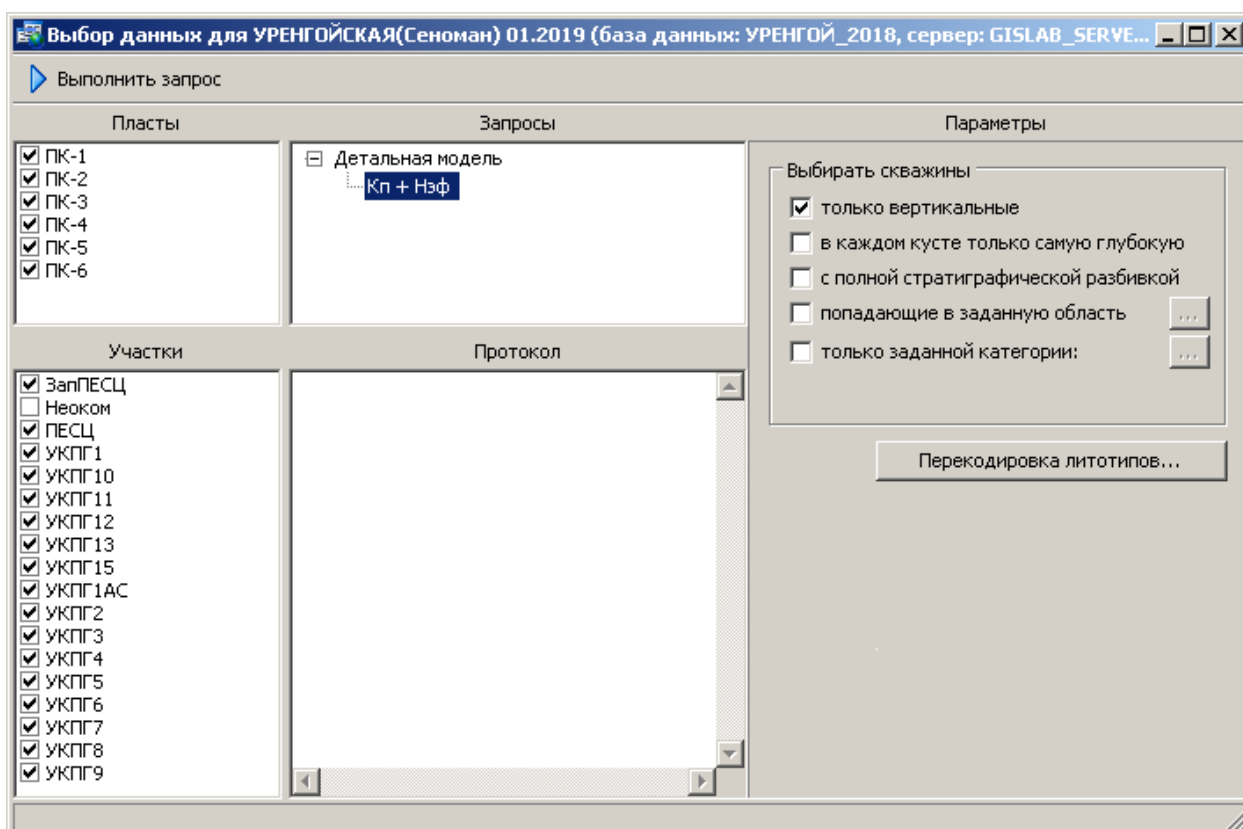
В качестве исходных данных для построения детальной модели используется попластовая разбивка скважин, а так же поверхности кровель и подошв пластов, полученных в результате построения реперной модели.

### Выбор исходных данных

Для построения детальной модели требуются данные попластовой обработки скважин, хранящиеся в БД. Выберите команду **Модель | Детальная | Выбор данных из БД** или



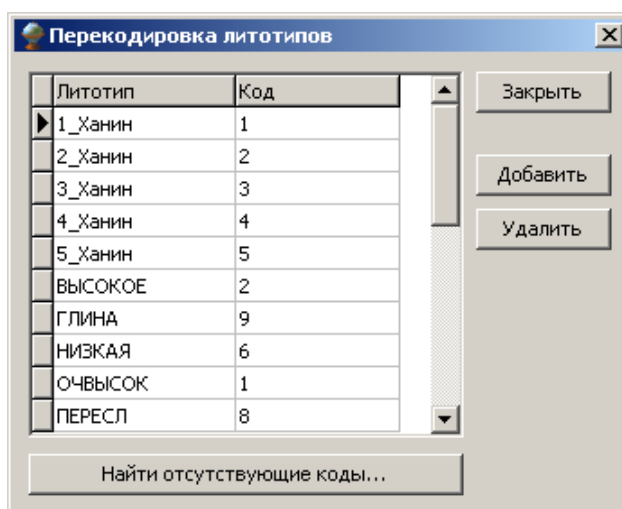
щелкните кнопку **Детальная** панели инструментов и в выпавшем меню выберите соответствующую команду. Появится окно *Выбор данных для....*



Основные элементы данного окна описаны в *Главе 3. Выбор данных из БД.*


Коды литотипов в базе данных представляют собой текст, а для построения модели необходимы числовые коды, поэтому требуется так называемая *перекодировка литотипов*, то есть подстановка вместо текстовых кодов соответствующих им числовых. Для хранения таких соответствий в БД предназначена таблица «Перекодировка».

Кнопка **Перекодировка литотипов** открывает окно, предназначенное для редактирования таблицы «Перекодировка».



В окне отображаются только записи, имеющие отношение к перекодировке литотипов при выборе данных для построения модели, то есть записи, у которых поле *Справочник* = «С\_литология», а поле *Вариант* = «ГЕОМОД».

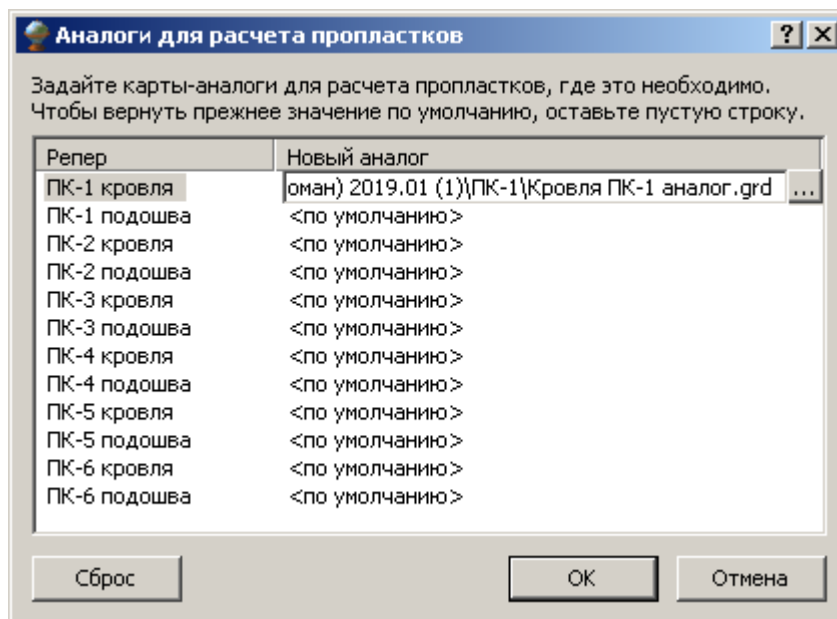
Кнопка **Найти отсутствующие коды** выполняет поиск всех кодов встречающихся в поле «Литотип» таблицы «Пропластки», которых нет в таблице «Перекодировка». Список найденных кодов отображается в нижней части окна. Двойной щелчок по коду в списке добавляет его в таблицу (в поле «Литотип»), после этого необходимо ввести для него соответствующий числовой код в диапазоне от 1 до 255.


Далее, отмечаются пласты и участки, по которым необходимо выбрать данные. Для детальной модели требуется выполнить один запрос. На панели **Запросы** выберите пункт «*Kп + Нэф*» и щелкните кнопку  **Выполнить запрос**. По окончании запроса в директориях пластов будут созданы файлы kph.dat.

## Задание аналогов для расчета пропластков

Если имеют место размывы, влияние дневной поверхности и т.п. необходимо указать фиктивные поверхности, представляющие собой доразмывный вариант кровли или подошвы пласта. Форму и способ ее получения выбирает геолог в зависимости от представлений об осадконакоплении моделируемого объекта. Например, доразмывную кровлю пласта можно получить при помощи математических операций, следующим образом: *Подошва - средняя толщина пласта*, в случае выдержанности пласта по площади.

После того как все необходимые поверхности получены, выберите команду меню **Модель | Параметры расчета карт** и в появившемся окне выберите вкладку **Пропластки** и щелкните кнопку **Аналоги**. Появится окно *Аналоги для расчета пропластков*.



В этом окне везде, где это необходимо, требуется указать полученные доразмывные варианты поверхности. Для этого выделите строку с нужным репером, справа появится поле с кнопкой. Введите имя файла поверхности или выберите в диалоге, щелкнув кнопку .

По умолчанию аналогами для расчета поверхностей пропластков являются кровля и подошва пласта. Чтобы вернуть умолчание для репера – оставьте пустую строку, чтобы установить все реперы по умолчанию щелкните **Сброс**.

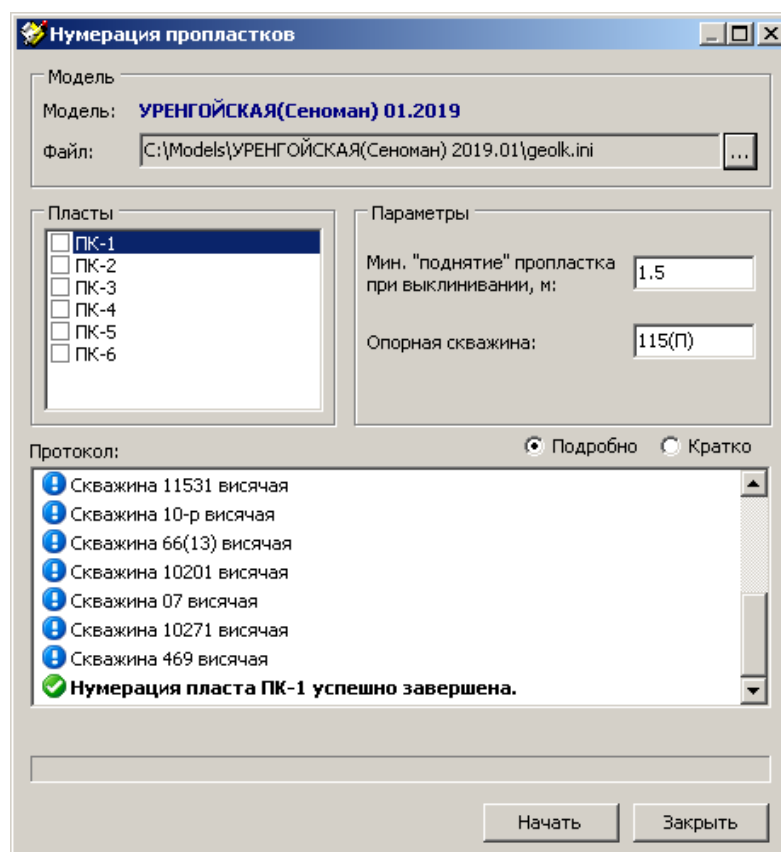
## Нумерация пропластков

На этом этапе выполняется автоматическая пространственная корреляция пропластков. Пропластки отождествляются по литотипу и относительному положению в разрезе, исходя из согласного залегания пластов.

Выберите команду **Модель | Детальная | Нумерация пропластков** или щелкните кнопку



Детальная панели инструментов и в выпавшем меню выберите соответствующую команду. Появится окно *Нумерация пропластков*.



В списке **Пласты** выбираются все пласты, входящие в модель.

На панели **Параметры** задаются:

- **Мин. «поднятие» пропластка при выклинивании** – минимальная величина, на которую поднимается подошва текущего пропластка в скважине, в случае если на расчетной глубине литотип данного пропластка не обнаружен, а значит выклинивается. Таким образом, данная величина характеризует, как быстро происходит выклинивание тонких пропластков (чья толщина меньше величины «поднятия») при удалении от скважины. Большие значения обеспечивают более скорое выклинивание. В большинстве случаев можно использовать значение по умолчанию 1.5 м. Приемлемые значения лежат в диапазоне от 0.6 м до 3 м.
- **Опорная скважина** – скважина, выбранная в качестве опорной для каждого пласта. Если поле пустое – скважина выбирается автоматически и ее номер выводится в этом поле. Если требуется задать опорную скважину вручную, то

нумерацию нужно выполнять отдельно для каждого пласта, каждый раз указывая желаемую опорную скважину.

Щелкните **Начать** для запуска нумерации.

В процессе нумерации в поле внизу отображается протокол, в котором выводятся скважины, вызывающие вопросы. В протоколе отражаются:

- висячие скважины (не вскрывшие подошву);
- скважины с несовпадающими отметками кровли (подошвы) по стратиграфии и по пластовым данным;
- скважины, у которых пропластки ниже подошвы;
- скважины, которых нет в файле кровли.

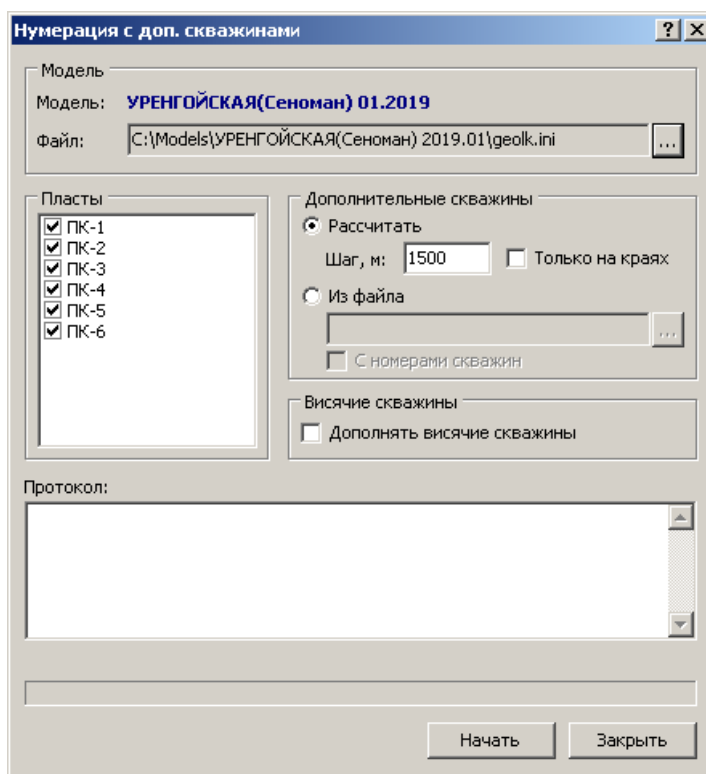
Сообщения требуют проверки и исправления указанных несоответствий. Висячие скважины и отсутствие скважин в кровле может не быть результатом ошибки.

В результате нумерации в директориях пластов создаются файлы: ss.sin (файл синтетической скважины) и pl.pls (файл нумерованных пропластков).

## Нумерация пропластков с дополнительными скважинами


Данный этап является необязательным и выполняется для введения и нумерации дополнительных скважин, которые контролируют попластовое разбиение в зонах отсутствия скважин, как правило, на периферии в зонах экстраполяции.

Выберите команду **Модель | Детальная | Нумерация пропластков с доп. скважинами**, появится окно *Нумерация с доп. скважинами*.



В списке **Пласты** выбираются все пласты, входящие в модель.

На панели **Дополнительные скважины** выбирается расположение дополнительных скважин:

- **Рассчитать** – дополнительные точки вставляются автоматически в местах отсутствия скважин, по узлам сетки с шагом, заданным в поле **Шаг**. Если необходимо расставить дополнительные точки только по краю модели установите флажок **Только на краях**.
- **Из файла** – координаты дополнительных точек задаются в файле, имя которого вводится в поле либо выбирается в диалоге, щелкнув кнопку . Если формат столбцов в файле (*Nточки, X, Y*) установите флажок **С номерами скважин**.

Флажок **Дополнять висячие скважины** включает режим дополнения висячих скважин недостающими пропластками в нижней части скважины, которые рассчитываются на основе вероятностей. По умолчанию этот режим выключен. Включение данного режима позволяет при большом числе висячих скважин избежать нежелательного поведения пропластков в зонах, где попластовая разбивка у скважин отсутствует.



Щелкните **Начать** для запуска нумерации.

## Построение моделей

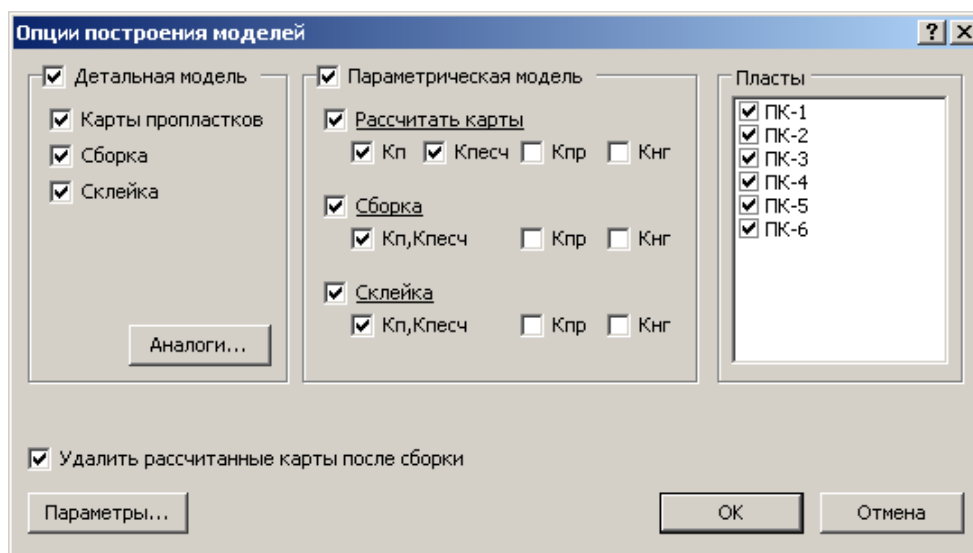
Процесс построения модели состоит из трех этапов: расчет карт (поверхностей пропластков либо их параметров), сборка полученных карт в модель пласта и затем склейка моделей пластов в единую модель, если она состоит из нескольких пластов.

В первую очередь выполняется построение детальной литологической модели. Параметрическую модель можно построить одновременно с литологической либо позднее.

Выберите команду **Модель | Детальная | Построение моделей** или щелкните кнопку



**Детальная** панели инструментов и в выпавшем меню выберите соответствующую команду. Появится окно *Опции построения моделей*.



Изначально отмечены все пункты необходимые для построения полной модели (кроме необязательных моделей *Kpr* и *Kng*). Щелкните **ОК** для запуска процесса построения.

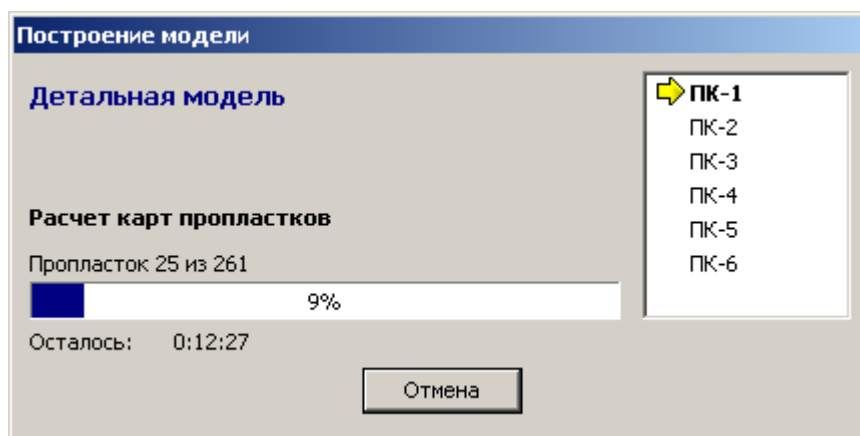
При первом построении модели флажок **Детальная модель** должен быть обязательно установлен. Снимать его имеет смысл, только если требуется пересчитать параметрическую модель, либо ее расчет не был выполнен совместно с детальной. Кнопка **Аналоги** вызывает диалог *Аналоги* для *расчета пропластков* (см. *Задание аналогов для расчета пропластков*).

Если не требуется расчет параметрической модели, снимите флажок **Параметрическая модель**. В этом случае будут недоступны функции подсчета запасов и расчета карт параметров, а так же визуализация соответствующих параметров на профиле. Однако построение параметрической модели можно выполнить позднее, при этом, сняв флажок **Детальная модель**, чтобы предотвратить повторное построение модели литологии.

Флажок **Удалить рассчитанные карты после сборки** указывает на необходимость удаления промежуточных карт (поверхности пропластков, карты пористости, песчанности, проницаемости) после сборки их в модель. Чтобы предотвратить

использование больших объемов, занимаемых моделью на диске, рекомендуется этот флажок оставлять включенным.

Щелкните **ОК** для запуска построения модели. Появится окно *Построение модели*, в котором будет отображаться процесс построения.



В зависимости от размеров сетки модели, числа пластов, пропластков и скважин процесс построения может занять от десятков минут до десятка часов.

В результате расчета модели создаются файлы:

- Сxx00 (модель литологии)
- Сxx00А (модель параметров – Кп, Кпес)
- KPRxx00 (модель проницаемости – Кпр)
- KGxx00 (модель насыщения – Кнг)
- Аxx00 (адресный файл),

где xx – код площади в БД.

## Глава 5. Построение флюидальной модели

### Введение

Флюидальная модель характеризует границы раздела флюидов и представляет собой совокупность поверхностей контактов (ГВК, ВНК, ГНК).

Для построения карт контактов используются данные ГИС-контроля (отметки контактов, начальное насыщение) и карты трендов.

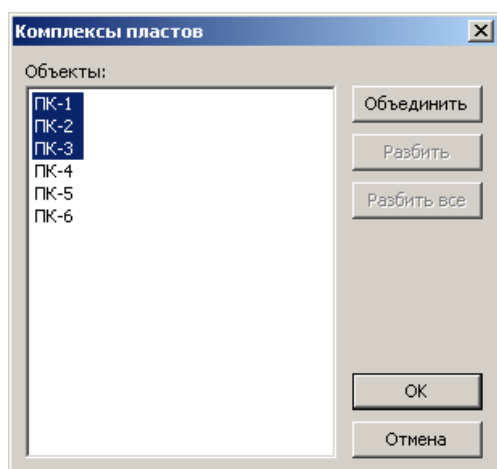
### Начальные настройки

#### Задание массивных залежей

Данный пункт предназначен только для моделей содержащих массивные залежи. Если модель представляет собой единую массивную залежь, а при создании модели была выбрана опция **Массивная залежь**, то следующие действия выполнять не нужно.



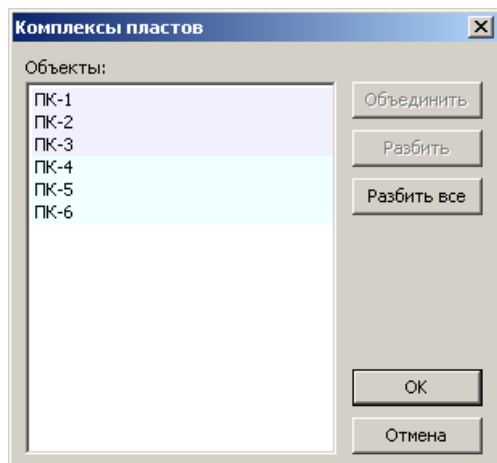
Выберите **Модель | Структура** или щелкните кнопку **Структура** и в появившемся окне выберите вкладку **ГВК** (или **ВНК**) и щелкните кнопку **Комплексы пластов**. Появится окно *Комплексы пластов*.



Поочередно выделяйте пласты принадлежащие одной залежи и щелкайте кнопку **Объединить**. После объединения пласты каждой залежи подсвечиваются цветом. В случае пластовой залежи, соответствующий пласт следует оставить без изменений.

Объединять можно только пласты выбранные последовательно.


Чтобы убрать объединение пластов в залежь выберите один из пластов нужной залежи и щелкните **Разбить**.

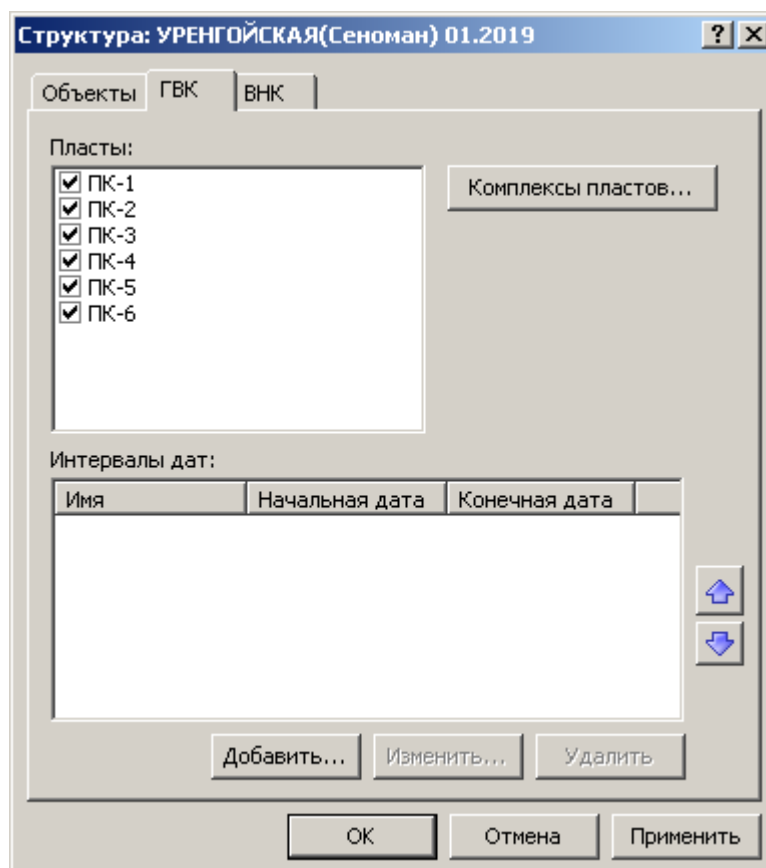


Для отмены всех объединений щелкните **Разбить все**.

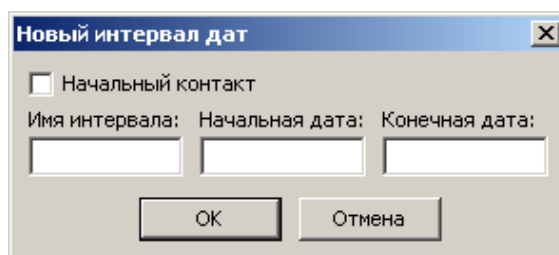
По завершению щелкните **ОК**.

## Добавление временных интервалов

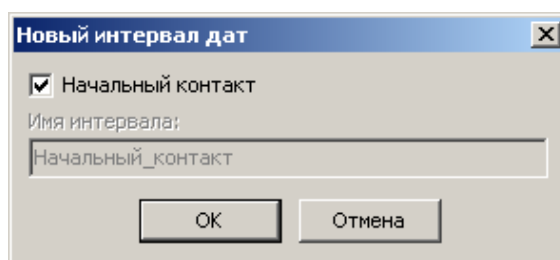
На данном этапе определяются временные интервалы на которые будут строиться карты контактов. Выберите **Модель | Структура** или щелкните кнопку  панели инструментов и в появившемся окне выберите вкладку с нужным контактом (**ГВК** или **ВНК**).



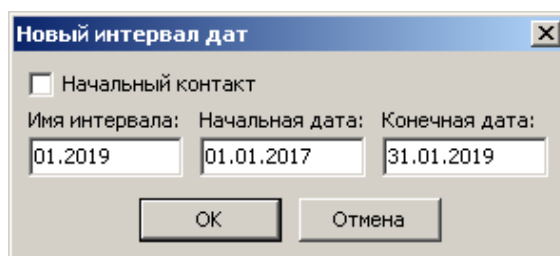
В списке **Пласты** выберите пласты и щелкните **Добавить**. Появится окно *Новый интервал дат*.



Чтобы добавить интервал для начального контакта установите флажок **Начальный контакт** и щелкните **ОК**. Добавить можно только один начальный контакт.



Чтобы добавить интервал для текущего контакта в поле **Имя интервала** введите имя, по которому будет идентифицироваться данный контакт. Имя интервала должно быть уникальным и не может совпадать с имеющимися именами интервалов. В полях **Начальная дата** и **Конечная дата** указываются соответственно начало и конец временного интервала, данные внутри которого будут использоваться для построения карты соответствующего контакта. Если начальная дата не указана, то в этом случае ограничение снизу по времени отсутствует, и будут использоваться все данные, ограниченные только сверху конечной датой.



Чтобы изменить имеющийся интервал выделите его в списке, щелкните кнопку **Изменить** и в появившемся окне **Изменения интервала дат** выполните нужные коррективы.

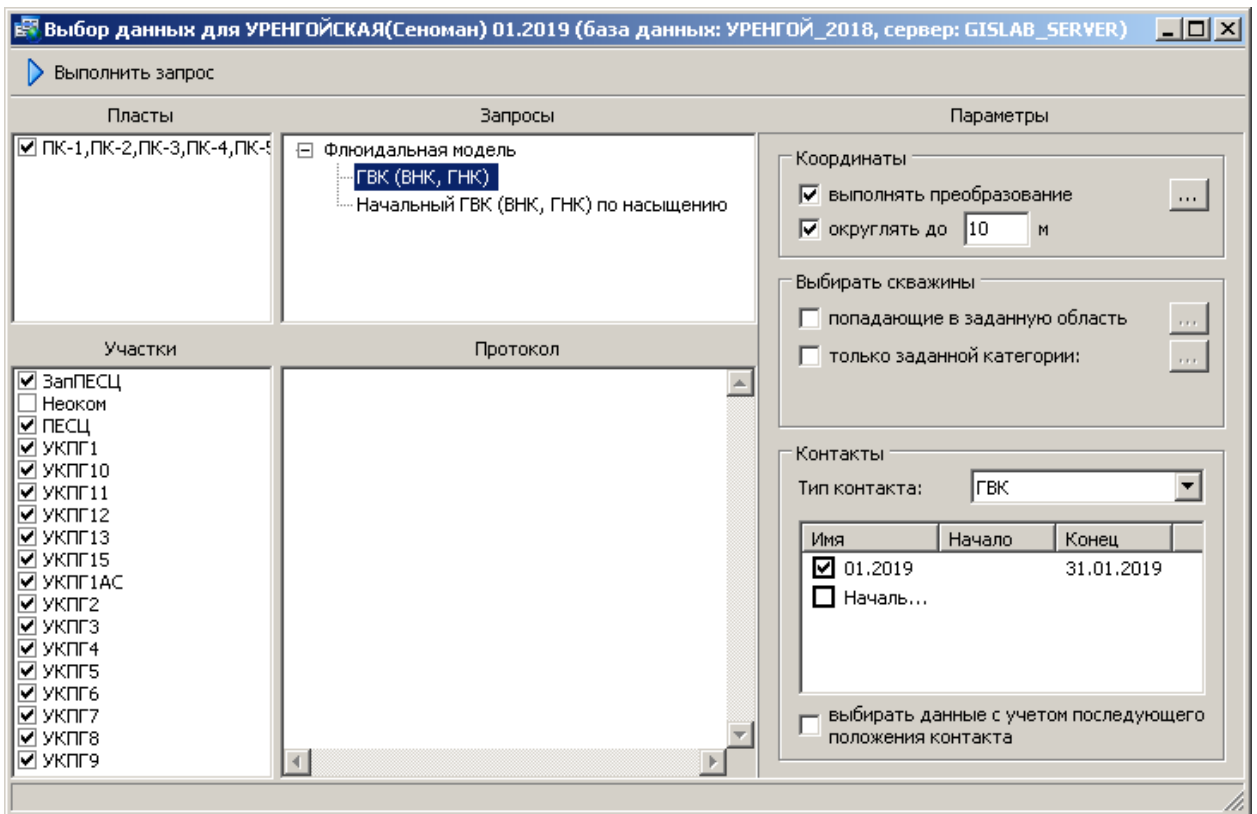
Для удаления интервала выделите его и щелкните **Удалить**.

## Выбор исходных данных

Выберите команду **Модель | Флюидальная | Выбор данных из БД** или щелкните кнопку



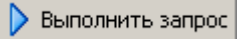
**Флюидальная** панели инструментов и в выпавшем меню выберите соответствующую команду. Появится окно *Выбор данных для...*



Основные элементы данного окна описаны в *Главе 3. Выбор данных из БД*. Однако при выборе данных для построения поверхностей контактов появляется дополнительная панель **Контакты**. На этой панели выбирается тип контакта и желаемые временные интервалы. При помощи команд контекстного меню **Добавить**, **Изменить** и **Удалить** интервалы можно добавлять, редактировать и удалять соответственно.

Опция **выбирать данные с учетом последующего положения контакта** должна применяться только в случае построения карт контактов месторождения, то есть когда известно, что контакт двигается только вверх, в отличие от ПХГ. Когда данная опция выбрана то, если у скважины отсутствует значение контакта в заданном временном интервале, но есть контакт в более поздний период, отметка контакта для такой скважины в заданный период берется равной значению контакта за более поздний период, при этом указывается признак, что контакт не может быть выше указанной отметки. Такое условие бывает необходимо при построении поверхности текущего контакта месторождения при небольшом количестве данных о положении контактов в заданный период.

Существует два варианта запросов: первый производит выборку из таблицы *Начальный ГВК* либо *Текущий ГВК* (в зависимости от типа выбранного интервала); второй выполняет выбор начального контакта на основе насыщения из таблицы *Пропластки*.

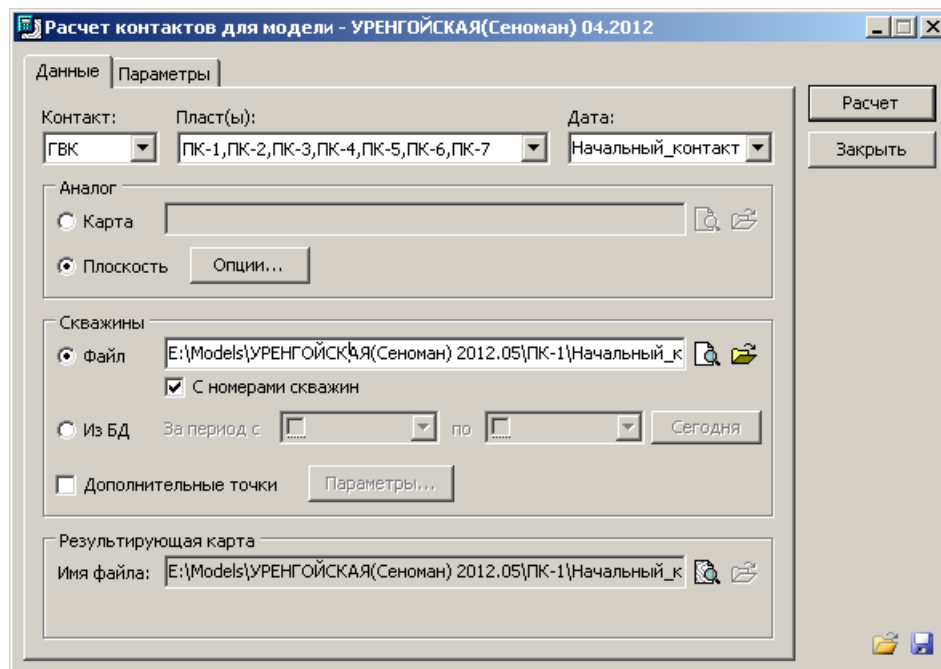
Отмечаются залежи (либо пласты) и участки, по которым необходимо выбрать данные. На панели **Запросы** в зависимости от задачи выберите пункт **ГВК (ВНК, ГНК)** либо **Начальный ГВК (ВНК, ГНК) по насыщению** и щелкните кнопку . После выполнения запроса в директориях {пласт}\{имя интервала} создаются файлы gvk.dat (vnk.dat).

## Расчет карт контактов



Выберите команду **Модель | Флюидальная | Расчет карт контактов** или щелкните



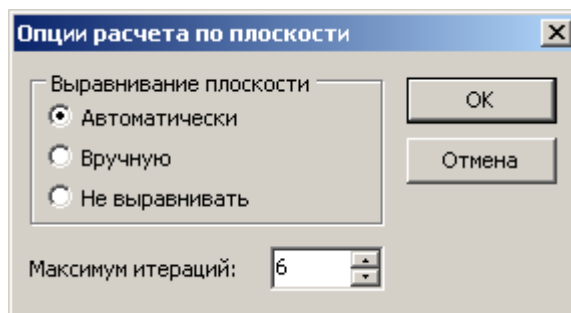
кнопку **Флюидальная** панели инструментов и в выпавшем меню выберите соответствующую команду. Появится окно *Расчет карт контактов для модели....*



Для строящейся карты контакта в верхней части окна в поле **Контакт** выберите тип контакта (ГВК, ВНК), в поле **Пласт(ы)** выберите пласт или залежь которому принадлежит контакт. В поле **Дата** выберите дату контакта (временной интервал) либо введите вручную новый.

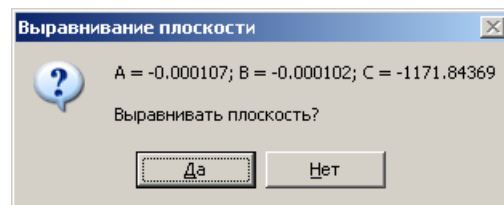
Далее выбирается аналог для расчета. Если в качестве аналога используется имеющаяся карта, то на панели **Аналог** нужно выбрать переключатель **Карта** и, щелкнув кнопку  в появившемся диалоге, выбрать файл сетки. При этом параметры сетки карты-аналога должны совпадать с параметрами сетки модели. Для просмотра выбранной карты щелкните кнопку .

Второй вариант аналога – рассчитываемая плоскость, обычно применяется при расчете карт начального ГВК (ВНК). Для этого выберите переключатель **Плоскость**, при этом станет доступна кнопка **Опции**. Щелкнув кнопку, откроется окно *Опции расчета по плоскости*, в котором можно задать параметры расчета по плоскости.




На панели **Выравнивание плоскости** задается режим приближения рассчитываемой плоскости к горизонтальной:

- **Автоматически** – плоскость будет максимально приближена к горизонтальной, насколько позволяют исходные данные;
- **Вручную** – процесс выравнивания плоскости контролируется пользователем в диалоговом режиме. Циклически выводится диалог с текущими коэффициентами плоскости. Для продолжения выравнивания следует щелкать **Да**, в противном случае – **Нет**.
- **Не выравнивать** – после вычисления коэффициентов плоскости выравнивание не выполняется.

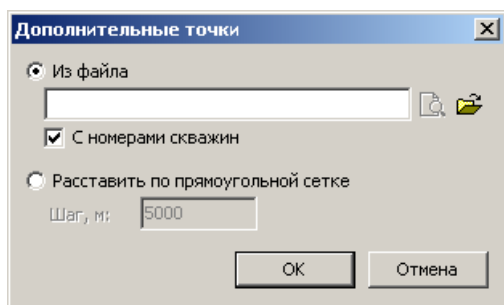


**Максимум итераций** отвечает за максимальное число итераций при выравнивании плоскости.

Далее выбирается источник скважинных данных на панели **Скважины**. Если эти данные находятся в файле (полученном при выборке на предыдущем этапе) установите переключатель **Файл**. В этом случае путь до файла определяется автоматически как {пласт}\{имя интервала}\gvk.dat (или vnk.dat). Изменить расположение файла можно в диалоге, щелкнув кнопку  либо ввести имя файла вручную. Установите флажок **С номерами скважин**, если первая колонка в файле – номер скважины.

Данные по контакту могут быть выбраны прямо из БД, для этого установите переключатель **Из БД** и в полях справа укажите начало и конец интервала. Для выбора данных по начальному контакту оставьте оба поля пустыми. Для текущего контакта можно не указывать начало интервала, в этом случае будут выбраны все данные до конечной даты интервала.

При расчете карт контактов могут быть использованы дополнительные точки для контроля над поверхностью в зонах отсутствия скважин. Дополнительными точками могут быть как точки контура, так и одиночные точки заданные вручную. Для добавления точек установите флажок **Дополнительные точки** и щелкните кнопку **Параметры**. Откроется окно *Дополнительные точки*.



Если имеется подготовленный файл с точками, выберите **Из файла**, и в открывшемся диалоге выберите нужный файл. В зависимости от формата выбранного файла установите или снимите флажок **С номерами скважин**.

Другой способ – автоматически рассчитать дополнительные точки в межскважинном пространстве. Для этого выберите **Расставить по прямоугольной сетке** и укажите **шаг** расстановки дополнительных точек.



На панели **Результующая карта** указывается имя файл сетки, которое не может быть изменено, так как файлы контактов должны иметь фиксированные имена (gvk.grd или vnk.grd).

Если при расчете карты по аналогу рассчитываемая карта не должна быть ниже (или выше) аналога установите флажок **Ограничить аналогом** и выберите в списке вариант ограничения **снизу** или **сверху** соответственно.

На вкладке **Параметры** задаются параметры интерполяции карты невязок, параметры сетки и опции фильтра.

Параметры сетки			
	Минимум	Максимум	Узлов
X:	8000	149900	1420
Y:	28000	245000	2171

### Параметры интерполяции

- **Ошибка** – погрешность интерполяции ( $\geq 0$ ). Если требуется указать погрешность в процентах, установите флажок «%». Для карт контактов оптимально значение 0.001 (абс.).
- **Константа экстраполяции** – значение, к которому стремится поверхность в бесконечном удалении от исходных точек. Для карты невязок должна быть равна 0.
- **Тренд** – коэффициент сглаживания ( $\geq 0$ ). При значении равном 0 сглаживание отсутствует. При значениях  $> 0$ , интерполируемая поверхность может не совпадать с исходными данными из-за сглаживания. Для карты невязок должен быть равен 0.
- **Плавность** – параметр, контролирующий степень натяжения поверхности. Небольшие значения параметра (5-10) заставляют поверхность быстрее изгибаться при удалении от пунктов наблюдения, что предотвращает образование экстремумов, необусловленных исходными данными, поэтому хорошо подходит для построения карт контактов. Большие значения плавности подходят для построения структурных карт.

### Параметры сетки

При расчете контактов для модели параметры сетки невозможно изменить, так как параметры сетки контакта должны совпадать с параметрами сетки модели.


## Фильтр

Имеется возможность фильтровать замеры контактов в скважинах. Пользователем задается **Радиус фильтра** и максимальный «возраст» замера, на который действие фильтра не распространяется (в поле **Фильтровать замеры старше**). Данная опция позволяет не учитывать при расчете «старые» замеры ГВК, если вблизи (внутри заданного радиуса фильтра) имеются более новые.

В поле **Расчет по замерам не старше** можно задать максимальный возраст используемых для расчета замеров. Замеры, старше указанного срока, используются для контроля, чтобы поверхность контакта не прошла ниже этих замеров.

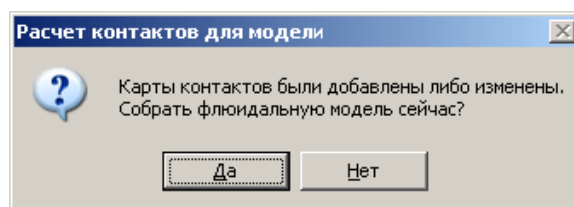
Чтобы исключить из расчета конкретные скважины введите их номера через запятую (,) в поле **Исключить скважины**.

Для запуска щелкните кнопку **Расчет**. По завершении расчета в правой части окна появится анимированный значок «ОК» и кнопка **Отчет**, с помощью которой можно просмотреть подробный отчет о построении карты.

Для просмотра полученной карты щелкните кнопку  на панели **Результирующая карта**.

После расчета всех карт контактов закройте окно, после чего появится сообщение предлагающее собрать полученные карты в модель.

Щелкните **Да** для сборки карт контактов во флюидальную модель. В случае отказа сборку можно выполнить позднее, как описано в следующем пункте.

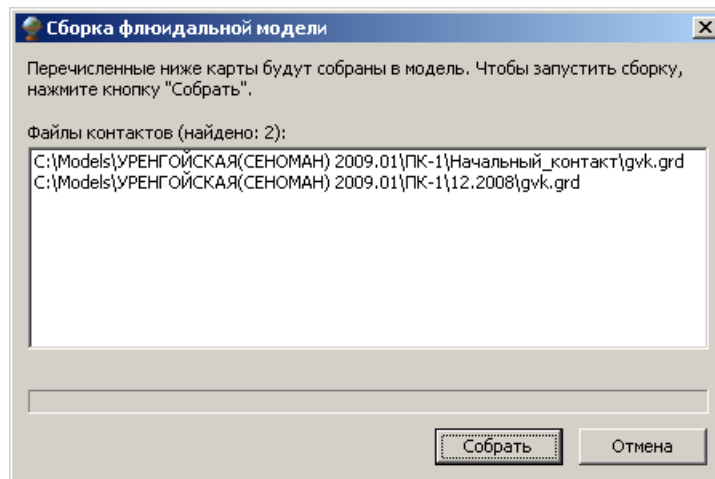


## Сборка модели

Сборка модели необходима для сборки (объединения) рассчитанных карт контактов в единый файл модели. Выберите команду **Модель | Флюидальная | Сборка модели** или



щелкните кнопку **Флюидальная** панели инструментов и в выпавшем меню выберите соответствующую команду. Появится окно *Сборка флюидальной модели*.



Для сборки в модель выполняется поиск всех файлов сеток, имеющих имена gvk.grd или vnk.grd в зависимости от типа контакта в директориях {пласт}\{имя интервала}. Сетки должны иметь такие же параметры, как у модели, иначе выдается сообщение об ошибке.

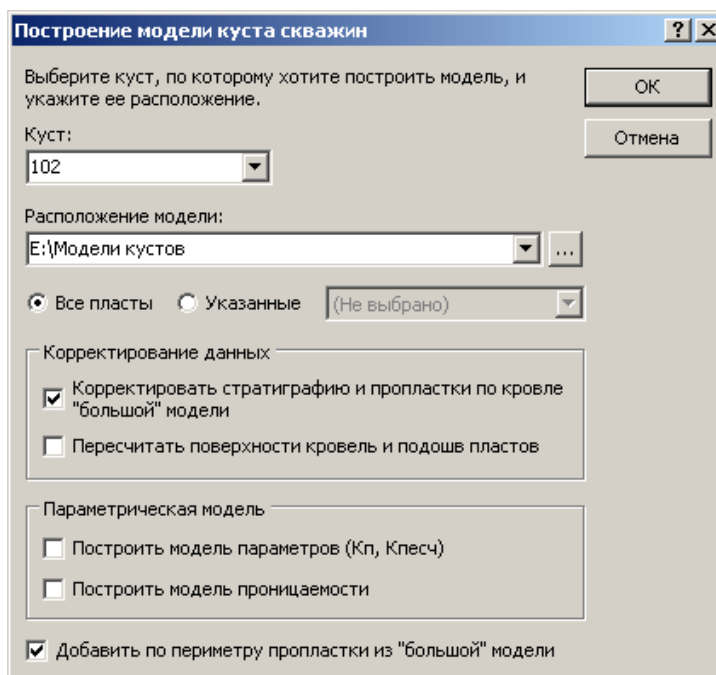
Перед сборкой найденные файлы отображаются в списке. Для запуска сборки щелкните **Собрать**.

## Глава 6. Операции с моделями


### Построение модели куста скважин

Для построения секторной модели зоны вокруг куста скважин на основе общей модели месторождения воспользуйтесь специальной функцией построения модели куста скважин.

Выберите команду **Модель | Модель куста**, появится окно *Построение модели куста скважин*.



В поле **Куст** задается номер куста, модель которого планируется построить. Номер куста можно ввести либо выбрать в выпадающем списке, который содержит номера всех кустов площади текущей модели.

В поле **Расположение модели** указывается папка, в которой будет построена модель куста. Расположение модели можно ввести либо выбрать в диалоге, нажав кнопку . Полный путь до модели куста формируется автоматически следующим образом:

$\{\text{Расположение модели}\} \backslash \{\text{Имя текущей модели}\}$  (куст <N>),  
где: <N> – номер куста.

Папка для модели куста должна отсутствовать либо быть пустой, иначе перед началом построения будет предложено очистить эту папку, либо выбрать другую.

По умолчанию модель куста строится по всем пластам, входящим в «большую» модель. Чтобы выбрать пласты для модели куста, выберите переключатель **Указанные**, и в выпадающем списке отметьте флажками желаемые пласты.

## Корректирование данных

**Корректировать стратиграфию и пропластки по кровле «большой» модели** указывает на необходимость точной посадки скважин на кровлю верхнего пласта. Различие между кровлей скважины по стратиграфии и кровлей по модели возникает у скважин, по которым не строилась каркасная модель (обычно это невертикальные скважины из-за погрешностей в данных инклинометрии).

**Пересчитать поверхности кровель и подошв пластов** указывает на необходимость уточнения поверхностей кровель и подошв пластов по всем используемым в построении скважинам.

На панели **Параметрическая модель** можно выбрать модели параметров для расчета.

## Расчет

Для запуска расчета щелкните **ОК**, после чего появится окно *Параметры построения модели куста*.

Параметры сетки модели				
	Минимум	Максимум	Шаг	Узлов
X:	104800	105100	10	31
Y:	122100	122600	10	51

Участвующие скважины:

- 1021
- 1022
- 1023
- 1024

Выбрать все    Вертикальные    Отменить выбор

ОК    Отмена

В верхней части окна можно изменить параметры сетки будущей модели. По умолчанию границы модели определяются по границам забоев всех скважин куста с небольшим отступом.

В нижней части окна перечислены все скважины выбранного куста. По умолчанию в построении модели участвуют все скважины. Исключить скважину из построения можно сняв флажок напротив соответствующего номера скважины. Кнопки внизу списка скважин позволяют: выбрать все скважины (**Выбрать все**), выбрать только вертикальные скважины (**Вертикальные**) или снять выбор со всех скважин (**Отменить выбор**).

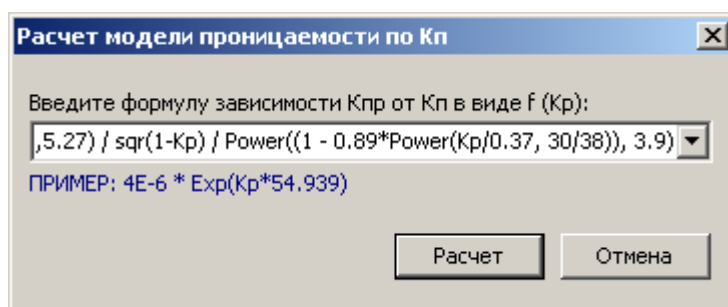
Нажмите **ОК** для построения модели.

По окончании процесса построения, модель добавляется в список моделей и готова для работы. Чтобы открыть модель, на основе которой была построена модель куста, выберите команду меню **Файл | Открыть родительскую модель**.

## Модель проницаемости из модели пористости

Данная функция позволяет рассчитать модель проницаемости из модели пористости по задаваемой пользователем формуле зависимости  $K_{пр}$  от  $K_n$ . Использование данной функции оправдано в моделях тех месторождений, где  $K_{пр}$  определяется непосредственно из  $K_n$ , соответственно отпадает необходимость расчета модели проницаемости путем интерполяции.

Выберите команду **Модель | Модель проницаемости по  $K_n$** , появится окно *Расчет модели проницаемости по  $K_n$* .



Введите формулу зависимости  $K_{пр}$  от  $K_n$  в виде  $f(K_n)$  и щелкните **Расчет**.

## Экспорт модели

Предусмотрен экспорт модели в программные пакеты геологического и гидродинамического моделирования. В данный момент детальная параметрическая модель может быть экспортирована в форматах **ROFF ASCII**, **ROFF Binary** и **ECLIPSE GRDECL**.

Выберите пункт меню **Файл | Экспорт модели**, появится окно *Экспорт детальной модели*.

	Минимум	Максимум	Шаг	Узлов
X:	8000	149900	100	1420
Y:	28000	245000	100	2171

На панели **Модель для экспорта** выводится название и файл структуры текущей модели предназначенной для экспорта. Можно выбрать другую модель, щелкнув кнопку

В выпадающем списке **Формат** выбирается формат для экспорта. Предпочтительней использовать *ROFF Binary*, так как модель в этом формате занимает существенно меньше места и быстрее импортируется.

В поле **Имя файла** задается имя и расположение файла трехмерной сетки. Имя файла можно ввести или выбрать в диалоге, щелкнув кнопку

В окне **Параметры** выбираются параметры для экспорта. В зависимости от формата параметры в выходном файле записываются в соответствующие секции, названия которых приведены в следующей таблице:

Параметр	Секция в ECLIPSE	Секция в ROFF
Пористость (Кп)	PORO	PORO
Песчанность (Кпес)	NTG	NTG
Проницаемость (Кпр)	PERMZ	KZ
Нефтегазонасыщение (Кнг)	SGAS	SGAS

На панели **Параметры сетки в плане** задаются параметры сетки в плане, изначально они совпадают с параметрами исходной модели. Чтобы их изменить снимите флажок **Как у исходной модели**. В полях **Минимум** и **Максимум** можно задать границы области экспортирования по **X** и **Y**, если требуется экспортировать только фрагмент модели. Шаги сетки задаются в полях **Шаг**. Шаг должен быть кратен и не может быть меньше шага исходной модели. В полях **Узлов** отображается число узлов по **X** (столбцов) и **Y** (строк).

На панели **Смещение координат** в полях **DX** и **DY** можно указать величину сдвига координат для экспортируемой модели вдоль осей **X** и **Y** соответственно.

На панели **Строение сетки по вертикали** выбираются способ и параметры задания слоев трехмерной сетки.

Существует два способа разбиения пространства на слои: *постоянное число слоев* и *постоянная мощность ячейки*. Выбор способа разбиения на слои должен основываться на принципе максимального повторения формой слоев сетки особенностей напластования пород.

### Постоянное число слоев

Данный способ предпочтителен при согласном залегании. Трехмерная сетка задается двумя граничными поверхностями верхней и нижней (обычно кровлей и подошвой) и числом слоев между ними. Таким образом, мощность слоев непостоянна и изменяется пропорционально мощности зоны, то есть расстоянию между граничными поверхностями.

Число слоев сетки задается в поле **Слоев**. Количество слоев следует выбирать исходя из общей мощности экспортируемой зоны и желаемой средней мощности слоя. Для определения средней мощности слоя при выбранном числе слоев, щелкните **определить**.

Если установлен флажок **Конформно границам каждого пласта**, то слои будут созданы согласно кровле и подошве внутри каждого пласта, иначе – согласно выбранным верхней и нижней поверхностям.

Верхняя и нижняя поверхность выбирается щелчком по соответствующей кнопке. В появившемся окне можно задать поверхность



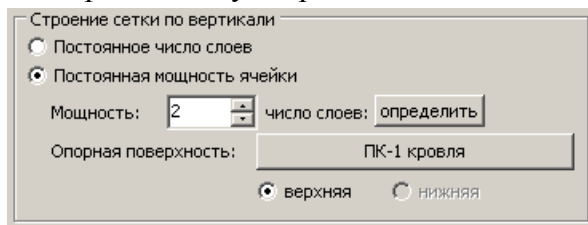
двумя способами: одной из реперных поверхностей из модели (кровлей или подошвой) выбрав переключатель **Репер** либо файлом сетки, выбрав переключатель **Сетка**, при этом параметры сетки должны полностью совпадать с параметрами сетки исходной модели.

### Постоянная мощность ячейки

Этот способ может быть использован при несогласном залегании, наличии размывов и т.п. Трехмерная сетка задается опорной поверхностью и величиной мощности каждого слоя. Опорная поверхность может быть верхней либо нижней. В первом случае слои сетки следуют сверху от опорной поверхности вниз, во втором – снизу вверх.

Мощность слоя задается в поле **Мощность**. Для определения числа слоев при выбранной мощности ячейки щелкните **определить**.

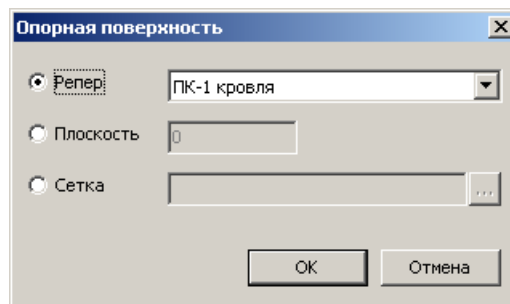
Опорную поверхность можно выбрать, щелкнув одноименную кнопку.



В появившемся окне **Опорная поверхность** можно задать поверхность тремя способами.

Если в качестве опорной поверхности будет использоваться кровля или подошва пласта, выберите **Репер** и в выпадающем списке выберите соответствующий репер.

Чтобы использовать в качестве опорной поверхности горизонтальную плоскость, выберите **Плоскость** и задайте глубину плоскости.



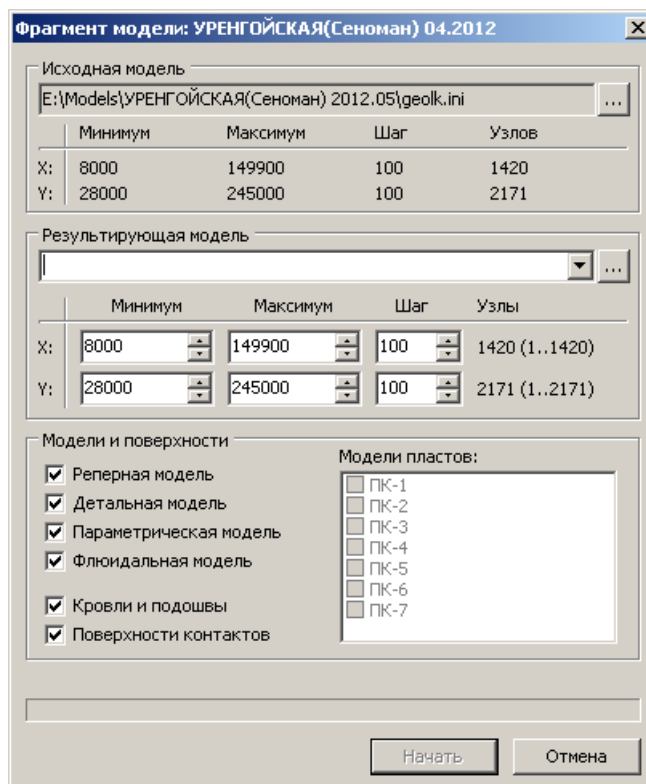
Для задания опорной поверхности из файла, выберите **Сетка** и укажите файл сетки в появившемся диалоге, при этом параметры сетки должны полностью совпадать с параметрами сетки исходной модели.

Тип опорной поверхности (верхняя или нижняя) задается соответствующим переключателем. Кровля верхнего пласта и подошва нижнего пласта не могут выступать в качестве нижней и верхней опорных поверхностей соответственно.

Для запуска процесса экспорта щелкните кнопку **Экспорт**.

### Фрагмент модели

Данная функция позволяет получить фрагмент исходной модели, задаваемый прямоугольной областью, либо уменьшить число узлов за счет прореживания сетки исходной модели. Выберите команду **Модель | Фрагмент**, появится окно *Фрагмент модели*.



На панели **Исходная модель** отображаются файл структуры и параметры сетки исходной модели. Выбрать другую модель можно щелкнув кнопку **...**.

На панели **Результирующая модель** задается директория, в которую будет записана результирующая модель. Путь можно ввести либо выбрать в диалоге, щелкнув кнопку **...**.

Границы фрагмента указываются в полях **Минимум** и **Максимум**. Границы должны полностью лежать внутри границ исходной модели. Шаги сетки результирующей модели задаются в полях **Шаг**. Шаги должны быть кратны шагам исходной модели. В колонке **Узлы** отображается число узлов по X и Y в результирующей модели, а так же первый и последний узел фрагмента относительно узлов исходной модели.

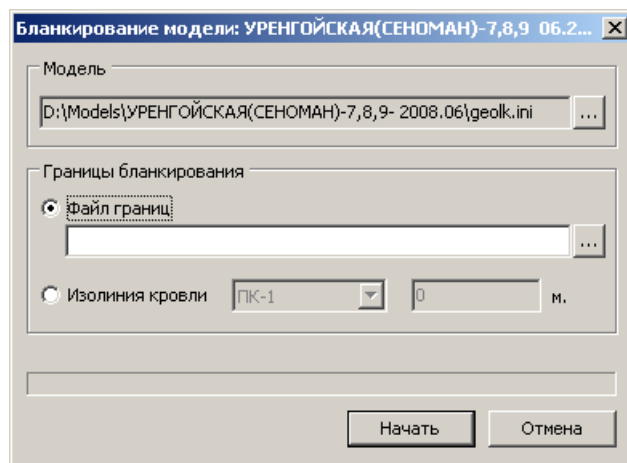
На панели **Модели и поверхности** выбираются типы моделей и поверхностей, фрагмент которых требуется получить. В списке **Модели пластов** можно указать пласты, модели которых необходимо извлечь. Если модели отсутствуют, то соответствующие флажки недоступны.


Для запуска процесса извлечения щелкните кнопку **Начать**.

## Бланкирование модели


Данная функция позволяет бланкировать модель за пределами указанных границ. Бланкирование модели имеет смысл в случае, когда законтурная область модели имеет существенную площадь. В процессе бланкирования происходит отбрасывание информации о пропластках в зонах бланкирования, что в итоге позволяет сократить размер модели. Бланкированию не подвергается реперная и флюидальная модели.

Выберите команду **Модель | Бланкирование**, появится окно *Бланкирование модели*.



На панели **Модель** отображается файл структуры модели, предназначенной для бланкирования. Для выбора другой модели щелкните кнопку .

На панели **Границы бланкирования** выбирается вариант задания границ, за пределами которых требуется выполнить бланкирование модели.

Если границы бланкирования будут заданы в виде файла границ (\*.bln), выберите переключатель **Файл границ** и укажите желаемый файл, введя его имя или выбрав в диалоге, щелкнув кнопку .

Другой вариант – использовать в качестве границы бланкирования изолинию кровли, какого либо пласта. Для этого выберите переключатель **Изолиния кровли**, в выпадающем списке выберите нужный пласт, а в поле справа укажите значение изолинии.

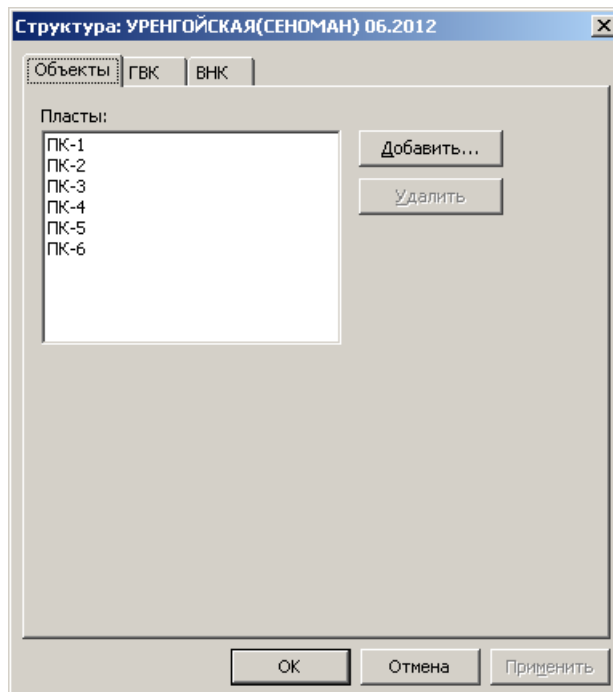
Для запуска щелкните **Начать**. После бланкирования, создаются копии файлов исходной модели до бланкирования с расширением .BAK.

## Добавление/удаление пластов

Имеется возможность изменять структуру существующей модели: добавлять и удалять пласты. Для этого выберите команду меню **Модель | Структура** или щелкните кнопку



панели инструментов, появится окно *Структура*.



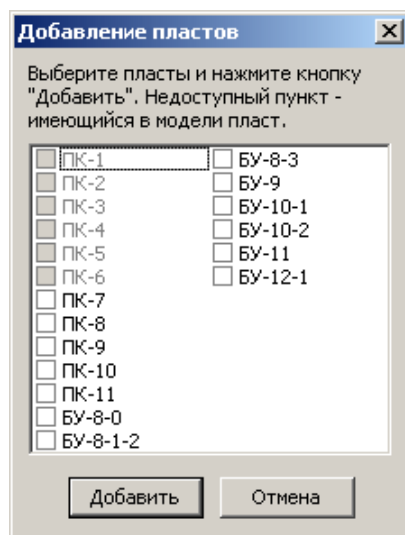
На первой вкладке **Объекты** в списке **Пласты** отображаются все пласты текущей модели.

Чтобы удалить пласты из модели выберите в списке один или более пластов (при помощи клавиш *Ctrl* или *Shift*) и нажмите кнопку **Удалить**.

При удалении пластов удаляются записи об этих пластах в структуре модели, но не информация из самой модели, если она уже построена.

Фактически пласты из модели будут удалены только после повторной сборки реперной модели и склейки детальных моделей пластов.

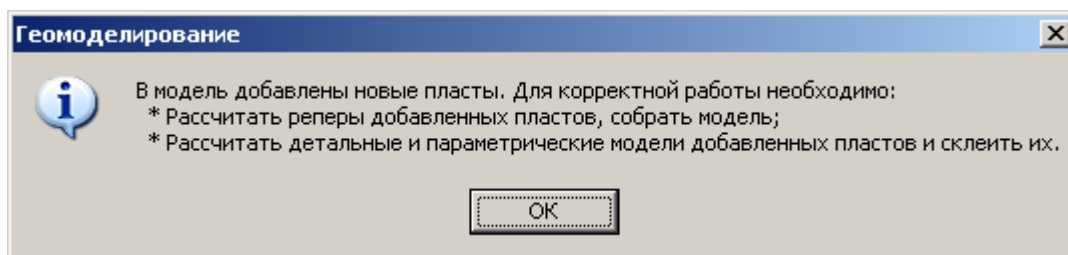
Чтобы добавить новые пласты в модель щелкните кнопку **Добавить**. Если в модели присутствуют все пласты, которые есть БД, то есть добавлять нечего, выдается сообщение **Нет пластов для добавления**. В противном случае появится окно *Добавление пластов*.



В списке отображаются все пласты площади текущей модели. Имеющиеся в модели пласты недоступны и выделены серым цветом.

Отметьте желаемые пласты и нажмите кнопку **Добавить**.

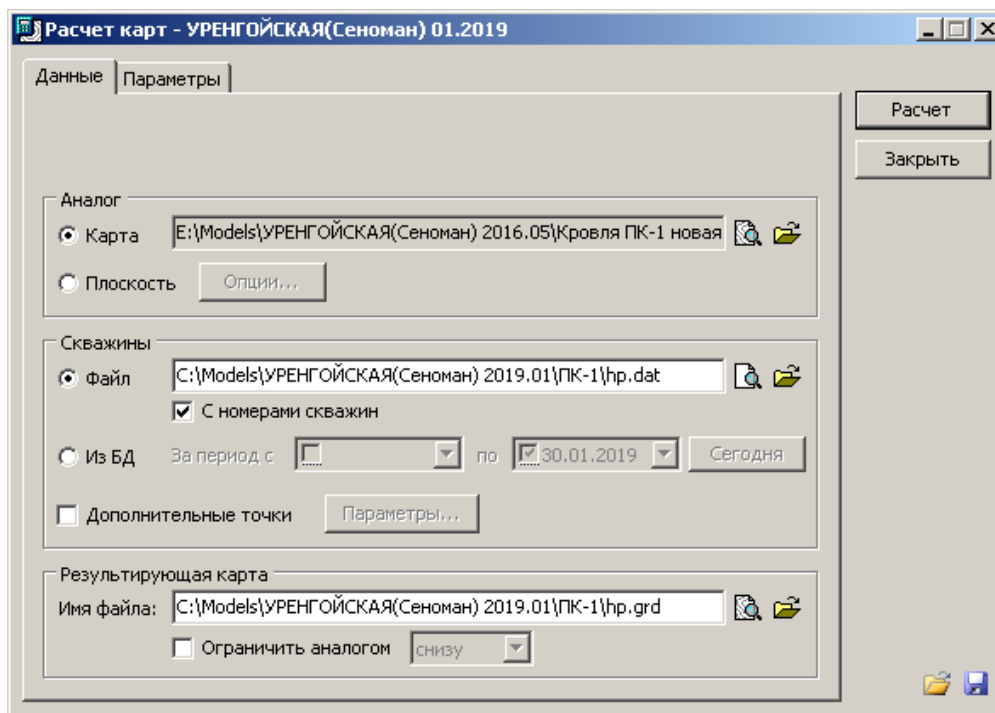
Если перед добавлением пластов модель уже была построена, то необходимо выполнить полный цикл построения модели для этих пластов. В этом случае при закрытии окна **Структура** выводится напоминание, с указанием моделей, которые требуется перестроить и действий, которые следует выполнить для добавленных пластов.





## Глава 7. Работа с картами

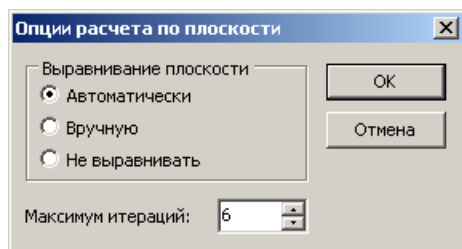
### Расчет карт

Данная функция предназначена для расчета структурных карт, карт контактов и параметров. Выберите команду **Карта | Расчет карт**, появится окно *Расчет карт*.



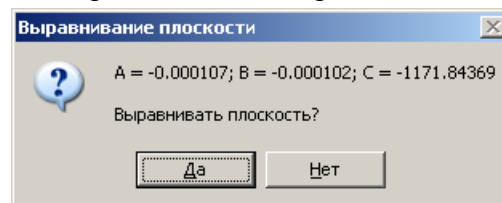
При расчете карты используется аналог: карта либо плоскость. Если в качестве аналога используется имеющаяся карта, то на панели **Аналог** нужно выбрать переключатель **Карта** и, щелкнув кнопку  в появившемся диалоге, выбрать файл сетки. Для просмотра выбранной карты щелкните кнопку .

Второй вариант аналога – рассчитываемая плоскость, обычно применяется при расчете карт начального ГВК (ВНК). Для этого выберите переключатель **Плоскость**, при этом станет доступна кнопка **Опции**. Щелкнув кнопку, откроется окно *Опции расчета по плоскости*, в котором можно задать параметры расчета по плоскости.




На панели **Выравнивание плоскости** задается режим приближения рассчитываемой плоскости к горизонтальной:

- **Автоматически** – плоскость будет максимально приближена к горизонтальной, насколько позволяют исходные данные;



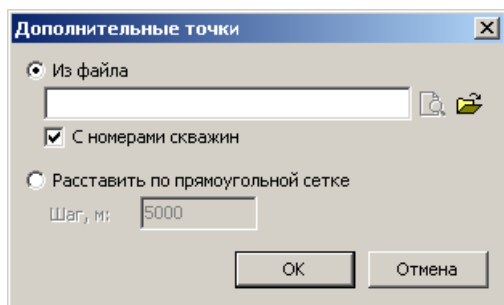
- **Вручную** – процесс выравнивания плоскости контролируется пользователем в диалоговом режиме. Циклически выводится диалог с текущими коэффициентами плоскости. Для продолжения выравнивания следует щелкнуть **Да**, в противном случае – **Нет**.
- **Не выравнивать** – после вычисления коэффициентов плоскости, дальнейшее выравнивание не выполняется.

**Максимум итераций** отвечает за максимальное число итераций при выравнивании плоскости.

Далее выбирается источник скважинных данных на панели **Скважины**. Если данные находятся в файле, установите переключатель **Файл** и выберите желаемый файл в диалоге, щелкнув кнопку , либо введите имя файла вручную. Установите флажок **С номерами скважин**, если первая колонка в файле – номер скважины.


Данные по контакту могут быть выбраны прямо из БД, для этого установите переключатель **Из БД** и в полях справа укажите начало и конец интервала. Кроме того станут доступны поля с списками **Контакт** и **Пласт(ы)**, в которых нужно выбрать тип контакта и пласт. Для выбора данных по начальному контакту оставьте оба поля пустыми. Для текущего контакта можно не указывать начало интервала, в этом случае будут выбраны все данные до конечной даты интервала.

При расчете карт контактов могут быть использованы дополнительные точки для контроля над поверхностью в зонах отсутствия скважин. Дополнительными точками могут быть как точки контура, так и одиночные точки заданные вручную. Для добавления точек установите флажок **Дополнительные точки** и щелкните кнопку **Параметры**. Откроется окно *Дополнительные точки*.



Если имеется подготовленный файл с точками, выберите **Из файла**, и в открывшемся диалоге выберите нужный файл. В зависимости от формата выбранного файла установите или снимите флажок **С номерами скважин**.

Другой способ – автоматически рассчитать дополнительные точки в межскважинном пространстве. Для этого выберите **Расставить по прямоугольной сетке** и укажите **шаг** расстановки дополнительных точек.

На панели **Результирующая карта** указывается имя файл сетки. Выбор файла результирующей карты выполняется в диалоге, щелкнув кнопку . Если рассчитываемая карта позже будет собрана в модель (карта кровли, подошвы или карта контакта), то имя файла должно быть фиксированным:

- {пласт}\hk.grd для карты кровли;
- {пласт}\hp.grd для карты подошвы;

- {пласт}\{имя интервала}\gvk.grd для карты ГВК;
- {пласт}\{имя интервала}\vnk.grd для карты ВНК;

Если при расчете карты по аналогу рассчитываемая карта не должна быть ниже (или выше) аналога установите флажок **Ограничить аналогом** и выберите в списке вариант ограничения **снизу** или **сверху** соответственно.


На вкладке **Параметры** задаются параметры интерполяции карты невязок.

- **Ошибка** – погрешность интерполяции ( $\geq 0$ ). Если требуется указать погрешность в процентах, установите флажок «%» Для структурных карт и карт контактов оптимально значение 0.001 (абс.).
- **Константа экстраполяции** – значение, к которому стремится поверхность в бесконечном удалении от исходных точек. Для карты невязок должна быть равна 0.
- **Тренд** – коэффициент сглаживания ( $\geq 0$ ). При значении равном 0 сглаживание отсутствует. При значениях  $> 0$ , интерполируемая поверхность может не совпадать с исходными данными из-за сглаживания. Для карты невязок должен быть равен 0.
- **Плавность** – параметр, контролирующий степень натяжения поверхности. Небольшие значения параметра (5-10) заставляют поверхность быстрее изгибаться при удалении от пунктов наблюдения, что предотвращает образование экстремумов, необусловленных исходными данными, поэтому хорошо подходит для построения карт контактов. Большие значения плавности подходят для построения структурных карт.

Если в качестве аналога выбрана плоскость, то на панели **Параметры сетки** можно задать параметры сетки рассчитываемой карты. Если рассчитываемая карта позже будет собрана в модель (карта кровли, подошвы или карта контакта), то параметры сетки должны совпадать с параметрами сетки модели.

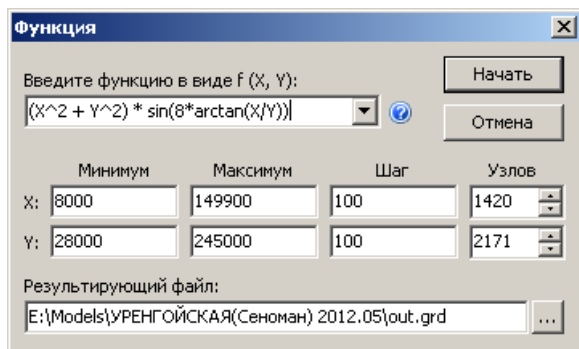
Для запуска щелкните кнопку **Расчет**. По завершении расчета в правой части окна появится анимированный значок **ОК** и кнопка **Отчет**, с помощью которой можно просмотреть подробный отчет о построении карты.




Для просмотра полученной карты щелкните кнопку  на панели **Результирующая карта**.

## Функция

Данная функция позволяет вычислять карту на основе заданной пользователем функции в виде  $f(X, Y)$ . Значения в узлах сетки вычисляются по формуле на основании координат узлов  $(X, Y)$ . Выберите **Карта | Функция**, появится окно *Функция*.



В верхнем поле задается желаемая формула. Возможна комбинация логических выражений и использование функции *IF*. Список доступных функций и операторов можно просмотреть, щелкнув кнопку .

Ниже задаются параметры сетки и имя файла результирующей карты.

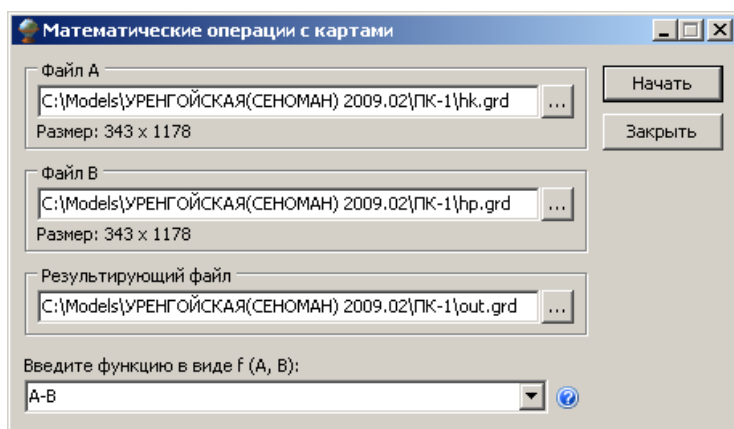
Изначально параметры сетки устанавливаются теми же что и у модели.

Например, данная функция может быть использована для построения наклонной плоскости, которая будет использована в качестве аналога для расчетов (например, в качестве аналога при расчете карт ГВК).

## Математические операции

### Простой вариант


Данный вариант предназначен для выполнения математических операций над двумя картами, либо картой и константой. Размеры сеток при этом должны совпадать. Выберите **Карта | Математические операции**, появится окно *Математические операции с картами*.



На панелях **Файл А** и **Файл В** выбираются исходные файлы для выполнения математических операций. Файлу, указанному на панели **Файл А** в формуле соответствует переменная *A*, файлу, указанному на панели **Файл В** – переменная *B*.

Если в формуле используются оба файла, то размеры их сеток должны совпадать.

На панели **Результирующая карта** выбирается имя файла результирующей карты.


В нижнем поле задается формула в виде  $f(A, B)$ , если используются обе карты, либо  $f(A)$  или  $f(B)$ , если используется одна. Возможна комбинация логических выражений и использование функции *IF*. Список доступных функций и операторов можно просмотреть, щелкнув кнопку .

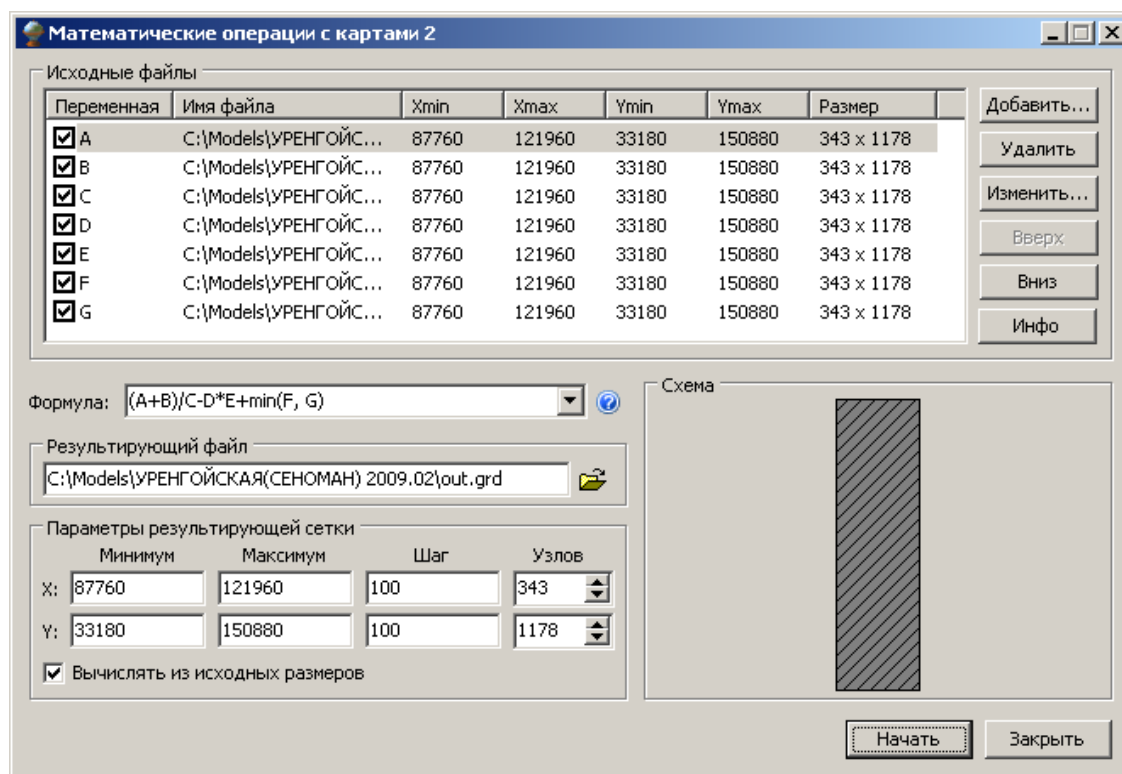
## Расширенный вариант


Данный вариант предназначен для выполнения математических операций над неограниченным числом карт, причем параметры исходных сеток могут быть различны. Выберите **Карта | Математические операции 2**, появится окно *Математические операции с картами 2*.

На панели **Исходные файлы** назначаются исходные сетки и соответствующие им переменные для вычисления. Для добавления сеток щелкните кнопку **Добавить** и в открывшемся диалоге выберите один или более файлов сеток. Для удаления выделенной сетки щелкните **Удалить**. С помощью кнопки **Изменить** можно выбрать другой файл для выделенной карты. Изменить положение карты в списке можно при помощи кнопок **Вверх** и **Вниз**. Для получения детальной информации о выделенной сетке, щелкните кнопку **Инфо**.

Чтобы изменить переменную для карты, выделите ее в списке и щелкните мышкой, введите новое имя переменной и нажмите *Enter*. Переменная должна начинаться с буквы латинского алфавита или символа «\_», далее могут следовать буквы латинского алфавита, цифры и символ «\_». Так же переменная не может совпадать с зарезервированными словами (*and, or, not, xor* и т.д.). Чтобы сетка не участвовала в расчете, снимите у нее флажок.

В поле **Формула** введите желаемую формулу. Возможна комбинация логических выражений и использование функции *IF*. Список доступных функций и операторов можно просмотреть, щелкнув кнопку .



В поле **Результирующий файл** задается файл результирующей сетки. Введите имя или выберите в диалоге, щелкнув кнопку .

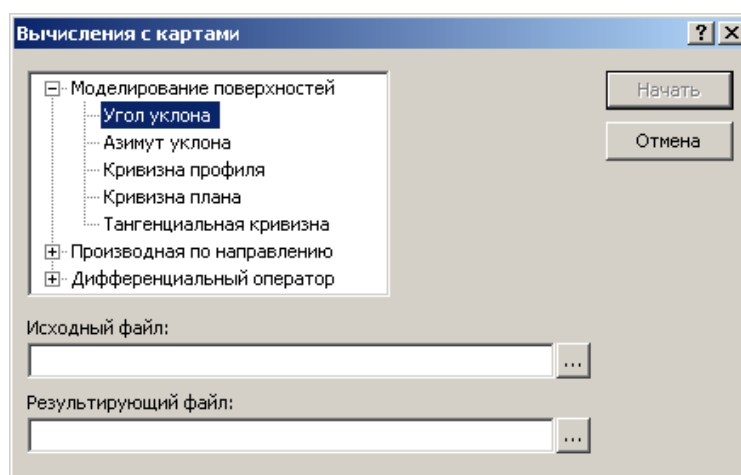
На панели **Параметры результирующей сетки** задаются границы и шаги или число узлов в по X и Y. Если установлен флажок **Вычислять из исходных размеров**, то при добавлении или удалении исходных сеток параметры результирующей сетки будут вычисляться автоматически, на основании минимальной области, являющейся общей для всех исходных сеток.

На панели **Схема** отображается схема расположения исходных сеток. Красной штриховкой отображается выделенная в списке сетка.

## Вычисления

Вычисления на основе поверхности предоставляют собой набор инструментов для интерпретации поверхностей. Вычисления могут помочь определить такие числовые характеристики поверхности, которые могут быть неочевидными при просмотре карты в изолиниях или в 3D-виде.

Выберите **Карта | Вычисления**, появится окно *Вычисления с картами*.



Вычисления разбиты на три группы:

- *Моделирование поверхностей;*
- *Производная по направлению;*
- *Дифференциальный оператор.*

### Моделирование поверхностей

Результаты моделирования основаны на направлении градиента (направлении наибольшего уклона в данной точке), а не на заранее заданном направлении, как в случае *Производной по направлению*.

В этой группе пять функций: *Угол уклона*, *Азимут уклона*, *Кривизна профиля*, *Кривизна плана* и *Тангенциальная кривизна*.

**Угол уклона** вычисляет значение максимального уклона поверхности в каждом узле сетки. Получаемые значения – угол, измеряемый в градусах, изменяющийся от 0 (горизонтальная поверхность) до 90 (вертикальная).

**Азимут уклона** вычисляет направление максимального уклона поверхности для каждого узла сетки. Это направление всегда перпендикулярно изолиниям. Направление уклона отсчитывается от направления на север по часовой стрелке в градусах.

**Кривизна** профиля определяет степень изменения наклона поверхности в направлении градиента (направление противоположное азимуту уклона) для каждого узла сетки. Отрицательные значения характеризуют выпуклые области и указывают на ускорение потока воды по поверхности. Положительные значения характеризуют впадины и указывают на замедление потока по поверхности.

**Кривизна плана** отражает степень изменения азимута уклона измеренного в горизонтальной плоскости, и является мерой кривизны изолиний на контурной карте. Отрицательные значения указывают расхождение потока воды на поверхности, а положительные – схождение потока.

**Тангенциальная кривизна** измеряет кривизну в отношении вертикальной плоскости, перпендикулярной направлению градиента или по касательной к изолиниям. Отрицательные и положительные области означают то же, что и у *Кривизны плана*, но значения кривизны другие. *Тангенциальная кривизна* равна *Кривизне плана* умноженной на синус угла уклона.

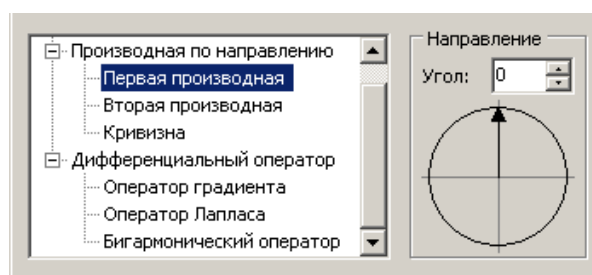
## Производная по направлению

Производные по направлению предоставляют информацию о наклоне или степени изменения наклона поверхности в заданном направлении. Поскольку при расчете учитывается заданное направление, то угол уклона или степень изменения уклона могут быть не самыми максимальными в данной точке.

Доступны три функции: *Первая производная*, *Вторая производная* и *Кривизна*.

Когда выбрана одна из этих функций, появляется панель **Направление** для задания угла направления.

Направление задается в градусах и отсчитывается от направления на север по часовой стрелке.



**Первая производная** вычисляет наклон поверхности в каждом узле вдоль заданного направления. Если в конкретной точке поверхность направлена вверх, то наклон положительный, если вниз – отрицательный. Наклон вычисляется как отношение подъема к расстоянию, поэтому, когда наклон стремится к вертикали, его значение стремится к положительной или отрицательной бесконечности.

**Вторая производная** вычисляет степень изменения наклона поверхности в каждом узле вдоль заданного направления. Если наклон направлен вверх, то степень изменения положительная, если вниз – отрицательная.

**Кривизна** – это мера степени изменения угла наклона касательной плоскости на линии профиля, определяемой плоскостью вдоль заданного направления. *Кривизна* вычисляется как абсолютное значение степени изменения, поэтому всегда является положительным числом. *Кривизна* подобна *Второй производной*.

## Дифференциальный оператор

В этой группе три функции: *Оператор градиента*, *Оператор Лапласа* и *Бигармонический оператор*.

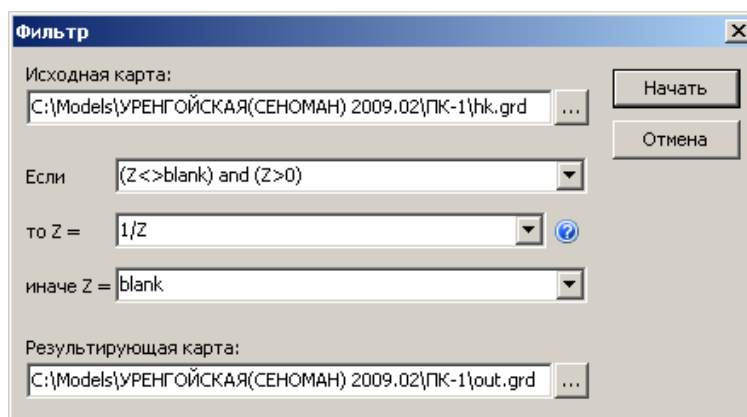
**Оператор градиента** вычисляет значение максимального наклона поверхности (т.е. величину градиента) в каждом узле сетки. Подобен *Углу уклона*, но в отличие от него, вычисляет значение как отношение подъема к расстоянию, а не в градусах. При этом направление градиента противоположно *Азимуту уклона*. *Оператор градиента* равен нулю для горизонтальной плоскости и стремится к бесконечности для вертикальной.

**Оператор Лапласа** вычисляет величину питания или разгрузки в каждой точке поверхности. На сетках, полученных при помощи *Оператора Лапласа*, зоны питания – положительные, зоны разгрузки – отрицательные. Оператор обычно применяется для расчётов в тех областях, где величина локального потока пропорциональна локальному градиенту (например, в гидрогеологии, термодинамике, электродинамике).

**Бигармонический оператор** используется для математического описания таких физических процессов, как: течение вязкой жидкости в пористой среде, изгибание тонкой пластины, функция напряжений при линейной упругости. Результат аналогичен двойному применению *Оператора Лапласа*.

## Фильтр


Функция *Фильтр* позволяет изменять значения в узлах сетки в соответствии с заданными пользователем условиями. Выберите **Карта | Фильтр**, появится окно *Фильтр*.



В полях **Исходная карта** и **Результирующая карта** указываются соответственно входная и выходная сетки.

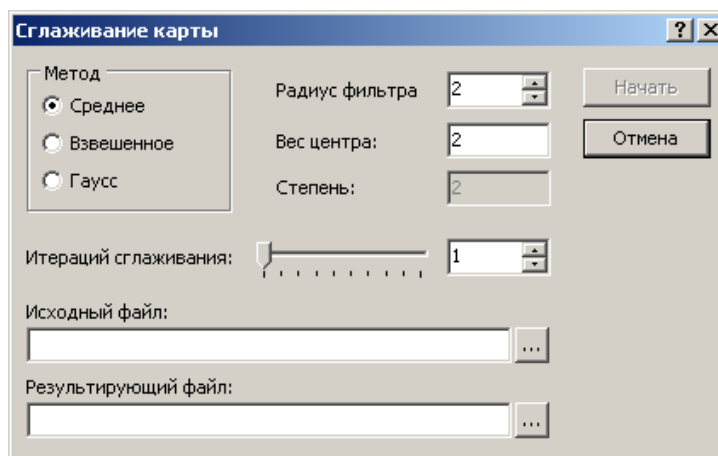
Условие задается в поле **Если**. Переменная *Z* означает значение в узле, *X* и *Y* его координаты. Для проверки узла на признак отсутствия в нем значения используется константа *blank*.

В полях **то Z=** и **иначе Z=** указывается константа или формула, которую следует вычислить, в случае если условие выполняется или не выполняется соответственно. Поле **иначе Z=** может быть пустым.

Список доступных функций и операторов можно просмотреть, щелкнув кнопку .

## Сглаживание

Данная функция позволяет выполнять сглаживание имеющейся карты. Выберите **Карта | Сглаживание**, появится окно *Сглаживание карты*.



Сглаживание выполняется методом скользящего окна. Вычисление нового значения узла получается за счет осреднения значений соседних узлов.

Реализовано три **метода** сглаживания:

- **Среднее.** Все узлы, участвующие в осреднении, имеют одинаковый вес ( $W_{ij} = 1$ ).
- **Взвешенное.** Вес узла обратно пропорционален расстоянию до сглаживаемого узла. Параметр **степень** ( $P$ ) задает темп убывания веса с увеличением расстояния. Чем больше степень, тем быстрее с расстоянием уменьшается вес. Значение степени должно быть  $>0$  и  $\leq 10$ . 
$$W_{ij} = 1 / \sqrt{i^2 + j^2}^P$$

- **Гаусс.** С расстоянием вес узла уменьшается по экспоненте.

$$W_{ij} = \exp(-4((i/R)^2 + (j/R)^2))$$

где:  $R$  – радиус фильтра;

$i, j$  – индекс узла по X и Y в диапазоне  $[-R .. R]$ ;

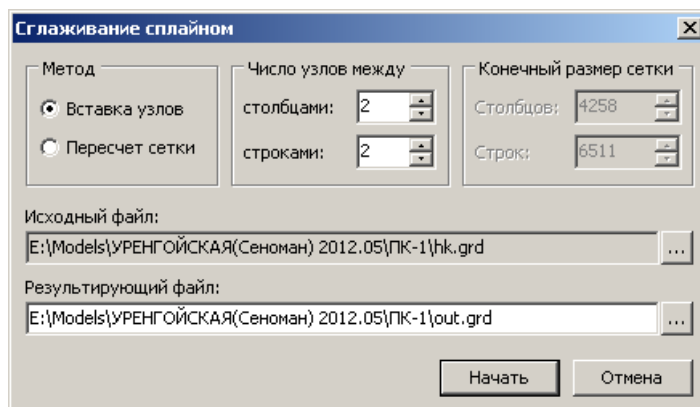
$W_{ij}$  – вес  $i, j$  узла;

Вес сглаживаемого узла (находящегося в центре сглаживающей матрицы), задается в поле **Вес центра** (для методов *среднее* и *взвешенное*). Для того чтобы значение узла сильно не «растворялось» в значениях соседних узлов, его вес задается обычно больше единицы. Размер сглаживающей матрицы задается в поле **Радиус фильтра**. Большие размеры матрицы означают использование большего числа соседних узлов для осреднения, и как следствие, большую степень сглаживания. Большой степени сглаживания можно достичь увеличением числа проходов в поле **Итераций сглаживания**.

В полях **Исходный файл** и **Результирующий файл** указываются соответственно входная и выходная сетки.

## Сплайн-сглаживание

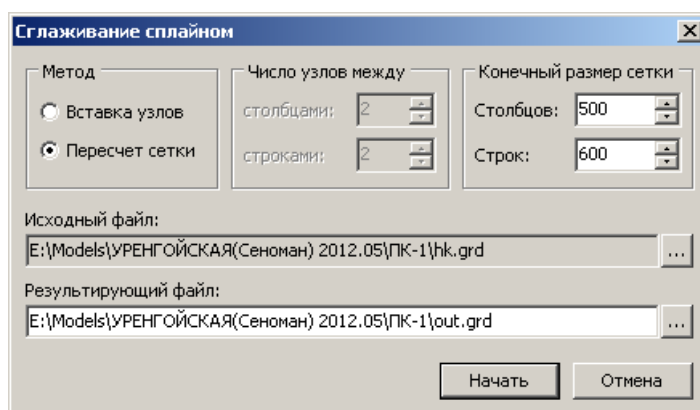
Сплайн-сглаживание позволяет изменять плотность сетки (увеличивать или уменьшать) без потери гладкости поверхности за счет использования кубических сплайнов. Выберите **Карта | Сплайн-сглаживание**, появится диалог выбора файла сетки. После выбора нужной сетки появится окно *Сглаживание сплайном*.



Существует два метода изменения плотности исходной сетки: **Вставка узлов** и **Пересчет сетки**.

В первом методе увеличивается плотность сетки (и соответственно визуальная гладкость) за счет вставки между узлами исходной сетки промежуточных узлов. Таким образом, данные в узлах исходной сетки сохраняются. Количество узлов для вставки между строками и столбцами задается на панели **Число узлов между**. При этом размеры результирующей сетки отображаются на панели **Конечный размер сетки**.

Второй метод позволяет полностью пересчитать сетку в новые размеры, как увеличить ее плотность, так и уменьшить.



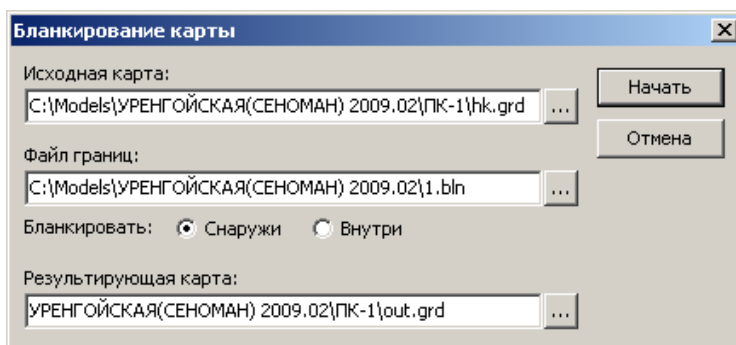
Желаемое число строк и столбцов новой сетки задается на панели **Конечный размер сетки**.

В полях **Исходный файл** и **Результирующий файл** указываются соответственно входная и выходная сетки.



## Бланкирование

Бланкирование предназначено для задания области определения карты, путем присвоения признака отсутствия данных внутри или снаружи указанных границ. Выберите **Карта | Бланкирование**, появится окно *Бланкирование карты*.

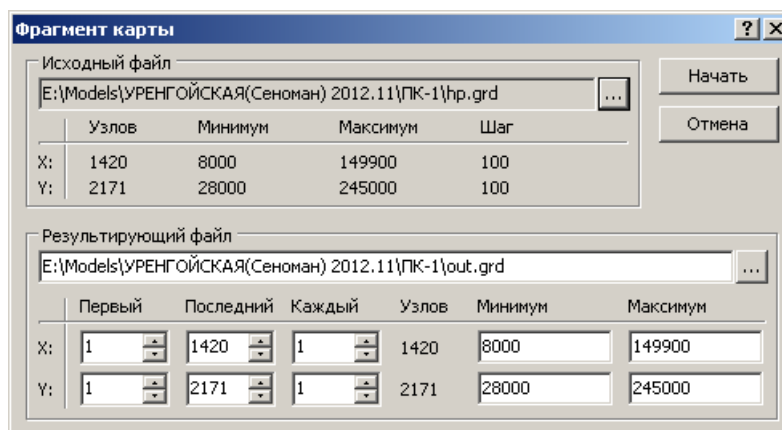


В полях **Исходная карта** и **Результирующая карта** указываются соответственно входная и выходная карты.

Границы бланкирования задаются в виде файла границ в формате .blm (Surfer Blanking). Файл указываются в поле **Файл границ**. Переключатели **Снаружи** и **Внутри** указывают область бланкирования, относительно выбранных границ.

## Фрагмент

Функция *Фрагмент* позволяет получить фрагмент сетки, либо разредить ее. Выберите **Карта | Фрагмент**, в появившемся диалоге выберите файл нужной сетки, появится окно *Фрагмент карты*.



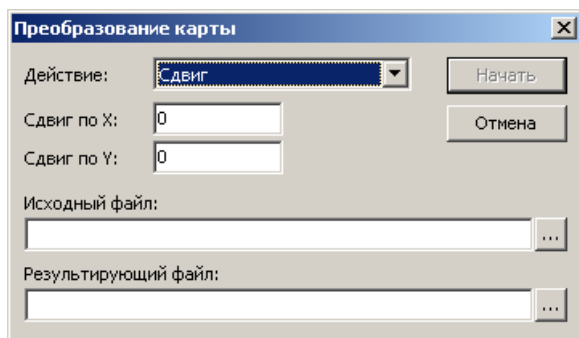
На панели **Исходный файл** отображается имя файла исходной сетки и ее параметры.

На панели **Результирующий файл** выбирается имя выходного файла и параметры фрагмента.

В полях **Первый** и **Последний** указываются первый и последний узлы фрагмента по столбцам и строкам (X и Y). Если требуется разредить сетку, в полях **Каждый** укажите с какой частотой делать выборку из исходной сетки. Величина 1 соответствует отсутствию разрежения, 2 – через один узел и т.д. В столбце **Узлов** отображается число столбцов и строк для выбранного фрагмента. В полях **Минимум** и **Максимум** можно задать границы фрагмента в координатах карты.

## Преобразование

Преобразование предназначено для выполнения различного рода трансформаций над имеющейся картой. Выберите **Карта | Преобразование**, появится окно *Преобразование карты*.



Преобразование включает в себя пять функций:

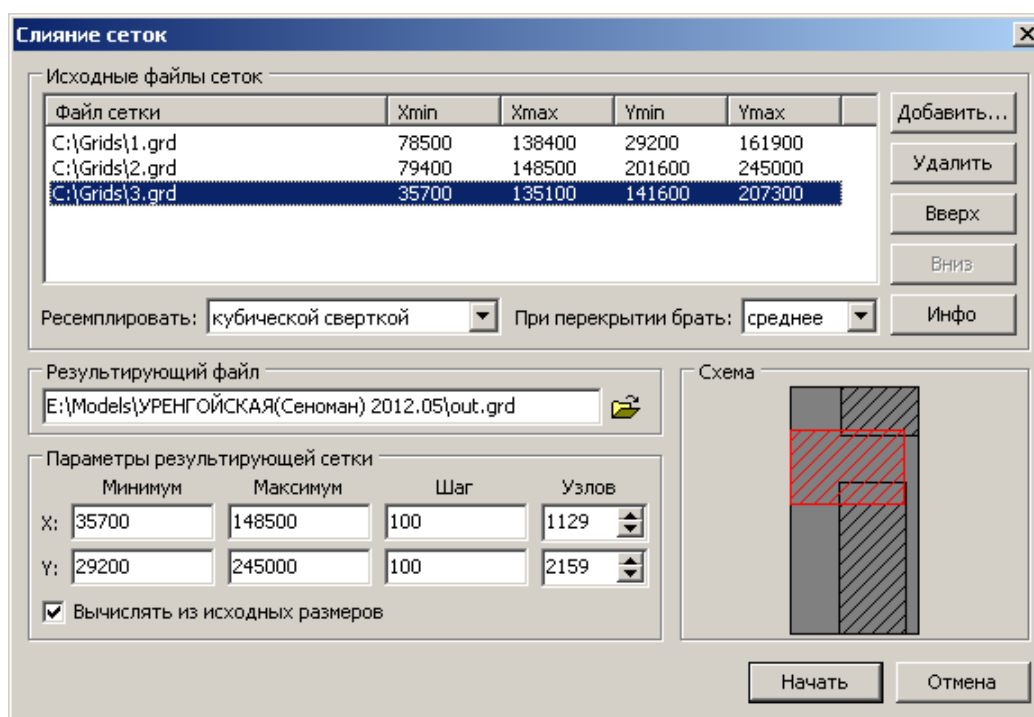
- **Сдвиг.** Карта сдвигается вдоль осей X и Y на заданные величины.
- **Масштаб.** Карта масштабируется (растягивается или сжимается) вдоль осей X и Y в заданное число раз, т.е. фактически изменяется шаг между

узлами сетки.

- **Поворот.** Карта поворачивается по часовой стрелке на угол кратный 90 градусов.
- **Отразить слева направо.** Карта зеркально отражается вдоль вертикальной оси.
- **Отразить сверху вниз.** Карта зеркально отражается вдоль горизонтальной оси.

## Слияние


Функции *Слияние* позволяет объединить несколько расположенных рядом карт в одну. Выберите **Карта | Слияние**, в появившемся диалоге выберите один или более файлов, появится окно *Слияние сеток*.



На панели **Исходные файлы сеток** назначаются исходные сетки. Для добавления сеток щелкните кнопку **Добавить** и в открывшемся диалоге выберите один или более файлов сеток. Для удаления выделенной сетки щелкните **Удалить**. Изменить положение карты в списке можно при помощи кнопок **Вверх** и **Вниз**. Для получения детальной информации о выделенной сетке, щелкните кнопку **Инфо**.

Способ вычисления значения сетки (когда узлы исходной и результирующей сеток не совпадают), задается в выпадающем списке **Ресемплировать**. Вариант **кубическая свертка** дает лучший результат благодаря использованию 16 соседних узлов для вычисления значения, в то время как **билинейная интерполяция** только 4. Однако первый вариант требует больше ресурсов процессора.

Если сетки частично перекрываются, то способ вычисления значения для результирующей карты в областях перекрытия определяется в выпадающем списке **При перекрытии использовать**. Возможные варианты вычисления значения: среднее, первое, последнее, минимум и максимум.

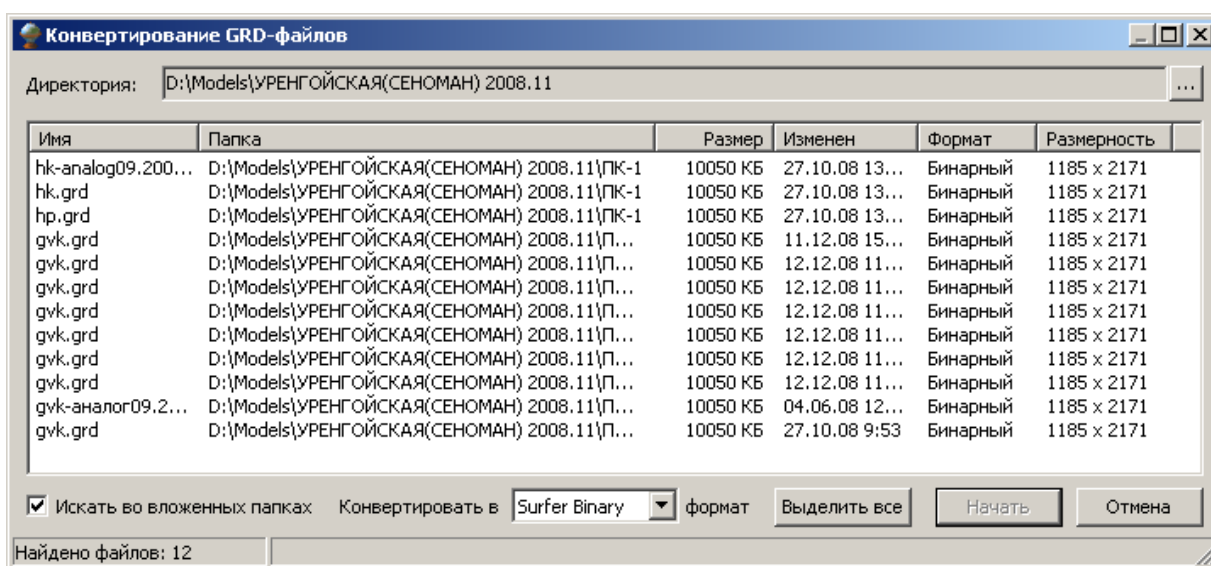
В поле **Результирующий файл** задается файл результирующей сетки. Введите имя или выберите в диалоге, щелкнув кнопку .


На панели **Параметры результирующей сетки** задаются границы и шаги или число узлов в по X и Y. Если установлен флажок **Вычислять из исходных размеров**, то при добавлении или удалении исходных сеток параметры результирующей сетки будут вычисляться автоматически, на основании минимальной области, охватывающей все исходные сетки.

На панели **Схема** отображается схема расположения исходных сеток. Красной штриховкой отображается выделенная в списке сетка.

## Конвертирование

Данная функция позволяет в пакетном режиме выполнять преобразование формата сеток. Выберите **Карта | Конвертирование**, появится окно *Конвертирование GRD-файлов*.



В поле **Директория** указывается директория поиска сеток для конвертирования. Для выбора другой директории щелкните кнопку . Если требуется конвертировать файлы, находящиеся во вложенных папках, установит флажок **Искать во вложенных папках**.

Найденные файлы сеток отображаются в списке ниже. В список выводятся имя файла, расположение, размер (в КБ), дата изменения, формат и размер сетки. Список можно сортировать по любому столбцу, щелкнув мышкой по соответствующему заголовку.

Желаемый формат выбирается в списке **Конвертировать в**. Выделите нужные файлы или выделите все, щелкнув кнопку **Выделить все**. Для запуска конвертирования щелкните **Начать**.