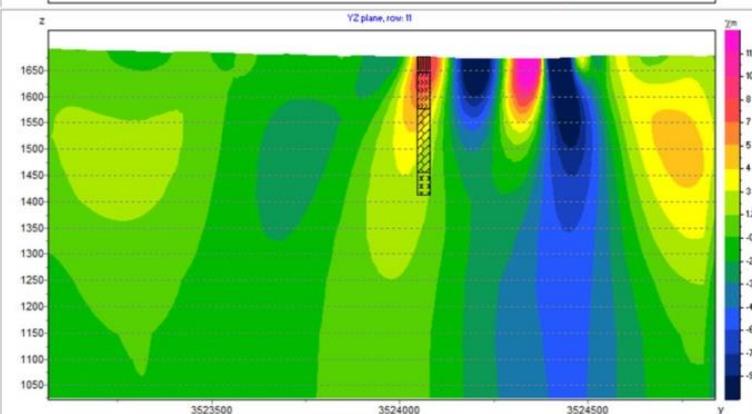
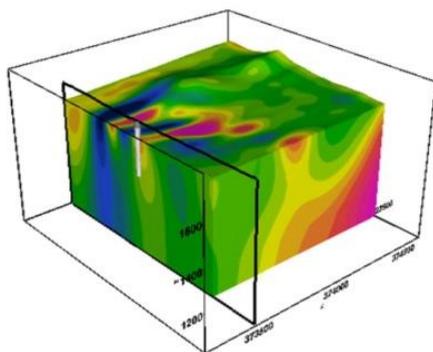
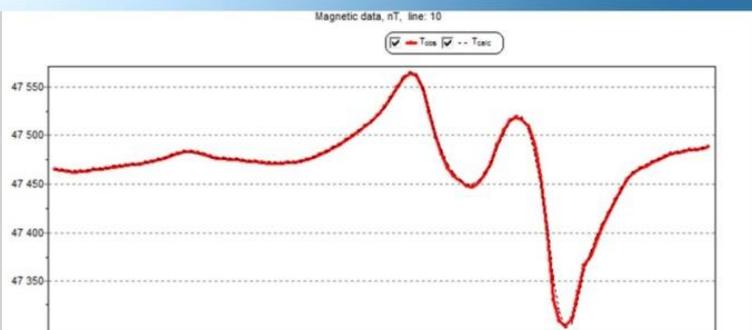
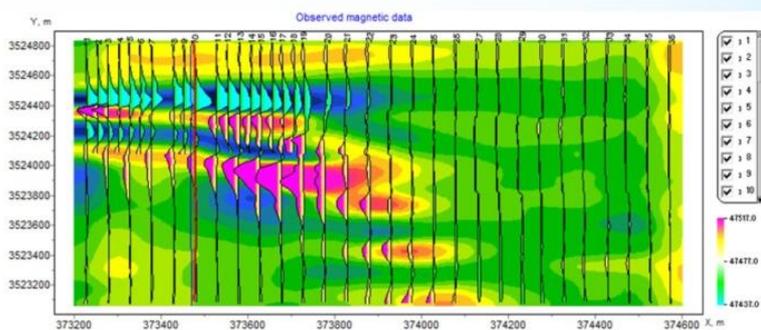


**Zond  
Software**



# ZondGM3D

**Программа для трехмерной интерпретации  
данных грави- и магниторазведки**



## Оглавление

<b>ВВЕДЕНИЕ</b> .....	4
<b>ТРЕБОВАНИЯ К СИСТЕМЕ</b> .....	4
<b>УСТАНОВКА И УДАЛЕНИЕ ПРОГРАММЫ</b> .....	4
<b>КРАТКАЯ ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ СПРАВКА</b> .....	5
Магниторазведка.....	5
Гравиразведка.....	8
Прямая и обратная задача.....	9
<b>НАЧАЛО РАБОТЫ С ПРОГРАММОЙ</b> .....	10
Общий вид программы .....	11
Панель быстрого доступа .....	12
Подменю работы с трехмерной моделью.....	13
Описание функций главного меню.....	14
Строка состояния .....	22
“Горячие” клавиши .....	23
<b>СОЗДАНИЕ СИНТЕТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ ИЗМЕРЕНИЙ</b> .....	23
<b>ЗАГРУЗКА ПОЛЕВЫХ ДАННЫХ ИЗ ФАЙЛОВ</b> .....	24
Формат основного файла данных *.gm3.....	24
Редактор профилей .....	27
Диалог настройки сети модели «Mesh constructor».....	29
Диалог настройки нормального поля параметров измерений.....	33
<b>ВИЗУАЛИЗАЦИЯ ДАННЫХ</b> .....	35
План графиков.....	39
<b>МОДЕЛИРОВАНИЕ</b> .....	42
Редактирование модели .....	43
Сохранение и использование модельных данных .....	46
<b>ИНТЕРПРЕТАЦИЯ ПОЛЕВЫХ ДАННЫХ</b> .....	46
Настройки параметров инверсии .....	46
Деконволюция Эйлера .....	54

Быстрые трансформации поля в разрез .....	56
<i>АПРИОРНАЯ ИНФОРМАЦИЯ</i> .....	57
Использование графических подложек для 2D и 3D моделей .....	57
Создание скважинных данных .....	59
<i>РЕЗУЛЬТАТЫ ИНТЕРПРЕТАЦИИ</i> .....	63
Режимы и параметры визуализации среза модели.....	63
Режимы и параметры визуализации объемной модели.....	64
Работа с несколькими моделями в одном проекте .....	68
<i>СОХРАНЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ</i> .....	69
<i>ДИАЛОГИ НАСТРОЙКИ ГРАФИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ</i> .....	70
Диалог настройки экспорта среза модели .....	70
Диалог настройки параметров плана изолиний .....	70
Редактор осей .....	73
Диалог настройки параметров отображения модели.....	75
Диалог настройки параметров плана графиков и точек .....	77
Редактор графика.....	78
Диалог предварительного просмотра печати.....	80
<i>СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ</i> .....	82
<i>ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ</i> .....	83

## Введение

Программа **ZondGM3D** предназначена для трехмерной интерпретации площадных данных магниторазведки и гравиразведки.

Программа позволяет решать прямую и обратную задачи магниторазведки и гравиразведки (восстановление аномальной магнитной восприимчивости, плотности и геометрии аномальных объектов).

При разработке обратной задачи особое внимание уделено учету априорной информации (веса отдельных измерений, диапазоны изменения параметров).

**ZondGM3D** использует простой и понятный формат файла данных.

Программа позволяет импортировать и отображать результаты измерений другими методами, что способствует более комплексному подходу к интерпретации данных.

В программе значения магнитной восприимчивости задаются в системе СИ ( $n \cdot 10^{-5}$ ), плотности в г/см<sup>3</sup>; измеренные значения в нанотеслах и миллигалах.

Удобный интерфейс и широкие возможности представления данных позволяют максимально эффективно решить поставленную геологическую задачу.

## Требования к системе

Программа **ZondGM3D** может быть установлена на компьютере с операционной 64-битной системой Windows 7 и выше. Минимальные параметры системы: процессор P IV-2 ГГц, 4Гб памяти (рекомендуется не менее 32Гб), разрешение экрана 1024 X 768 (не следует изменять разрешение экрана в режиме работы с данными), цветовой режим - True color.

Так как программа использует ресурсы системного реестра, в системах выше Windows XP ее следует запускать от имени администратора (правой кнопкой мыши на значок программы – запустить от имени администратора).

## Установка и удаление программы

Программа **ZondGM3D** поставляется через интернет. В комплект поставки входит настоящее Руководство. Последние обновления программы вы можете загрузить на сайте: <http://zond-geo.com/>.

Для установки программы сохраните программу в нужную директорию (например, C:\Zond). Для установки обновления просто перезапишите новую версию программы поверх старой.

Перед первым запуском программы необходимо установить драйвер защитного ключа SenseLock. Для этого откройте папку SenseLock (драйвер можно загрузить на сайте) и запустите файл InstWiz3.exe. После установки драйвера вставьте ключ. Если все в порядке, в нижней системной панели появится сообщение, что ключ обнаружен.

Для удаления программы удалите рабочий каталог программы.

## **Краткая теоретическая справка**

В рамках инструкции к программе сложно охватить всю теорию геофизических методов, физических свойств горных пород и способов решения обратной задачи геофизики. В связи с этим представлены лишь краткие теоретические сведения.

### **Магниторазведка**

Традиционным методом поиска железосодержащих объектов является магниторазведка, изучающая магнитное поле, создаваемое телами, содержащими ферромагнитные минералы. Связь измеряемых на поверхности земли характеристик с магнитными свойствами изучаемого разреза позволяет сделать предположение о наличии в нем магнитовозмущающих объектов.

В магниторазведке измеряется полное магнитное поле, которое складывается из нормального поля Земли, аномального поля, создаваемого намагниченными объектами, и вариаций магнитного поля, основная часть которых связана с солнечной активностью. Полезной составляющей, связанной с исследуемым разрезом, является аномальное поле, которое можно выделить, учтя нормальное поле и измеряя магнитные вариации на участке работ.

Магнитное поле на поверхности земли может быть представлено в виде векторной суммы:  $T = T_n + T_a + \delta T_v$ , где  $T_n$  и  $T_a$  – нормальное и аномальное магнитные поля,  $\delta T_v$  – поле магнитных вариаций. Нормальное поле  $T_n$  подразделяется на дипольную,  $T_d$  и недипольную  $T_m$  составляющие, т.е.  $T_n = T_d + T_m$ .

Дипольное поле  $T_d$ , которым в первом приближении описывается магнитное поле земли, представляет собой поле однородного намагниченного шара. Разность между полем диполя (расчетным) и реально существующим нормальным полем (измеренным спутником) представляет собой недипольную часть  $T_m$  нормального поля, часто называемую остаточным полем или полем материковых аномалий (размеры этих аномалий соизмеримы с размерами материков), максимальные значения, которого не превышают 30% величины дипольного поля.

Значения  $T_n$  постепенно увеличиваются от 33000 нТл на экваторе до 68000 нТл вблизи полюсов, вертикальная составляющая нормального поля в районе северного полюса достигает 60000 нТл,

меняет знак на отрицательный при переходе через экватор и постепенно уменьшается от 0 на экваторе до – 68000 нТл у южного полюса земли. Горизонтальная составляющая максимальна вблизи экватора (33000 нТл) и уменьшается до нуля на полюсах. Градиент нормального магнитного поля составляет приблизительно 5 нТл на километр.

По величине поле  $T_a$  составляет приблизительно 10% от  $T_n$ , исключение составляет Курская магнитная аномалия, где поле  $T_a$  достигает десятков тысяч нТл.

Аномалии магнитного поля, создаваемые горными породами, условно разделяют на региональные и локальные.

Переменную часть  $\delta T_v$  магнитного поля земли образуют магнитные вариации, вклад которых в общее поле менее 1%. Наиболее важные вариации можно разделить на периодические (солнечно-суточные и короткопериодные колебания) и аperiodические (бухтообразные возмущения и магнитные бури).

Все вариации вызваны внешними (относительно земли) источниками: взаимодействием заряженных частиц с ионосферой; электрическими токами, распространяющимися в полосовых зонах высоких широт на высоте 100-150 км, и т.п. В общем случае учет магнитных вариаций имеет существенное значение в магниторазведке, т.к. они вносят весьма значительные искажения в наблюдаемые данные.

Способность материалов и горных пород намагничиваться характеризуется магнитной восприимчивостью  $\chi$  - основным магнитным свойством горных пород.

В системе СИ это безразмерная величина. Практически ее измеряют в  $10^{-5}$  ед. СИ. У разных горных пород она меняется от 0 до 10 ед. СИ. По магнитным свойствам минералы и горные породы делятся на три группы: диамагнитные, парамагнитные и ферромагнитные. У диамагнитных пород магнитная восприимчивость очень мала (менее  $10^{-5}$  ед. СИ) и отрицательна, их намагничение направлено против намагничивающего поля. К диамагнитным относятся многие минералы и горные породы, например, кварц, каменная соль, мрамор, нефть, лед, графит, золото, серебро, свинец, медь и др. [Хмелевской, 1997].

У парамагнитных пород магнитная восприимчивость положительна и также невелика. К парамагнитным относится большинство минералов, осадочных, метаморфических и изверженных пород.

Особенно большими  $\chi$  (до нескольких миллионов  $10^{-5}$  ед. СИ) обладают ферромагнитные минералы, к которым относятся магнетит, титаномагнетит, ильменит, пирротин.

Магнитная восприимчивость большинства горных пород в первую очередь определяется присутствием и процентным содержанием ферромагнитных минералов.

В таблице ниже приведены значения  $\chi$  некоторых породообразующих минералов и пород. Из таблицы видно, что сильно магнитными являются ферромагнитные минералы. Среди изверженных

пород наибольшей магнитной восприимчивостью обладают ультраосновные и основные породы, слабо магнитны и магнитны кислые породы. У метаморфических пород магнитная восприимчивость ниже, чем у изверженных. Осадочные породы, за исключением некоторых песчаников и глин, практически немагнитны.

Минерал, горная порода	$\chi \cdot 10^{-5}$ (ед. Си)	
	диапазон измерений	среднее
Кварц	-	10
Кальцит	7 – 12	-
Гипс	-	12
Уголь	-	25
Сфалерит	-	750
Гематит	500 - 50000	6000
Пирротин	$10^3-10^7$	150000
Ильменит	$5 \cdot 10^5 - 5 \cdot 10^6$	$10^6$
Магнетит	$10^6-10^7$	$5 \cdot 10^6$
Известняк	25 - 3500	300
Песчаник	0 - 20000	400
Гнейс	100 - 20000	-
Гранит	0 - 40000	2000
Диабаз	1000 - 15000	5000
Габбро	1000 - 100000	60000
Базальт	30 - 150000	60000
Перидотит	90000 - 200000	150000
Осадочные (среднее)	0 - 5000	1000
Метаморфические (среднее)	0 - 75000	50000
Кислые изверженные (среднее)	50 - 80000	8000
Основные изверженные (среднее)	60 - 120000	30000

Для перевода  $\chi$  в систему СГС, которая используется в программе, магнитная восприимчивость в системе СИ делится на 4  $\pi$ .

Магнитная восприимчивость пара- и ферромагнетиков уменьшается с повышением температуры и практически исчезает при температуре Кюри, которая у разных минералов меняется от +400 до +700 С. Максимальная глубинность магниторазведки примерно составляет 25 - 50 км. На больших глубинах температуры недр превышают точку Кюри, и все залегающие здесь породы становятся практически одинаково немагнитными.

Горные породы, слагающие геологические структуры, залегают среди вмещающих пород, и поэтому, практически так же, как и в гравиразведке, нас интересуют не абсолютные значения магнитной восприимчивости пород изучаемых структур ( $\chi_{стр}$ ), а только ее изменения или так называемая эффективная магнитная восприимчивость ( $\Delta\chi$ ). Величины  $\Delta\chi$  могут быть и положительными, и отрицательными, разными по величине. Благодаря отличию  $\Delta\chi$  от нуля и возникают магнитные аномалии [Хмелевской, 1997].

## Гравиразведка

Для постановки гравиразведки и особенно истолкования результатов необходимо знать плотность горных пород -  $\sigma$ , ибо это единственный физический параметр, на котором базируется гравиразведка.

Плотностью породы (или объемным весом) называется масса единицы объема породы. Плотность измеряют в г/см<sup>3</sup>. Обычно плотность определяется для образцов, взятых из естественных обнажений, скважин и горных выработок. Наиболее простым способом определения плотности образца является взвешивание образца в воздухе, и в воде и затем расчет  $\sigma$ . На этом принципе построен наиболее распространенный и простой прибор для измерения плотности – денситометр, позволяющий определять  $\sigma$  с точностью до 0,01 г/см<sup>3</sup> [Хмелевской, 1997].

Для достоверности и представительности измерения следует производить на большом количестве образцов (до 50 штук). По многократным измерениям плотности образцов одного и того же литологического комплекса строятся вариационная кривая или график зависимости значений  $\sigma$  от количества образцов, обладающих данной плотностью. Максимум этой кривой характеризует наиболее вероятное значение плотности для данной породы. Существуют гравиметрические и другие геофизические способы полевых и скважинных определений плотности.

Плотность горных пород и руд зависит от химико-минералогического состава, т.е. объемной плотности твердых зерен, пористости и состава заполнителя пор (вода, растворы, нефть, газ). Плотность изверженных и метаморфических пород определяется в основном минералогическим составом и увеличивается при переходе от кислых пород к основным и ультраосновным. Для осадочных пород плотность в первую очередь определяется пористостью, водонасыщенностью и в меньшей степени составом. Однако она сильно зависит от консолидации осадков, от их возраста и

глубины залегания, с увеличением которых она растет. Примеры плотности даны в таблице ниже [Хмелевской, 1997].

Порода	Плотность (г/см <sup>3</sup> )
Нефть	0,8 - 1,0
Уголь	1,0
Вода	1,1 - 2
Почва	1,13 - 2,0
Песок	1,4 - 2
Глина	2 - 2,2
Песчаник	1,8 - 2,8
Известняк	2,3 - 3,0
Соль	2,1 - 2,4
Гранит	2,4 - 2,9
Гнейсы	2,6 - 2,9
Габбро	2,8 - 3,1
Базальт	2,7 - 3,3
Перидотит	2,8 - 3,4
Медный колчедан	4,1 - 4,3
Магнетит, гематит	4,9 - 5,2
Плотность верхних частей земной коры (средняя)	2,67

## Прямая и обратная задача

Расчёт геофизического отклика от модели с известной геометрией и физическими свойствами называется решением прямой задачи. Обратный процесс нахождения геометрии и физических свойств модели по наблюдаемым значениям называется решением обратной задачи.

При решении прямой задачи используется полуаналитический подход, обратной задачи – метод наименьших квадратов с регуляризацией. Регуляризация повышает устойчивость решения и позволяет получить более гладкое распределение параметров в среде:

$$(A^T W^T W A + \mu C^T R C) \Delta m = A^T W^T \Delta f - \mu C^T R C m$$

где  $A$  – матрица частных производных измеренных значений по параметрам разреза (якобиан),  $C$  – сглаживающий оператор,  $W$  – матрица относительных погрешностей измерений,  $t$  – вектор параметров разреза,  $\mu$  - регуляризирующий параметр,  $\Delta f$  – вектор невязок между наблюдаемыми и рассчитанными значениями,  $R$  – фокусирующий оператор.

## **Начало работы с программой**

В данном разделе описаны общий вид программы, функции главного меню, кнопки панели быстрого доступа, горячие клавиши.

Если необходимо в процессе работы с программой вызвать подсказку о той или иной опции меню, это делается нажатием правой кнопкой мыши на эту опцию.

## Общий вид программы

Общий вид программы показан на рисунке ниже. Окно состоит из заголовка, пунктов основного меню, иконок панели быстрого доступа, рабочей области и строки состояния.

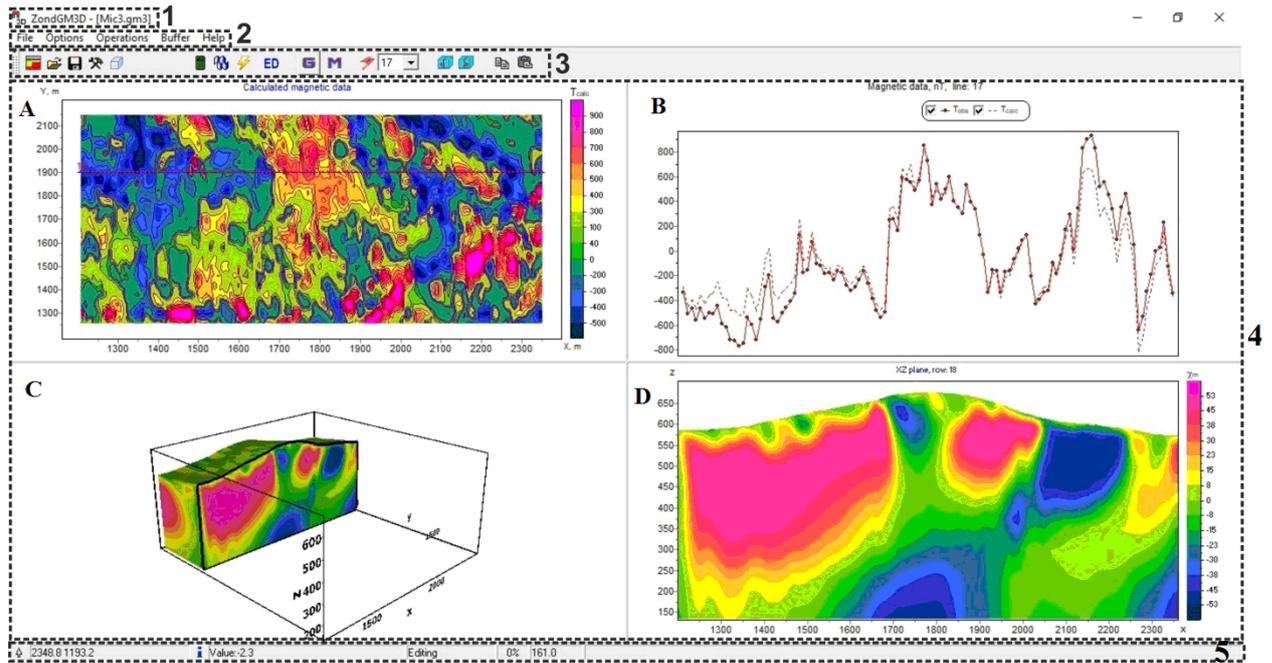


Рис. 1 Общий вид программы. 1 – заголовок, 2 – главное меню, 3 - панель быстрого доступа, 4 – рабочая область (А – план, В – область визуализации профильных данных, С – область 3D модели, D – область редактора модели), 5 – строка состояния

Рабочая область программы **ZondGM3D** разделена на 4 основные секции:

**А** - в левом верхнем углу показан *план данных*. В этой области можно отображать наблюденные, посчитанные значения поля или значения невязок. Данные можно изображать в виде карты изолиний, плана графиков и представлять карту в виде точек.

**В** - в верхнем правом углу представлена *область визуализации профильных данных* в виде наблюденных и расчетных графиков. Профиль выбирается на панели быстрого доступа

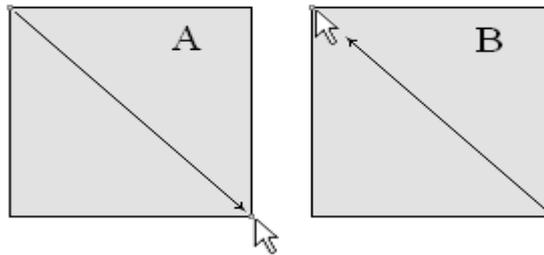


**С** - в левом нижнем углу расположена *область 3D модели*.

**D** - d правом нижнем углу отображается *область редактора модели* в режиме среза (2D) по выбранному сечению. Срез выбирается на панели быстрого доступа, с использованием кнопок «». Направление среза изменяется с использованием пункта меню **Options / Model / Plane**.

При нажатии правой кнопкой мыши в определённой части рабочей области появляется меню с настройками. Подробно настройки описаны в соответствующих разделах инструкции.

Для всех объектов, кроме 3D модели, увеличение отдельного участка или его перемещение осуществляется в режиме с нажатой левой кнопкой мыши (инструмент – “резиновый прямоугольник”). Для выделения участка, который необходимо увеличить, курсор мыши перемещается вниз и вправо, с нажатой левой кнопкой (см. рисунок ниже, А). Для возврата к первоначальному масштабу производятся те же действия, но мышь движется вверх и влево (см. рисунок ниже, В).



**Рис. 2** Направление движения мыши при изменении масштаба

## Панель быстрого доступа

Панель инструментов или панель быстрого доступа служит для оперативного вызова наиболее часто используемых в программе функций. Она содержит следующие функциональные кнопки (слева направо):

	Создать синтетическую систему измерений для моделирования.
	Открыть файл данных или проекта *.GM3.
	Сохранить файл данных или проекта.
	Вызвать диалог настройки параметров инверсии.
	Вызвать диалог настройки параметров трехмерного изображения модели.
	Запустить процедуру расчета прямой задачи. При первом запуске прямой задачи для текущей сети (и метода) рассчитываются ядра прямой задачи.

	Это процесс достаточно продолжительный и в некоторых случаях требует много памяти. Далее ядра хранятся в памяти и пересчитываются только при изменениях сети или параметров норм поля.
 	Запустить процедуру инверсии или остановить (при повторном нажатии).
	Быстрая трансформация поля в разрез.
	Вызвать окно запуска деконволюции Эйлера.
	Выбрать режим работы с гравиразведочными измерениями.
	Выбрать режим работы с магниторазведочными измерениями.
	Всплывающий список предназначен для выбора текущего профиля.
	Перейти к предыдущему/последующему срезу модели.
	Скопировать текущий срез модели в буфер обмена.
	<p>При нажатии левой кнопкой мыши из буфера обмена загрузится модель в текущий срез модели.</p> <p>При нажатии правой кнопкой мыши появится меню опций заполнения модели:</p> <p>«<i>Current</i>» – вставить в текущий срез, модель из буфера для выбранного параметра.</p> <p>«<i>Current&amp;+</i>» – вставить в текущий срез и во все последующие срезы, модель из буфера для выбранного параметра.</p> <p>«<i>Current&amp;-</i>» – вставить в текущий срез и во все предыдущие срезы, модель из буфера для выбранного параметра.</p> <p>«<i>All params</i>» – применить выбранный режим вставки для всех параметров выбранного среза.</p>

## Подменю работы с трехмерной моделью

Для вызова данного подменю служит кнопка  на панели инструментов главного окна программы. Подменю содержит следующие пункты:

3D view settings	Вызвать диалог настройки параметров 3D модели.
------------------	--

Print preview	Диалог настройки печати 3D модели.
Plane cut	Выбрать ориентацию среза модели (XZ, YZ, XY).
Model	<p>Задать параметры стартовой модели</p> <p>Halfspace value – задать новое значение параметра для вмещающей среды.</p> <p>Clear model – очистить текущую модель.</p> <p>Clear limits – удалить заданные пределы изменения параметров.</p> <p>MinMax auto – найти пределы изменения параметров автоматически.</p> <p>Smooth/raster model – сгладить/заглубить модель. При использовании процедуры <i>rasterization</i>, в зависимости от параметра контрастности (<i>Degree</i>), производится группирование ячеек с близкими параметрами. В режиме <i>Smoothing</i>, в зависимости от сглаживающего фактора (<i>Degree</i>), производится осреднение параметров ячеек модели.</p>
Axes settings	Вызвать диалог настройки параметров оси (X,Y,Z) трехмерной модели.
Show	<p>Выбрать отображаемые объекты (для выбора установите галочки напротив необходимых объектов):</p> <p>Cutting plane – показывать положение среза на 3D модели;</p> <p>Survey points – показывать положения электродов;</p> <p>Boreholes – показывать данные каротажа и литологии;</p> <p>Background – показывать 3D подложку.</p>
Synchronous cut	Изменять положение среза на 3D модели синхронно с изменением 2D плана при помощи кнопок  .
X:Y:Z 1:1:1	Установить одинаковые масштабы для всех трех осей.

## Описание функций главного меню

Ниже перечислены названия пунктов главного меню и их назначение:

File	
File / Create survey	Вызвать диалог создания синтетической системы измерений для режима моделирования.

File / Open file	Открыть файл данных или файл проекта *.GM3.
File / Import from text/excel	Импортировать данные из произвольного (многоколоночного) текстового файла (или таблицы excel). Пользователю необходимо задать названия столбцов в первом ряду таблицы.
File / Save file	Вызвать диалог сохранения данных.
File / Edit file	Открыть используемый программой файл данных, в редакторе Notepad.
File / Print preview	Вызвать диалог печати главного окна программы.
File / Recent	Загрузить недавно использовавшийся файл проекта из списка.
File / Exit	Выход из программы.
<b>Options</b>	
<b>Options</b> / Project information	Показать информацию о загруженном проекте. Эта информация может быть отредактирована.
Options / Mesh constructor	Вызвать конструктор сети для моделирования. Содержит набор опций для автоматического создания сети и тонких настроек для опытных пользователей. Правильный выбор параметров сети является одной из основных задач для интерпретатора.
Options / Set survey line	Вызвать диалог задания линий профилей. Эта опция позволяет задать линии профилей и изображать графики вдоль них.
Options / Lines from mesh	Создать линии профилей автоматически исходя из геометрии сети измерений (если профили не заданы в файле).
Options / Observation settings	Вызвать диалог настройки параметров нормального магнитного поля и других параметров измерений.
Options / Program setup	Основные настройки программы. Большинство настроек предназначены для инверсии.
Options / <i>Data</i> / Contour map	Изображать наблюденные, рассчитанные данные или невязку в виде карты контуров изолиний.
Options / Data / Graphics map	Изображать рассчитанные (и) или наблюденные данные в виде плана графиков.

Options / Data / Points map	Изображать рассчитанные или наблюдаемые данные в виде точек на плане. Цвет точек соответствует значениям на цветовой шкале. Размер точек регулируется с использованием колеса мыши.
Options / Data / Observed data	Отобразить в плане (карта в левой верхней секции окна) наблюдаемые данные.
Options / Data / Calculated data	Отобразить в плане рассчитанные данные.
Options / Data / Data misfit	Отобразить в плане значения невязок (разницы между наблюдаемыми и расчетными данными).
Options / <b>Model</b> / Block-section	Изображать модель в виде блоков.
Options / Model / Smooth section	Изображать модель в виде контуров изолиний. Для того, чтобы изображать модель в гладкой интерполяционной палитре необходимо активировать функцию « <i>Continuous</i> » во вкладке « <i>Colors</i> ». Вкладка « <i>Colors</i> » находится в диалоговом окне « <b>Model setup</b> » (см. раздел « <i>диалог настройки отображения параметров модели</i> »).
Options / Model / 2D mode	Используется тогда, когда имеются данные только по одному профилю или моделируется двумерный разрез. В этом случае ячейки в направлении Y объединяются.
Options / Model / Infinite borders	При включенной опции - программа автоматически продолжает краевые объекты за область видимости, иначе - размер объектов ограничивается областью видимости. Эту опцию лучше всего использовать в тех случаях, когда потенциальные поля на краях участка не выходят на фоновое значение.
Options / Model / <b>Plane</b>	Выбрать ориентацию среза в редакторе модели.
Options / Model / Plane / XZ	Выбрать ориентацию среза модели XZ.
Options / Model / Plane/ YZ	Выбрать ориентацию среза модели YZ.
Options / Model / Plane/ XY	Выбрать ориентацию среза модели XY.

Options / Model / Plane / Autosize	Если опция включена, то происходит автомасштабирование срезов по осям.
Options / Model / Model histogram	Показать график распределения параметра модели. Диалог позволяет задать минимум и максимум цветовой шкалы параметра.
Options / <i>Inversion</i> / Smoothness	Этот набор опций по управлению гладкостью и сглаживающим оператором. Они могут сильно влиять на результат инверсии. Относятся ко второму члену функции цели $C^C*(m-m_0)$ .
Options / Inversion / Smoothness / «0»	$m_0$ (опорная модель) нулевая модель, без источников Основная задача инверсии в данном случае - уменьшить невязку при сохранении близости параметров к нулю. Степень близости контролируется параметром <i>Smoothing factor</i> . Работает в случае инверсий <i>Occam</i> и <i>Focused</i> .
Options / Inversion / Smoothness / Median	$m_0$ (опорная модель) медиана модели на текущей итерации. Основная задача инверсии в данном случае - уменьшить невязку при сохранении максимально гладкой модели. Гладкость контролируется параметром <i>Smoothing factor</i> . Работает в случае инверсии <i>Occam</i> и <i>Focused</i> . Это наилучший вариант при использовании <i>Focused inversion</i> .
Options / Inversion / Smoothness / Start model	$m_0$ (опорная модель) – это некоторая «опорная модель», заданная пользователем. Или эта «опорная модель» является результатом инверсии. Основная задача инверсии в данном случае – уменьшить невязку при сохранении близости к «опорной модели». Степень близости контролируется параметром <i>Smoothing factor</i> . Работает в случае инверсии <i>Occam</i> и <i>Focused</i> .
Options / Inversion / Smoothness / Previous	$m_0$ (опорная модель) - модель на предыдущей итерации. Основная задача инверсии в данном случае – получение минимальной невязки при сохранении близости к модели, полученной на предыдущей итерации. Скорость сходимости контролируется параметром <i>Smoothing factor</i> . Работает в случае инверсии <i>Occam</i> и <i>Focused</i> . Для <i>Focused inversion</i> иногда может не давать желаемый результат (кусочно-постоянную модель).

Options / Inversion / Smoothness / Diagonal filter	Диагональное сглаживание при инверсии. Используйте эту опцию, если в разрезе присутствуют наклонные структуры.
Options / Inversion / <b>Resolution</b>	Набор параметров по увеличению разрешающей способности инверсии. Опции позволяют увеличить влияние малочувствительных ячеек и уменьшить – высокочувствительных. Тем самым увеличивается разрешение, т.е. возможность обнаружить более мелкие объекты на глубине. Следует с осторожностью использовать эти опции. Опция <b>Log norm</b> позволяет использовать логлинейную норму параметров при инверсии. Эта норма дает более компактные контрастные объекты. Сходимость алгоритма инверсии, при выборе псевдологарифмической нормы более медленна и не гарантирована.
Options / Inversion / <b>Cross-gradient</b> / Pushing factor	Главный параметр совместной инверсии, контролирующей степень близости образов (кросс-градиент) моделей для двух методов. Обычно выбирается методом проб и ошибок в диапазоне 0-1000. При нулевом значении модели подбираются полностью независимо. Большие значения параметра могут являться причиной невязки по одному или двум методам.
Options / Inversion / Cross-gradient / Up Off layers num	Очень часто верхняя часть разреза сильно неоднородна и различна для разных геофизических методов. В этих случаях следует исключить несколько слоев из оператора кросс-градиента. Верхняя часть при этом будет свободна в изменениях.
Options / Inversion / Cross-gradient / Joint inversion	При включенной опции осуществляется совместная инверсия магниторазведки и гравиразведки, если данные обоих методов представлены в проекте. Следует отметить, что совместная инверсия требует в два раза больше оперативной памяти.
Options / Inversion / Line search	Поиск оптимального параметра демпфирования на каждой итерации (замедляет процесс инверсии примерно в 3-4 раза). В большинстве случаев эта опция позволяет достичь

	<p>минимальной невязки за небольшое количество итераций, но увеличивает время выполнения итерации и может являться причиной попадания решения в локальный минимум. Если опция отключена, поведение параметра демпфирования контролируется – <i>smoothing factor</i> (начальное значение).</p>
Options / Inversion / Optimization / Lim based inv	<p>Если заданы узкие общие пределы изменения параметров или индивидуальные пределы для некоторых ячеек, инверсия будет постоянно пытаться вывести параметры за заданные пределы. Это может сильно влиять на скорость сходимости. В этом случае следует включить данный вариант инверсии, который с одной стороны уменьшает вклад ячеек, выходящий за заданные пределы, а с другой – использует специальные нормы параметров, затрудняющий такой выход.</p>
Options / Inversion / Groups blank cells	<p>Если опция включена, то ячейки, выходящие за область съемки, группируются.</p>
Options / Inversion / With derivative	<p>Включить в инверсию горизонтальные производные полей. С одной стороны, это позволяет получить более стабильные результаты инверсии, с другой – требует больше оперативной памяти и увеличивает время расчетов.</p>
Options / <b>Import/Export</b> / Background 2D / Load background	<p>Загрузить графический файл подложки для текущего 2D среза. Пользователю будет предложено ввести координаты углов подложки.</p>
Options / Import/Export/ Background 2D / Remove current	<p>Удалить графическую подложку для текущего 2D среза.</p>
Options / Import/Export / Background 3D / Load background	<p>Загрузить графический файл подложки для 3D модели. Графический файл отобразится в 3D модели. При загрузке необходимо указать координаты углов подложки в трех координатах (по умолчанию, координатами являются положения углов текущего среза модели). При желании можно выбрать цвет в подложке, который станет</p>

	прозрачным.
Options / Import/Export/ Background 3D / Remove background	Удалить текущую графическую подложку для 3D модели.
Options / Import/Export / Import mod3D	Импортировать 3D модель из файла в формате MOD3D. Эту опцию удобно использовать, для загрузки ранее сохранённой копии модели, например, когда все 4 модели буфера заняты актуальными моделями, или параметры сети были изменены.
Options / Import/Export / Export mod2D	Экспортировать текущий 2D срез модели в файл формата MOD2D. После сохранения модель можно открыть в программе <b>ZondGM2D</b> или загрузить в другой срез для трёхмерной модели.
Options / Import/Export / Export mod3D	Экспортировать текущую 3D модель в файл формата MOD3D.
Options / Import/Export / Import mod2D's	Импортировать набор 2D моделей из файлов в формате mod2D(с учетом их координат в плане) и встроить в текущую трехмерную модель. Эта опция может быть использована для импорта результатов 2D инверсии в трехмерную модель.
Options / Import/Export / Save rotations	Сохранить трехмерную модель в виде набора картинок для разных углов поворота.
Options / Import/Export / Save slides	Сохранить трехмерную модель в виде набора картинок для разных положений плоскости сечения.
Options / Import/Export / Save 3D image	Сохранить трехмерную модель в виде графического файла в формате *.bmp.
Options / Import/Export / Output settings	Настройки экспортируемого изображения.
Options / Import/Export / Draw to surfer	Построить трехмерную модель в виде набора срезов по глубине, в программе Surfer.

Options / Import/Export / Draw to voxler	Построить трехмерную модель в программе Voxler. Перед построением нужно указать путь к программе Scripter.exe (это делается один раз).
Options / <b>Boreholes</b> / Load borehole data	Открыть файл с каротажными данными и литологическими колонками (crt), а также файлы формата mod1d (файлы одномерной интерпретации и псевдоскважины).
Options / Boreholes / Create/Edit borehole data	Добавить (редактировать) скважинные данные (литологические колонки).
Options / Boreholes / Remove borehole data	Удалить из проекта каротажные данные и литологические колонки.
Options / Boreholes / Set column's width	Задать ширину литологической колонки при изображении на разрезе (в процентах от длины профиля).
Options / Boreholes / Edit positions	Редактировать положение скважин и соответствующих им литологических колонок в плане.
<b>Operations</b>	
Operations / Bouguer&Free Air	Задать значение плотности промежуточного слоя в кг/м <sup>3</sup> и ввести соответствующие поправки. Функция активна в режиме гравиметрических данных.
Operations / Subtract incident field	Вычесть значение нормального поля из всех значений измеренного магнитного поля. Функция активна в режиме магнитных данных.
Operations / Smooth data	Сгладить площадные данные. Программа предлагает выбрать размер окна сглаживания.
Operations / Subtract median field	Вычесть среднее медианное значение из всех измерений текущего режима.
Operations / Subtract user value	Вычесть значение заданное пользователем из всех измерений текущего режима.
Operations / Return to original data	Отменить все изменения и вернуться к исходным значениям данных текущего режима.
Operations / Reduce to pole	Пересчет магнитных данных к полюсу (RTP). В результате данной процедуры, аномалии будут смещаться к центрам аномалеобразующих объектов. Операция становится нестабильна при приближении к экватору. Процедура

	требует предварительного расчета эквивалентного слоя.
Operations / Equivalent layer calculation	Рассчитать эквивалентный слой. Эта операция необходима для деконволюции Эйлера и процедуры Reduce to pole. Расчет эквивалентного слоя может занимать продолжительное время.
<b>Buffer</b>	
<b>Buffer</b> / Model 1, 2....	Буфер позволяет хранить до четырех 3D моделей полученных разными способами. Их можно отображать в специальном окне, что может быть полезно для сравнения результатов инверсии с различными настройками.
Buffer / Open	Показать окно со всеми моделями из буфера для текущего среза.
Buffer / Only current	Загружает в буфер модель только текущего параметра в зависимости от режима, в котором работает пользователь.
<b>Help</b>	
Help / Manual	Открыть инструкцию.
Help / Check for updates	Проверить наличие обновлений.
Help / Restart library	Перезапустить библиотеки DLL. В случае если процесс расчета останавливается при каждом запуске инверсии, проверьте настройки антивируса. Антивирус может блокировать библиотеку DLL.
Help / Bing maps api_key	Если карты автоматически не загружаются из интернета, необходимо ввести пользовательский ключ bing api key.
Help / Show news	Показывать новости.
Help / Send message to us	Отправить сообщение разработчику. Сообщения передаются корректно только латиницей. Поэтому следует использовать транслит.

## Строка состояния

Строка состояния расположена в нижней части рабочего окна программы и разделена на несколько секций, содержащих различную информацию:

- Координаты курсора и активной ячейки.
- Параметры активной ячейки.

- Режим работы редактора модели.
- Индикатор процесса.
- Относительная невязка.
- Дополнительная информация. Например, количество измерений и ячеек модели или статус процесса при инверсии.

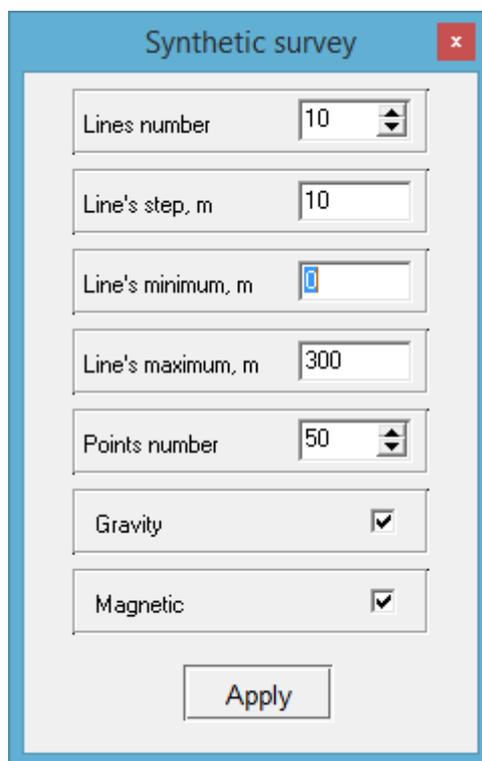
## “Горячие” клавиши

Курсорные клавиши /курсор в редакторе модели	Изменение активной ячейки модели.
Delete /курсор в редакторе модели	Вернуть параметр ячейки к изначально заданному значению для полупространства.
Insert / курсор в редакторе модели	Присвоить активной ячейке текущее значение.
X / курсор в редакторе модели	Использовать инструмент, который выделяет близкие по значению ячейки.
V/ курсор в редакторе модели	Удалить выделение.
Ctrl+C/ курсор в редакторе модели	При нажатых клавишах с помощью мыши переместить выделенную область.
Вверх/вниз / курсор на цветовой шкале	Изменить текущее значение.
Alt+1	Изменение ориентации среза 2D модели в плоскости XZ .
Alt+2	Изменение ориентации среза 2D модели в плоскости YZ .
Alt+3	Изменение ориентации среза 2D модели в плоскости XY.

## Создание синтетической системы измерений

Перейти в диалог, содержащий конструктор измерительной системы, можно воспользовавшись опцией главного меню программы: **File / Create survey**.

Диалоговое окно Synthetic survey (см. рисунок ниже) предназначено для создания геометрии сети измерений.



**Рис. 3** Диалоговое окно «Synthetic survey»

Диалог содержит настройки синтетической модели:

**Lines number** – количество профилей на площади съемки;

**Line's step, m** – расстояние между профилями в метрах;

**Line's minimum, m** – минимальное значение дистанции по профилю в метрах;

**Line's maximum, m** – максимальное значение дистанции по профилю в метрах;

**Points number** – количество точек на профиле;

**Gravity** – моделировать гравитационное поле;

**Magnetic** – моделировать магнитное поле.

После выбора всех настроек следует нажать кнопку **Apply**.

## Загрузка полевых данных из файлов

### Формат основного файла данных \*.gm3

Для начала работы с программой **ZondGM3D** необходимо создать файл данных определенного формата, содержащий информацию о координатах точек измерений, топографии и результатах измерений.

Текстовые файлы данных, организованные в формате программы **ZondGM3D**, имеют расширение «\*.gm3». Файлы формата \*.gm3 могут иметь разную структуру – являться либо

текстовыми файлами данных (структура такого файла описывается ниже), либо файлами проектов (создаются программой при сохранении). Файл проекта бинарный, прочесть его можно только с помощью **ZondGM3D**. Он содержит всю информацию, которая используется при работе с проектом – наблюдаемые данные, рассчитанные данные, модели, введенную априорную информацию и т.д.

Текстовый файл «\*.gm3» можно создавать при помощи любого текстового редактора, например Notepad. При этом необходимо поменять расширение файла на \*.gm3.

Для правильной работы программы файл данных не должен содержать:

- нетрадиционные символы, разделяющие записи в строке (используйте символы TAB или SPACE);
- абсурдные значения параметров измерений.

Желательно, чтобы суммарное количество измерений содержащихся в одном файле не превышало 100 000. При больших объёмах измерений рекомендуется предварительно децимировать или гридировать данные.

Текстовый файл \*.gm3 является внутренним форматом данных и имеет нижеописанную структуру.

Блок описания гравитационных (магнитных) данных должен начинаться строкой **start\_d\_grav** (**start\_d\_mag**). Далее следуют строки, содержащие информацию о координатах измерений и полевые данные. Первый столбец – номер профиля измерений, второй и третий столбцы – координаты пунктов измерения (в метрах), четвертый – измеренные значения гравитационного поля (в мГал) или измеренные значения магнитного поля (в нТл), пятый – вертикальная координата точки измерения со знаком минус (в метрах, отрицательная величина), шестой столбец – вес измерения (может отсутствовать). Блок описания гравитационных (магнитных) данных должен заканчиваться строкой **end\_d\_grav** (**end\_d\_mag**). Наличие данных магнитных и гравитационных измерений в одном файле не обязательно.

```

start_d_mag
1      350869.00      7422345.00      -56.00  -941.00  1.00
1      350873.00      7422354.00      -69.68  -939.00  1.00
1      350877.00      7422363.00      -74.42  -938.00  1.00
<.....|.....>
138    358902.00      7423356.00      -60.81  -758.00  1.00
138    358906.00      7423365.00      -61.38  -758.00  1.00
138    358910.00      7423374.00      -61.13  -759.00  1.00
end_d_mag
start_d_grav
1      352695.85      7426168.80      0.90   -951.82   1.00
2      352685.45      7425961.95      0.80   -965.42   1.00
2      352930.02      7425981.16      0.80   -1030.04  1.00
<.....>
27     356667.44      7419736.73      -0.80  -972.00   1.00
27     356968.89      7419733.04      -0.90  -1034.73  1.00
27     357190.99      7419696.53      -0.90  -919.35   1.00
end_d_grav

```

Рис. 4 Пример файла

### Импорт полевых данных из произвольного текстового файла или таблицы Excel

В программе реализована возможность импорта текстового файла данных произвольного табличного формата. Чтобы загрузить данные из текстового файла или файла MS Excel выберите функцию **File / Import from text/excel**. После выбора файла появится диалог **Import text data** (см. рисунок ниже). Кнопки **Start** и **End** на верхней панели диалогового окна позволяют установить строку начала и конца данных. Выберите необходимую строку и нажмите соответствующую кнопку. Первая и последняя строки будут выделены в таблице цветом.

Type	line	None	X/Longitude	Y/Latitude	Z	Mag
Units	none	None	m	m	m	nT
1	Line	ProfPos	X	Y	Z	T, nT
2	23	X/Longitude	1210	2140	550.37817382	122.7
3	23	Y/Latitude	1220	2140	550.34185791	53.16
4	23	Z	1230	2140	550.37542724	-8.39
5	23	Grav	1240	2140	550.40899658	-113.34
6	23	Mag	1250	2140	550.53479003	-140.19
7	23	line	1260	2140	550.66058349	-51.07
8	23		1270	2140	551.39825439	-32.52
9	23		1280	2140	552.13592529	41.04
10	23		1290	2140	552.94412231	-25.01
11	23		1300	2140	553.75231933	-343.45
12	23		1310	2140	554.56295776	-363.67
13	23		1320	2140	555.37359619	-503.95
14	23		1330	2140	556.30715942	-525.04
15	23		1340	2140	557.24072265	-507.89
16	23		1350	2140	558.42581176	-558.26
17	23		1360	2140	559.61090087	-248.83
18	23		1370	2140	561.18948364	-53.68
19	23		1380	2140	562.76806640	211.15
20	23		1390	2140	564.34030151	52.68
21	23		1400	2140	565.91253662	1662.97
22	23		1410	2140	566.95785522	881.68
23	23		1420	2140	568.00317382	638.24
24	23		1430	2140	568.88177490	377.05
25	23		1440	2140	569.76037597	444.22

Рис. 5 Диалоговое окно импорта данных «Import text data»

В первой строке каждого столбца таблицы данных находится выпадающий список, позволяющий указать тип данных: ProfPos – расстояние вдоль профиля (пикет), X/Longitude – координата X или долгота, Y/Latitude – координата Y или широта, Z – высота точки измерения (превышение рельефа), Grav – значение гравитационного поля, Mag – значение магнитного поля, line – номер профиля

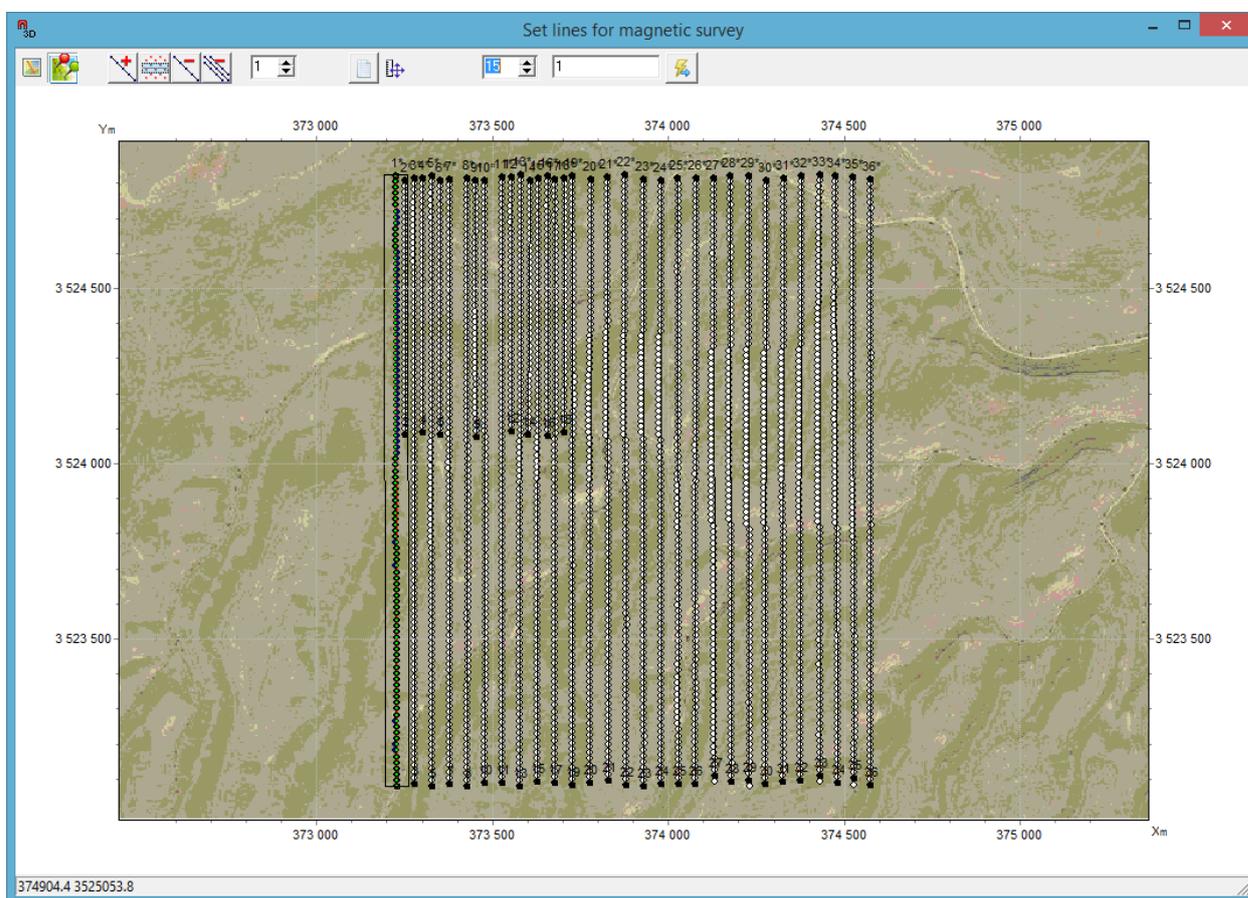
измерений, *mheight* – высота магнитного датчика над земной поверхностью, *gheight* – высота гравитационного датчика над земной поверхностью.

После того как все необходимые столбцы выбраны, нажимается кнопка **ОК** и данные загружаются в программу.

## Редактор профилей

После загрузки файла данных или создания синтетической измерительной системы появляется диалог настройки линий профилей «**Set lines for magnetic (gravity) survey**» (см. рисунок ниже). Данный диалог позволяет задавать, удалять и редактировать линии профилей, изменять координаты пикетов, а также загружать изображение или карту топографии в качестве подложки.

Редактор профилей можно вызвать, используя пункт главного меню программы **Options / Set survey lines**.



**Рис. 6** Диалоговое окно настройки линии профилей «Set lines for magnetic survey»

Панель инструментов данного диалогового окна содержит следующие опции:

	Загрузить в качестве подложки растровый файл или карту изолиний топографии.
---	---

	Загрузить космоснимок в качестве подложки. При использовании этой функции необходимо будет указать зону UTM. Координаты должны быть заданы в UTM формате.
	Добавить линию профиля.левой кнопкой мыши задаются точки линии профиля, правой кнопкой – задается последняя точка. Правой кнопкой мыши вызывается контекстное меню с дополнительными опциями. <b>Set line coordinates</b> – позволяет задать координаты линии в ручную; <b>Cursor to near point</b> – при включенной опции линии профиля проходит через ближайшие к курсору точки; <b>Invert line</b> – перевернуть линию профиля; <b>Create lines auto</b> – создать линии профилей автоматически.
	Включить в профиль точки, которые попадают в прямоугольную область вокруг заданной линии.
	Удалить текущий профиль.
	Удалить все профили.
	Задать номер активного профиля.
	Открыть и редактировать таблицу координат (диалог Locations).
	Выбрать масштаб изображения равноосный или с максимальным заполнением области окна.
	Установить размер области автоматического выбора точек зондирования в профиль.
	Задать имя активного профиля.
	Перейти к режиму инверсии данных для выбранной системы профилей.

Для изменения координат точек используйте кнопку , которая вызывает диалог **Locations** (см. рисунок ниже). Координаты могут быть загружены из текстового файла, содержащего соответственно столбцы с номером точки, двумя горизонтальными и вертикальной координатами, или скопированы напрямую из таблицы Excel.

name	X	Y	Z	v
	50.000	10.000	0.000	<input checked="" type="checkbox"/>
	60.000	10.000	0.000	<input checked="" type="checkbox"/>
	70.000	10.000	0.000	<input checked="" type="checkbox"/>
	80.000	10.000	0.000	<input checked="" type="checkbox"/>
	90.000	10.000	0.000	<input checked="" type="checkbox"/>
	100.000	10.000	0.000	<input checked="" type="checkbox"/>
	110.000	10.000	0.000	<input checked="" type="checkbox"/>
	120.000	10.000	0.000	<input checked="" type="checkbox"/>
	130.000	10.000	0.000	<input checked="" type="checkbox"/>
	140.000	10.000	0.000	<input checked="" type="checkbox"/>
	150.000	10.000	0.000	<input checked="" type="checkbox"/>
	160.000	10.000	0.000	<input checked="" type="checkbox"/>
	170.000	10.000	0.000	<input checked="" type="checkbox"/>
	180.000	10.000	0.000	<input checked="" type="checkbox"/>
	190.000	10.000	0.000	<input checked="" type="checkbox"/>
	200.000	10.000	0.000	<input checked="" type="checkbox"/>
	0.000	20.000	0.000	<input checked="" type="checkbox"/>
	10.000	20.000	0.000	<input checked="" type="checkbox"/>
	20.000	20.000	0.000	<input checked="" type="checkbox"/>
	30.000	20.000	0.000	<input checked="" type="checkbox"/>

**Рис. 7** Диалоговое окно установки координат точек наблюдения **Locations**

Для выхода из диалога редактора профилей и перехода к режиму интерпретации нажмите кнопку



### Диалог настройки сети модели «Mesh constructor»

После загрузки данных тем или иным способом и выбора системы профилей появляется диалог настройки параметров сети **Mesh constructor**. Также этот диалог доступен в главном меню программы **Options / Mesh constructor**.

Окно **Mesh constructor** включает две вкладки – **XY view** и **XYZ view**. Во вкладке **XY view** осуществляется настройка всех параметров разбиения сети:

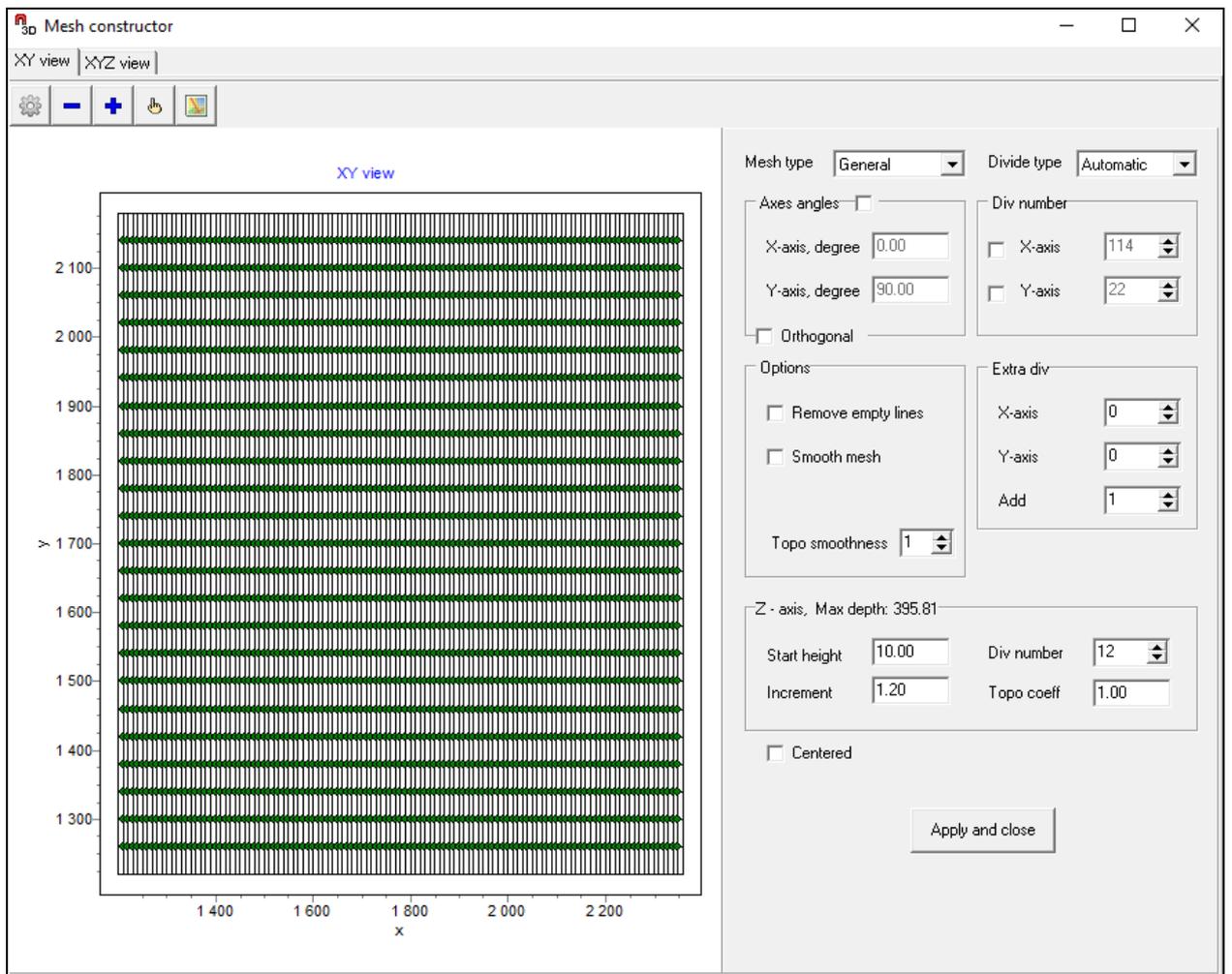


Рис. 8 Диалоговое окно «Mesh constructor», вкладка «XY view»

Вкладка состоит из двух областей. В левой области отображается *горизонтальный план*, правая область содержит *настройки разбиения сети*.

Панель инструментов содержит следующие кнопки:

	Перестроить модель в соответствии с заданными параметрами.
	Удалить строку или столбец. Наведите курсор на линию, которую нужно удалить и нажмите левую кнопку мыши. Правой кнопкой мыши вызывается меню выбора строки или столбца сети.
	Добавить строку или столбец. Наведите курсор на место, где необходимо добавить линию, и нажмите левую кнопку мыши. Правой кнопкой мыши вызывается меню выбора строки или столбца сети.
	Включить режим редактирования положения узлов при помощи мыши.
	Показать или скрыть карту рельефа в качестве подложки (левый щелчок мыши). Или загрузить топографию из файла XYZ (правый щелчок мыши).

### **Настройки разбиения сети включают:**

Выпадающее меню **Mesh type** задает тип сети. Доступны следующие типы разбиения: *Regular* – подходит для большинства стандартных систем наблюдения, когда точки съемки расположены на площади более или менее равномерно, *General* – для относительно неупорядоченных систем наблюдения, *One line* – для случаев, когда наблюдения представлены единственным профилем.

Область **Axes angles** задает локальные углы для осей модели X и Y (*X-axis, degree* и *Y-axis, degree* соответственно). В случае, если установлен флажок **Orthogonal**, то будет сохраняться ортогональность осей.

Область **Div number** позволяет установить количество разбиений вдоль осей X и Y, если выбраны соответствующие опции.

Выпадающий список **Divide type** позволяет выбрать автоматический (значение *Automatic*) или ручной (значение *Manual*) режимы задания сети.

При выбранной опции **Divide type** – *Automatic* активны следующие области:

Область **Options**, включающая следующие флажки:

*Remove empty line* – удалить ряды/колонки, не имеющие смежных точек;

*Smooth mesh* – сгладить направляющие сети. Эта опция актуальна, если сеть измерений сильно не регулярна.

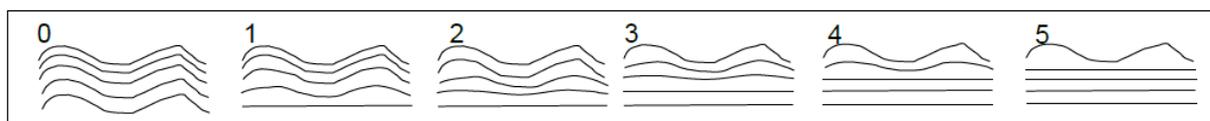
*Topo smoothness* – задать степень сглаживания рельефа (значения от 0 до 5, где 5 – максимальная степень сглаживания).

Область **Extra div** позволяет задать количество промежуточных ячеек для осей X и Y соответственно.

При выбранной опции **Divide type** – *Manual* становится активной область **Axes Range**, (режим равномерного разбиения сети), где можно установить минимальные и максимальные значения координат по осям X и Y соответственно.

Область **Z-axis, Max depth** предназначена для настройки разбиения вдоль вертикальной оси. **Max depth** – указывает глубину нижнего слоя. Следует иметь в виду, что максимальная глубина не должна быть слишком велика, т.к. влияние параметров разреза с глубиной уменьшается. **Start height** – устанавливает толщину первого слоя. Эта величина должна приблизительно соответствовать длине ячейки и удовлетворять разрешающей способности. **Increment** – устанавливает соотношение между толщиной смежных слоев. Значения этого параметра обычно выбирают в диапазоне от 1 до 2. **Div number** – устанавливает количество слоев модели. Обычно достаточно 12-20 слоев для описания модели. Нежелательно задавать большие значения этого параметра, т.к. это понизит скорость вычислений. **Topo coeff** – задать коэффициент выполаживания формы рельефа с глубиной (0-5). 0 – рельеф каждого последующего слоя повторяет предыдущий. 1 - рельеф выполаживается с

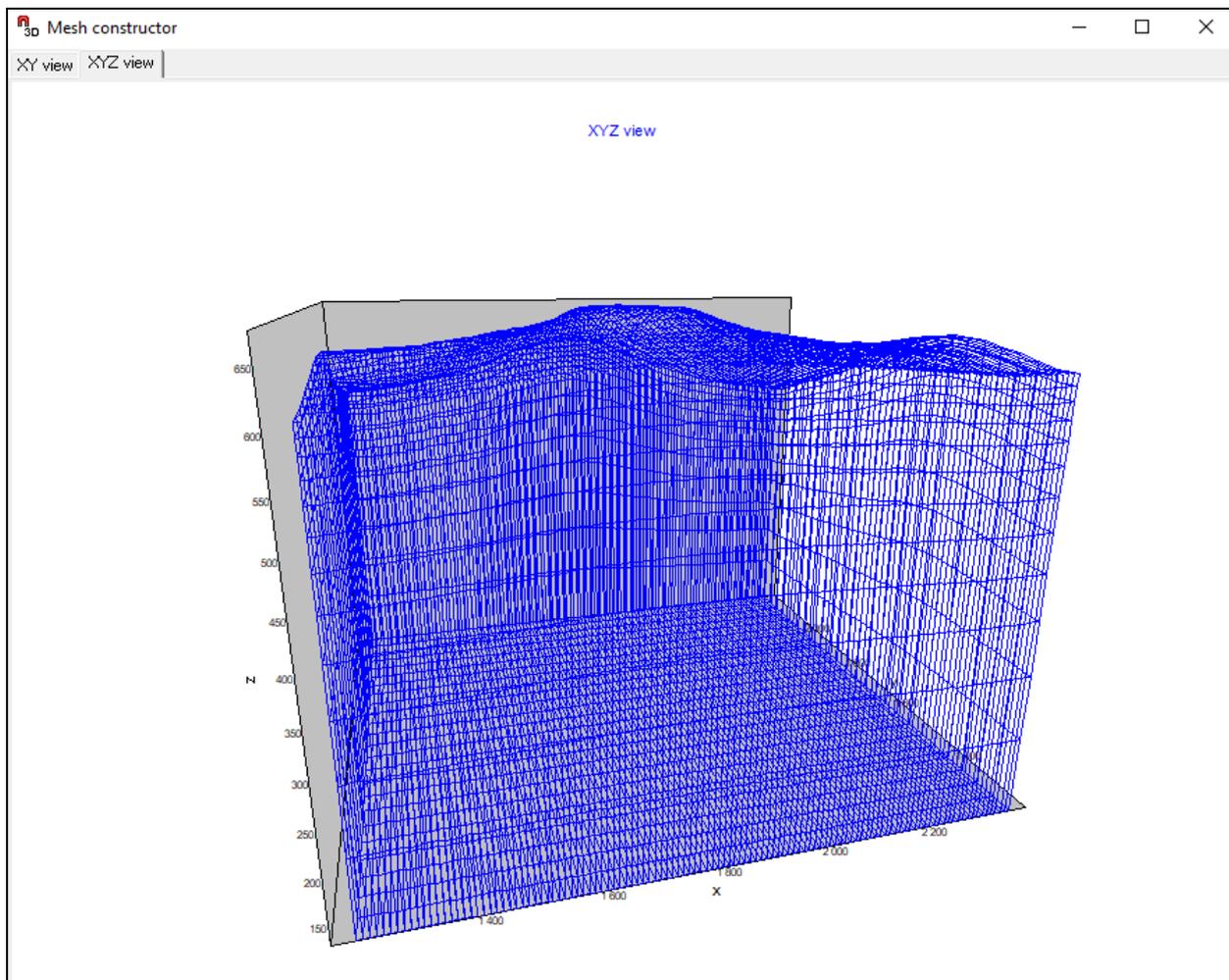
глубиной, последний слой – плоский. 5 – граница между первым и вторым слоем пологая. Принцип работы коэффициента показан на рисунке:



**Рис. 9 Выполаживание слоев модели с глубиной с использованием параметра «Торо coeff» от 0 до 5**

При выборе опции **Centered**, сеть строится таким образом, чтобы точки измерений находились преимущественно в центрах ячеек. Такой способ построения сети удобен для более надежного получения параметров эквивалентного слоя.

Вкладка **XYZ view** содержит объемное отображение построенной сетки (см. рисунок ниже). Для вращения изображения используйте левую кнопку мыши. Для масштабирования изображения используйте колесо прокрутки. Для перемещения вдоль осей используйте правую кнопку мыши. При нажатии на ось правой кнопкой мыши с нажатой клавишей Shift доступен диалог настройки параметров осей (см. раздел дополнительные опции).



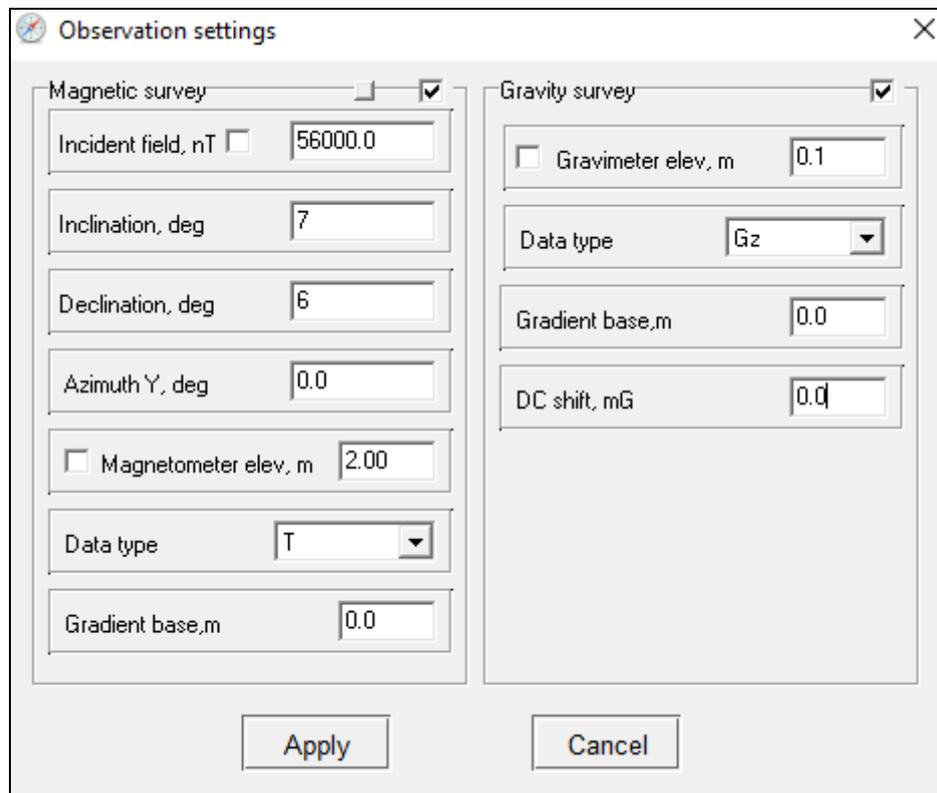
**Рис. 10** Диалоговое окно «Mesh constructor», вкладка XYZ view

Для завершения работы с диалогом настройки параметров сети и перехода в режим интерпретации нажмите кнопку **Apply and close**. После этого активизируются рабочие секции главного окна программы, а в панели статуса появляется краткая информация о новом проекте (количество точек измерений и ячеек 3D модели).

## **Диалог настройки нормального поля параметров измерений**

После настройки параметров сети модели, для нового проекта следует установить параметры нормального поля.

Диалог доступен в меню **Options / Observation settings**. Окно выбора параметров измерений разделено на две области: **Magnetic survey** и **Gravity survey**, с соответствующими настройками для магнитного и гравитационного поля.



**Рис. 11** Диалоговое окно настройки параметров измерения (**Observation settings**)

Область **Magnetic survey**

**Incident field** – модуль вектора нормального магнитного поля, в нТл.

Если опция включена, то значение нормального магнитного поля будет добавляться к рассчитанным значениям.

**Inclination** – величина наклона нормального магнитного поля, в градусах. Угол между полным вектором магнитной индукции и горизонтальной плоскостью.

**Declination** – величина склонения нормального магнитного поля, в градусах. Угол между горизонтальной проекцией полного вектора магнитной индукции и направлением на географический север. Отсчитывается по часовой стрелке.

**Azimuth Y** – азимут оси Y, в градусах. Отсчитывается по часовой стрелке от направления на север.

**Magnetometer elev** – высота магнитного датчика, в метрах, относительно рельефа (если опция отключена) или абсолютная высота (если опция включена).

**Data type** – тип измеренных данных. **T** – полный вектор напряжённости магнитного поля, **GrZ** – градиент магнитного поля, **Tx**, **Ty**, **Tz** – компоненты магнитного поля по соответствующим осям.

**Gradient base, m** – расстояние между датчиками градиентометра.

Небольшая кнопка  справа от **Magnetic survey** позволяет загрузить параметры магнитного поля из интернета (по заданной широте, долготе и году съёмки). Следует отметить, что значения

географических координат указываются в градусах. Целая часть и десятичная разделяются запятой (см. рисунок ниже).

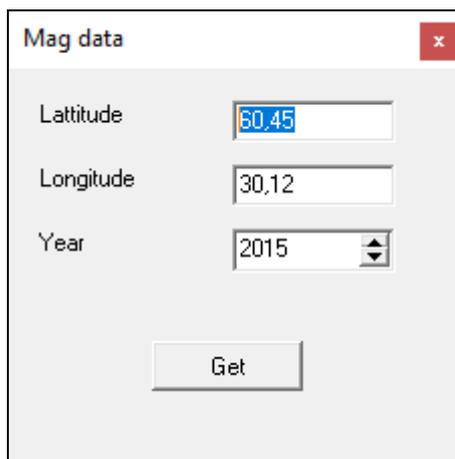


Рис. 12 Диалоговое окно Mag data

Область Gravity survey:

**Gravimeter elev, m** – высота гравиметрических наблюдений, в метрах, относительно рельефа (если опция отключена) или абсолютная высота (если опция включена).

**Data type** – тип измеренных данных. **Gz** – вертикальная составляющая силы тяжести, **Grz** – градиент вертикальной составляющей силы тяжести.

**Gradient base, m** – расстояние между датчиками градиентометра.

**Поле DC shift, mG** – задает добавочное значение к рассчитанным гравитационным данным. Можно определить автоматически (правый щелчок мыши), для заданной средней плотности пород, если заданы корректные значения минимальной и максимальной плотности в program setup.

## Визуализация данных

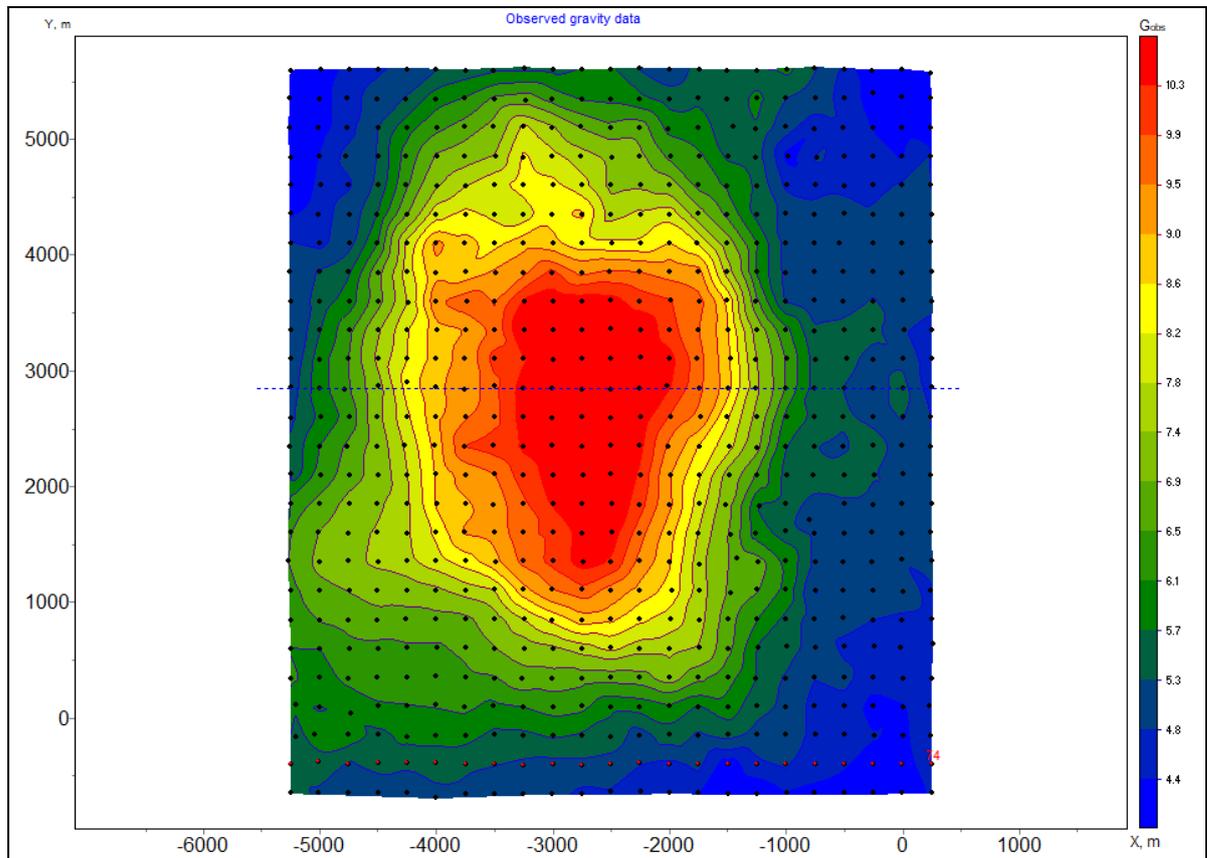
В программе существует возможность отображать площадные данные в виде карты изолиний (**Options / Data / Contour map**), плана графиков (**Options / Data / Graphics map**) и представлять данные в виде точек на плане (**Options / Data / Points map**).

### *План изолиний*

В рабочей области программы над трехмерной моделью отображается план изолиний для выбранного параметра. На этом плане может изображаться следующая информация:

- наблюдаемые данные (**Options / Data / Observed data**);

- рассчитанные данные (результатам решения прямой задачи) (**Options / Data / Calculated data**);
- невязка между наблюдаемыми и рассчитанными данными (**Options / Data / Data misfit**).



**Рис. 13 Пример плана изолиний**

На плане изолиний красными точками отображается положение профиля, график которого показан в области визуализации профильных данных (правое верхнее окно программы). Цифрами показан номер профиля.

Синей линией показано текущее положение среза 3D модели.

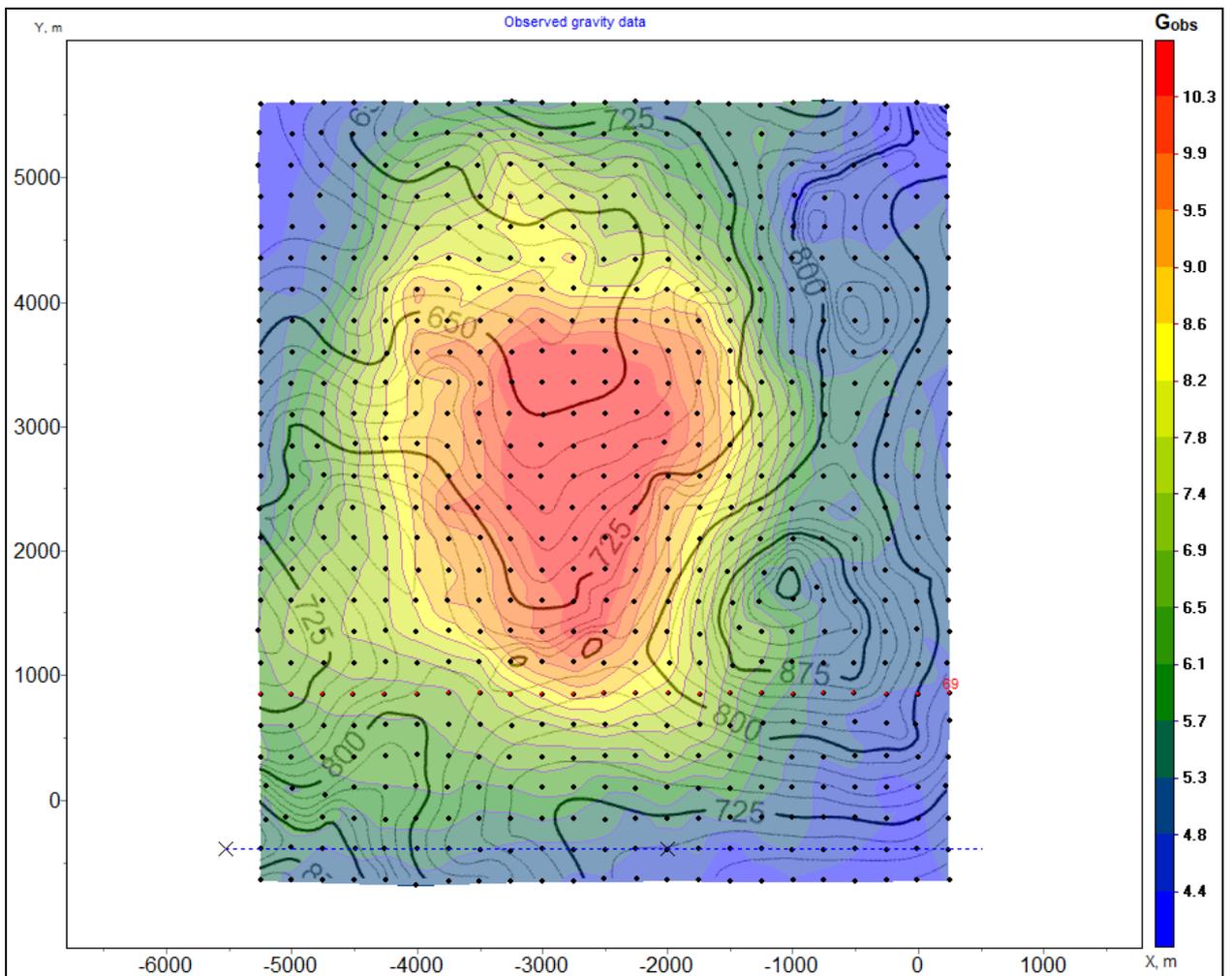
Положение скважин на плане изолиний отображается черным крестиком.

Щелчок правой кнопкой мыши по периметру плана изолиний вызывает контекстное меню со следующими опциями:

Log data scale	Использовать логарифмический масштаб для цветовой шкалы.
Smooth mode	Использовать гладкую интерполяционную палитру/контурный разрез.
Display grid point	Показывать метки точек измерений.
Display ColorBar	Показывать цветовую шкалу.

Setup	Вызвать диалог настройки параметров плана изолиний.
Print preview	Распечатать план изолиний.
Save picture	Сохранить план изолиний в графический файл *.bmp, *.png.
Save XYZ file	Сохранить план изолиний в текстовый файл *.dat.
X:Y=1:1	Установить одинаковые масштабы по горизонтальным осям.
Load background	Загрузить изображение в качестве подложки (графический файл).
Load bingmap	Загрузить спутниковую карту в качестве подложки.
Remove background	Удалить текущую подложку.
Draw in Surfer	Построить карту в Golden Software Surfer.
Copy BG from model	Эта опция доступна, если выбран срез XY. В этом случае графическое изображение текущего среза можно использовать как подложку карты изолиний.

Опция **Load background** позволяет загрузить в качестве подложки любой растровый файл, при этом само изображение становится полупрозрачным. Данная опция полезна для сравнения измеренных данных с топографическими картами, со структурными и тектоническими схемами, с геологическими картами, а также с данными других методов (геофизических, геохимических и т.д.). На рисунке ниже показан пример использования карты рельефа в качестве подложки.



**Рис. 14** Пример сопоставления плана изолиний измеренных данных с картой рельефа

Опция **Load bingmap** позволяет загрузить спутниковую карту в соответствии с заданными координатами. Координаты должны быть в UTM формате. После выбора данной опции появится окно UTM zone (см. рисунок ниже), где, соответственно, необходимо выбрать номер зоны.

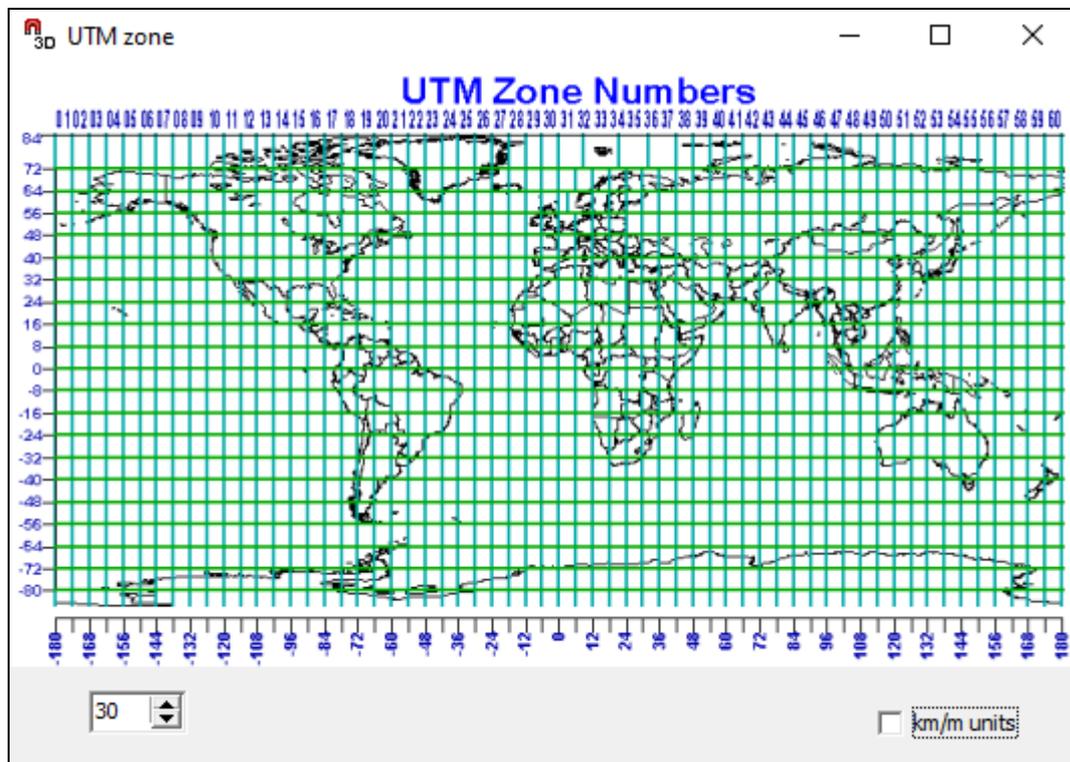
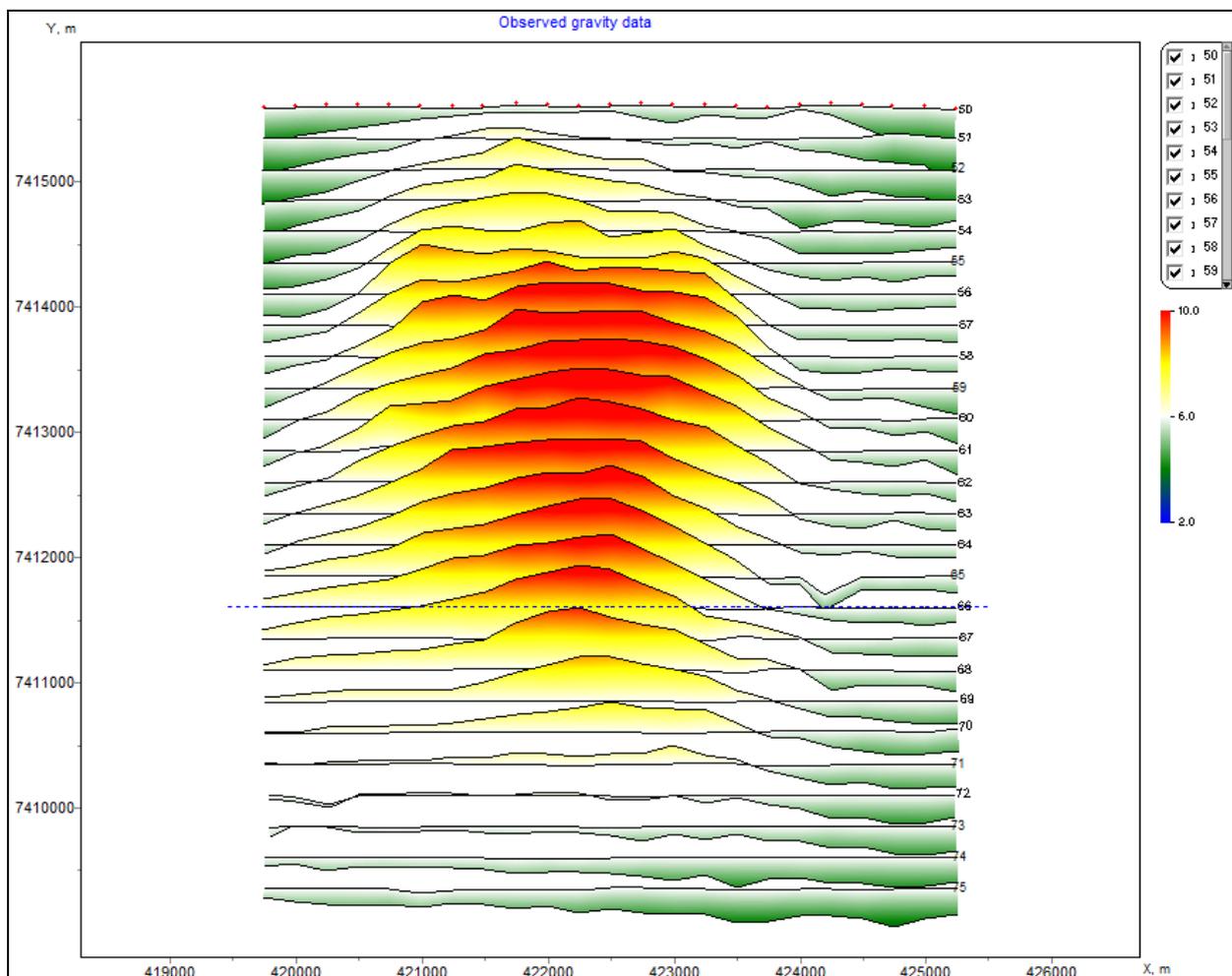


Рис. 15 Диалоговое окно выбора зоны UTM zone

## План графиков

Данная функция служит для отображения графиков теоретических или экспериментальных параметров по профилям.

Возможно построить графики наблюдаемых и (**Options / Data / Observed data**) (см. рисунок ниже) теоретических значений (**Options / Data / Calculated data**). Если выбран режим изображения значений невязок (**Options / Data / Data misfit**), то заливкой будут показаны наблюдаемые графики, а сплошной красной линией – рассчитанные. Для изменения масштабов графиков используйте колесо прокрутки мыши. Включить или отключить графики для того или иного профиля позволяет легенда в правой части объекта.



**Рис. 16 Пример плана графиков**

Щелчок правой кнопкой мыши в области объекта вызывает контекстное меню со следующими опциями:

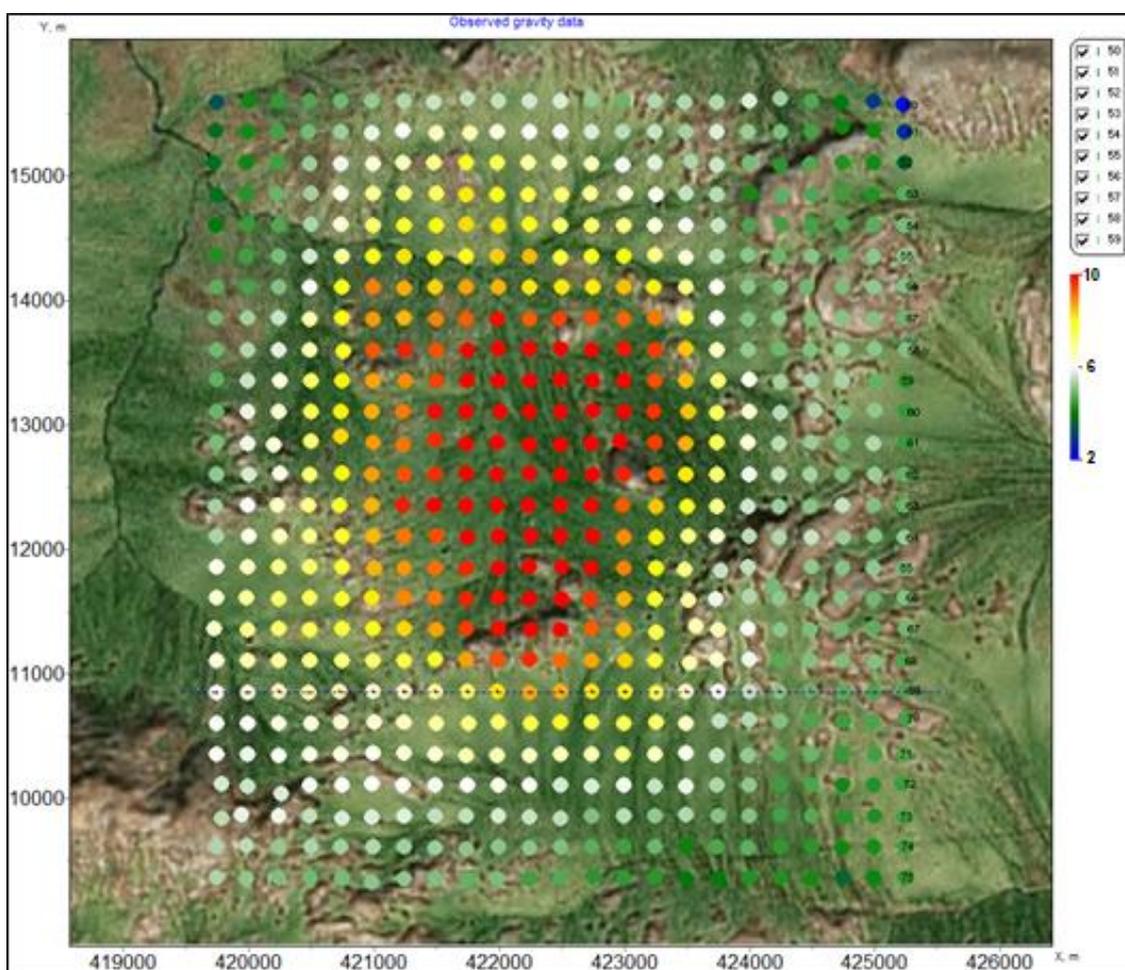
Setup	Вызвать диалог настройки параметров плана графиков.
Print preview	Распечатать план графиков.
Save picture	Сохранить план графиков в графический файл *.bmp, *.png.
X:Y=1:1	Установить одинаковые масштабы по горизонтальным осям.
Load background	Загрузить изображение в качестве подложки (графический файл).
Load bingmap	Загрузить спутниковую карту в качестве подложки.
Remove background	Удалить текущую подложку.

Также как для плана изолиний, для графиков профилирования можно загрузить любой графический файл в качестве подложки или спутниковую карту.

Для настройки цветовой шкалы плана графиков нажмите на ней правой кнопкой.

### ***Карта точек***

Представление данных в виде точек является удобным при использовании подложки. В этом режиме могут отображаться наблюдаемые значения (**Options / Data / Observed data**) и расчетные значения (**Options / Data / Calculated data**). Для изменения размера точек используйте колесо прокрутки мыши. Включить или отключить точки для того или иного профиля позволяет легенда в правой части объекта.



**Рис. 17** Окно данных, представленных в виде точек

Также как для плана изолиний, для точек можно загрузить любой графический файл в качестве подложки или спутниковой карты.

## Профильные графики

График для выбранного профиля отображается в правой верхней секции она, над редактором модели (см. рисунок ниже).

Редактирование измеренных значений производится путем перетаскивания точки графика с нажатой правой кнопкой мыши.

Редактор графика вызывается щелчком правой кнопки мыши с нажатой клавишей SHIFT на графике. Редактор осей вызывается щелчком правой кнопки мыши с нажатой клавишей SHIFT на интересующей оси.

Для перехода к следующему (предыдущему) профилю используется колесо мыши.

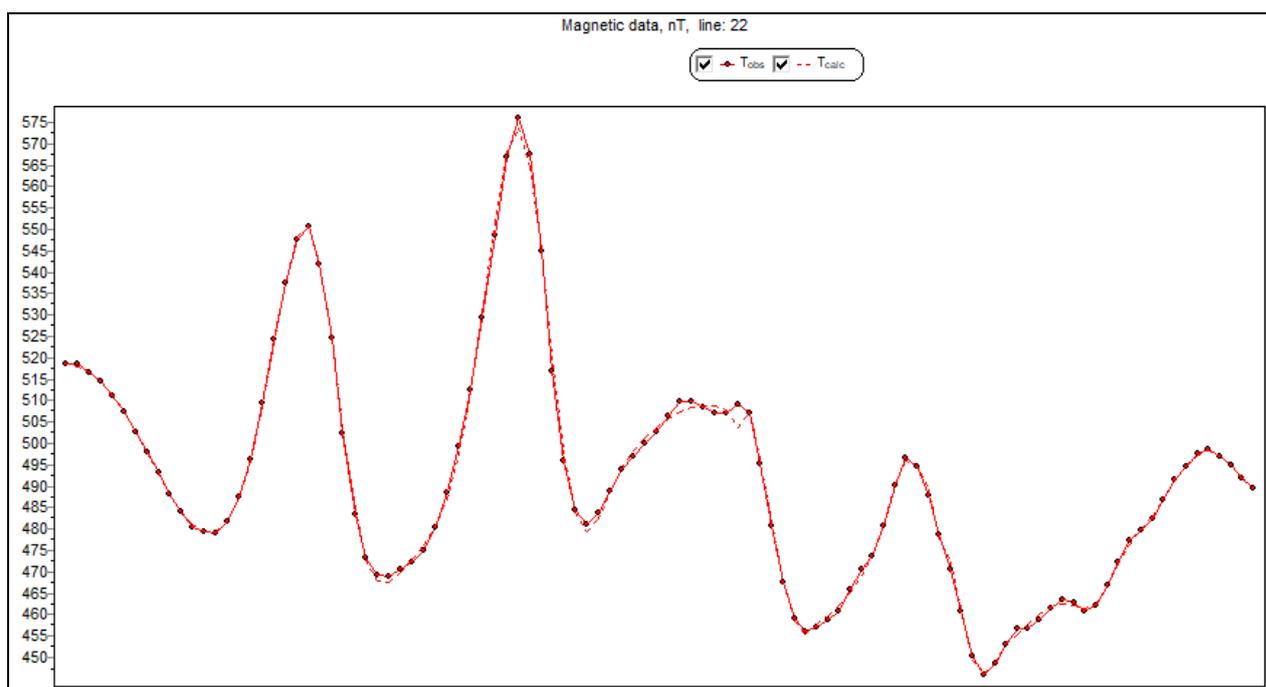


Рис. 18 Рассчитанный (пунктирная линия) и наблюдаемый (сплошная линия) графики

## Моделирование

Моделирование – важный процесс, предшествующий полевым работам. Используя априорную информацию о поисковом объекте, его физических свойствах и параметрах вмещающей среды, геофизик может задать теоретическую модель, соответствующую ожидаемой геологической обстановке. Результат моделирования позволяет определить характер и амплитуду аномалии. Предварительный анализ позволяет оптимизировать методику полевых работ. Такой подход считается профессиональным.

Программа **ZondGM3D** позволяет моделировать данные методов магниторазведки и гравитразведки в трёхмерном варианте (3D) с учетом рельефа. Необходимыми входными данными для проведения моделирования являются геометрия системы наблюдений, параметры нормального

поля и модель среды. Кроме этого можно строить модели на основе других моделей пакета **Zond** и геологических разрезов, заданных в виде растрового изображения.

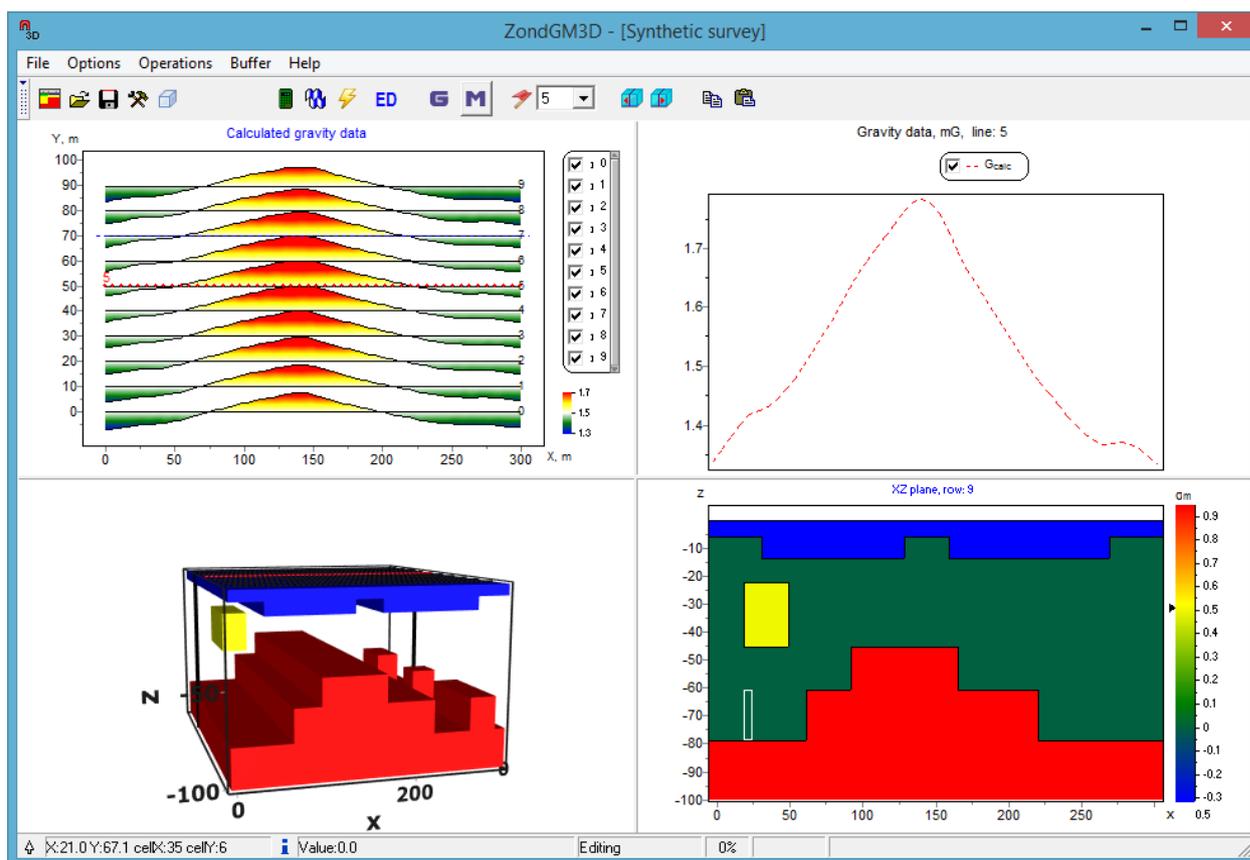


Рис. 19 Главное окно программы в режиме моделирования

## Редактирование модели

Редактирование среды выполняется в области *редактора модели* – нижняя правая графическая секция окна программы в режиме **Options / Model / Block-section**.

Редактор модели служит для изменения параметров отдельных ячеек модели с помощью мыши. Справа от области редактирования модели находится цветовая шкала, связывающая значение цвета со значением параметра. Для выбора текущего значения следует щелкнуть по шкале левой кнопкой мыши, при этом его значение отобразится ниже цветовой шкалы.

С помощью опции **Options / Model / Plane** можно выбрать ориентацию среза модели (XZ, YZ, XY). Ориентация среза может быть изменена с использованием горячих клавиш:

«Alt+1» – срез в плоскости XZ;

«Alt+2» – срез в плоскости YZ;

«Alt+3» – срез в плоскости XY.

Работа с ячейками модели сходна с редактированием растрового изображения в графических редакторах. При перемещении курсора в области модели, на нижней панели статуса главного окна программы отображаются координаты и параметры активной ячейки, в которой находится курсор. Активная в данный момент ячейка окружена прямоугольником – курсором. Выделенная ячейка отмечается крапом из белых точек.

Для оперативного создания модели в программе предусмотрено несколько режимов выделения ячеек: прямоугольником, эллипсом, свободной формой и по определенному значению параметра. Вызвать соответствующие опции возможно при нажатии правой кнопки мыши в области редактора модели:

Display cell setup	Вызвать диалог настройки параметров ячейки.
Cell to cursor value	Использовать параметр активной ячейки в качестве текущего значения.
Edit mode	Включить режим редактирования.
Selection \ Free form selection	Выделить набор ячеек в пределах области редактирования с помощью мыши. Область имеет заданные пользователем границы.
Selection \ Rectangular selection	Выделить набор ячеек в пределах области редактирования с помощью мыши. Область имеет прямоугольную форму.
Selection \ Elliptical selection	Выделить набор ячеек в пределах области редактирования с помощью мыши. Область имеет эллиптическую форму.
Selection \ Magic wand	Выделить набор ячеек в пределах области редактирования с помощью мыши. Выделяются активная ячейка и ячейки смежные с ней, параметры которых близки к ее параметру. Степень близости задается в диалоге настройки параметров модели.
Selection \ Remove selection	Удалить выделение.
Clear model	Очистить текущий срез.

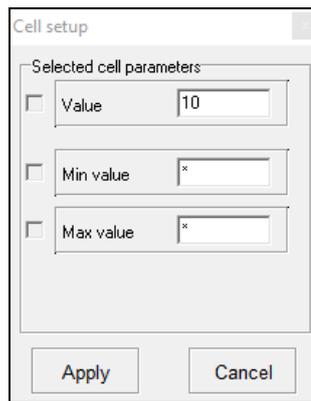
Нажатие левой кнопки мыши по ячейке или выделению меняет параметр на текущий (выбранный в цветовой шкале).

Увеличение отдельного участка или его перемещение осуществляется в режиме **Zoom&Scroll** с нажатой кнопкой. Для выделения участка, который необходимо увеличить, курсор мыши

перемещается вниз и вправо, с нажатой левой кнопкой. Для возвращения к первоначальному масштабу производятся те же действия, но мышь движется вверх и влево.

Нажатие кнопки мыши при нажатом CTRL позволяет переместить выделенный набор ячеек в пределах области редактирования с помощью мыши. При перемещении выделения с нажатой левой кнопкой мыши содержимое выделенных ячеек копируется в новое место. При перемещении выделения с нажатой правой кнопкой мыши содержимое выделенных ячеек вырезается и копируется в новое место.

Также можно задавать значения параметра выделенным ячейкам используя диалог настройки параметров ячейки **Display Cell setup**:



**Рис. 20** Диалоговое окно «**Display Cell setup**»

Диалог предназначен для выбора параметров отдельной ячейки или выделенного набора ячеек.

**Value** – устанавливает значение параметра ячейки.

**Min value, Max value** – определяет диапазон изменения параметра ячейки при инверсии.

Галочки, слева от каждой из опций выбираются, если необходимо применить новое значение ко всем ячейками выделения.

При нажатии правой кнопкой мыши в разных областях редактора модели появляются контекстные меню со следующими опциями:

Верхняя область над моделью	Display model mesh	Указывает, нужно ли изображать сеть.
	Display objects border	Указывает, нужно ли изображать границу объекта.
	Display color bar	Указывает, нужно ли изображать цветовую шкалу.
	Setup	Вызвать диалог настройки параметров модели.
	Zoom&Scroll	Включить режим увеличения и прокрутки.

	Print preview	Распечатать модель.
	X:Y=1:1	Установить одинаковые масштабы по горизонтальной и вертикальной оси.
Цветовая шкала	Set range	Задать минимальное и максимальное значения цветовой шкалы.
	Automatic	Автоматически определить минимальное и максимальное значения цветовой шкалы исходя из параметров среза (в качестве пределов шкалы выбираются минимальное и максимальное значения параметра модели).
	Log scale	Логарифмическая масштаб цветовой шкалы.
	Smooth image	Показать модель в гладкой интерполяционной палитре.
	Set cursor value	Установить курсор на определенное значение на шкале.

## Сохранение и использование модельных данных

Для того чтобы использовать рассчитанные значения в качестве полевых данных при инверсии, нужно сохранить результат в режиме **Calculated data**. Данные сохраняются в текстовый файл. После этого можно открыть сохранённый файл как наблюдаемые данные. В качестве альтернативы, можно воспользоваться опцией **Project with calculated**, но перед инверсией необходимо будет, очистить текущую модель. Далее можно выполнить инверсию таких данных и проанализировать отличия восстановленной модели от оригинальной.

Этот механизм позволяет тестировать системы наблюдений и проверять различные гипотезы.

## Интерпретация полевых данных

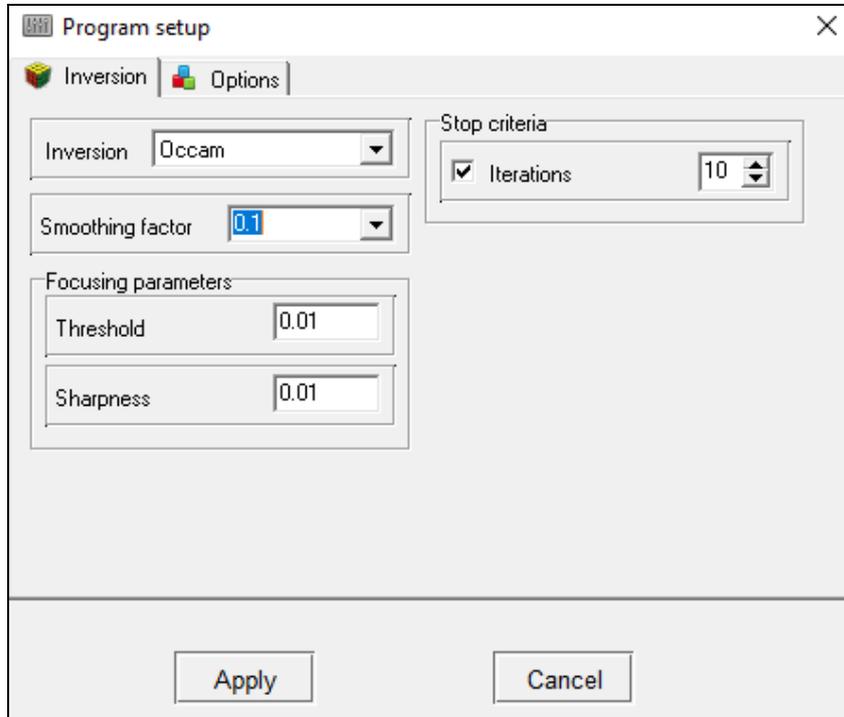
### Настройки параметров инверсии

Программа позволяет проводить инверсию полевых данных магниторазведки и гравиразведки. Можно выполнять как инверсию отдельно для каждого параметра, так и совместную инверсию данных (опция **Options / Inversion / Cross-gradient**).

После загрузки файла данных и настройки стартовой модели следующим шагом необходимо выбрать тип инверсии и настроить параметры. Диалог настройки параметров инверсии можно вызвать с использованием кнопки  или пункта меню **Option / Program setup**.

Диалог предназначен для настройки параметров, связанных с решением прямой и обратной задачи.

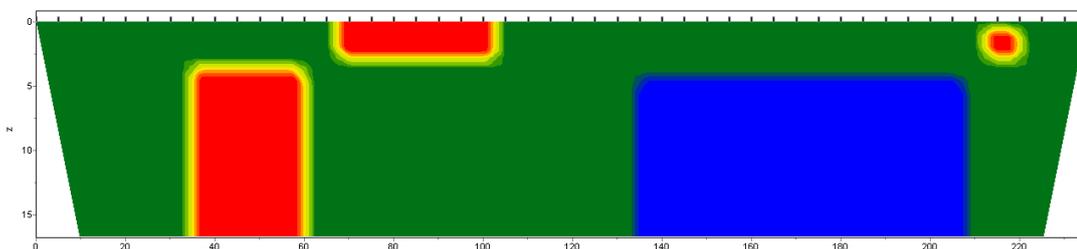
Вкладка **Inversion** предназначена для настройки параметров инверсии:



**Рис. 21** Диалоговое окно «Program setup», вкладка «Inversion»

Опция **Inversion** определяет алгоритм, посредством которого будет решаться обратная задача.

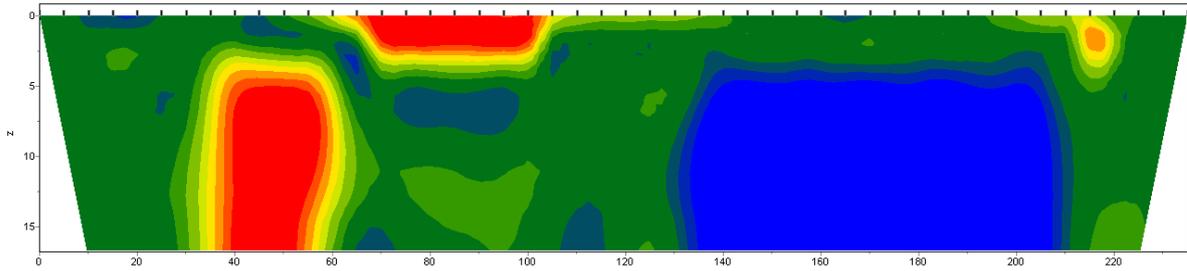
Рассмотрим различные алгоритмы инверсии на примере двухмерного среза модели среды состоящей из нескольких блоков (см. рисунок ниже):



**Рис. 22** Тестовая модель среды

Для тестирования алгоритмов рассчитан теоретический отклик для данной модели и на результат наложен пятипроцентный гауссовский шум.

*Smoothness constrained* – инверсия по методу наименьших квадратов с использованием сглаживающего оператора. В результате применения этого алгоритма получают гладкое (без резких границ) и устойчивое распределение параметров (см. рисунок ниже).



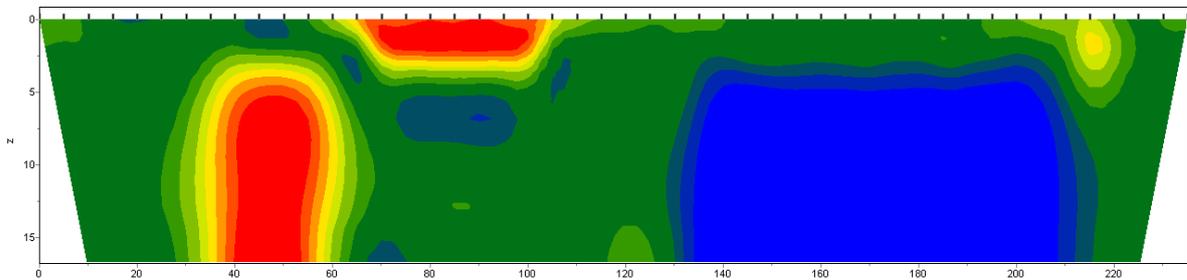
**Рис. 23 Восстановленная модель в результате инверсии *Smoothness constrained***

Матричное уравнение для данного варианта инверсии выглядит следующим образом:

$$(A^T W^T W A + \mu C^T C) \Delta m = A^T W^T \Delta f$$

Как видно из уравнения, при инверсии программа не минимизирует контрастность модели. Данный алгоритм позволяет достичь минимальных значений невязки. Рекомендуется использовать его на начальных этапах интерпретации, в большинстве случаев.

*Oscam* – инверсия по методу наименьших квадратов с использованием сглаживающего оператора и дополнительной минимизацией контрастности [Constable, 1987]. В результате применения этого алгоритма получают наиболее гладкое распределение параметров (см. рисунок ниже).



**Рис. 24 Восстановленная модель в результате инверсии *Oscam***

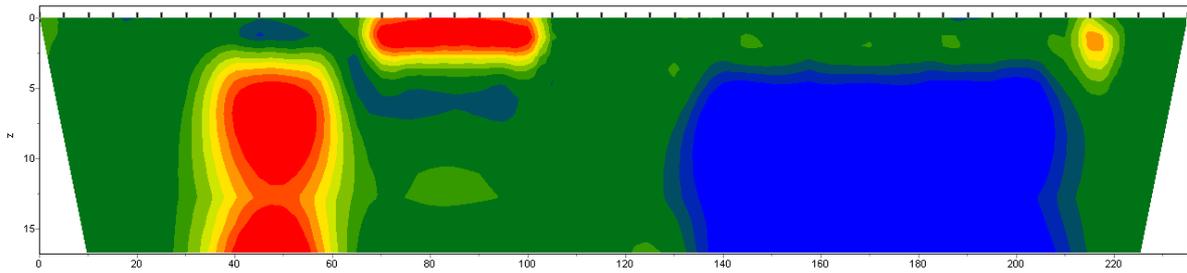
Матричное уравнение для данного варианта инверсии выглядит следующим образом:

$$(A^T W^T W A + \mu C^T C) \Delta m = A^T W^T \Delta f - \mu C^T C m$$

Степень гладкости результирующей модели прямо пропорциональна значению **Smoothness factor**. Следует отметить, что слишком большие значения параметра могут привести к увеличению невязки.

*Marquardt* – классический алгоритм инверсии по методу наименьших квадратов с регуляризацией демпфирующим параметром (**Ridge regression**) [Marquardt, 1963]. При малом

количестве параметров разреза, алгоритм позволяет получать контрастную модель среды (см. рисунок ниже).



**Рис. 25 Восстановленная модель в результате инверсии *Marquardt***

Матричное уравнение для данного варианта инверсии выглядит следующим образом:

$$(A^T W^T W A + \mu I) \Delta m = A^T W^T \Delta f$$

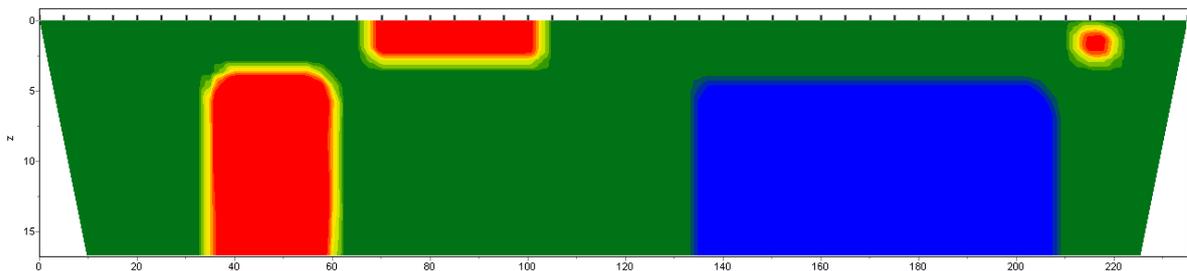
Неосторожное использование данной модификации инверсии может привести к получению неустойчивых результатов или увеличению среднеквадратического отклонения, то есть расхождению алгоритма.

Лучше всего применять метод *Marquardt*, как уточняющий (для уменьшения невязки), после проведения инверсии с помощью алгоритмов *Smoothness constrained* или *Occam*.

**Blocks** – подбор параметров отдельных областей различающихся по значениям параметра. Области с одинаковыми значениями рассматриваются как единые блоки (см. рисунок ниже). Предварительно рекомендуется применить опцию **Rasterization** для получения блочной структуры (Опция **3D settings menu / Model / Smooth/raster**).

Матричное уравнение данного варианта инверсии выглядит так же, как и для алгоритма *Marquardt*:

$$(A^T W^T W A + \mu I) \Delta m = A^T W^T \Delta f$$



**Рис. 26 Восстановленная модель в результате инверсии *Blocks***

Алгоритм лучше использовать на этапе уточнения результатов предыдущих методов (лучше всего *Focused*), предварительно объединив ячейки в блоки с помощью опции **Smooth/Raster**.

При выборе отдельных блоков вручную следует использовать редактор модели, выделяя отдельные области разными параметрами. Отдельные блоки будут выделены границей во время работы с окном данного диалога.

**Focused** – инверсия по методу наименьших квадратов с использованием сглаживающего оператора и дополнительной фокусировкой контрастности [Portniaguine, 2000]. В результате применения этого алгоритма получают кусочно-гладкое распределение параметров, то есть модель, состоящую из блоков имеющих постоянное значение параметра (см. рисунок ниже).

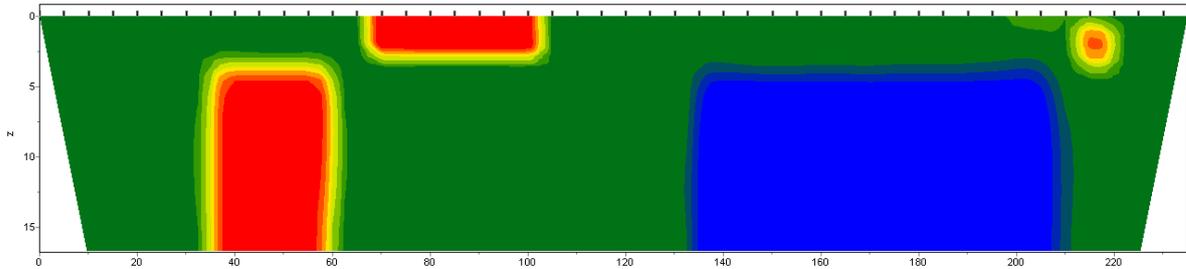


Рис. 27

### Восстановленная модель в результате инверсии *Focused*

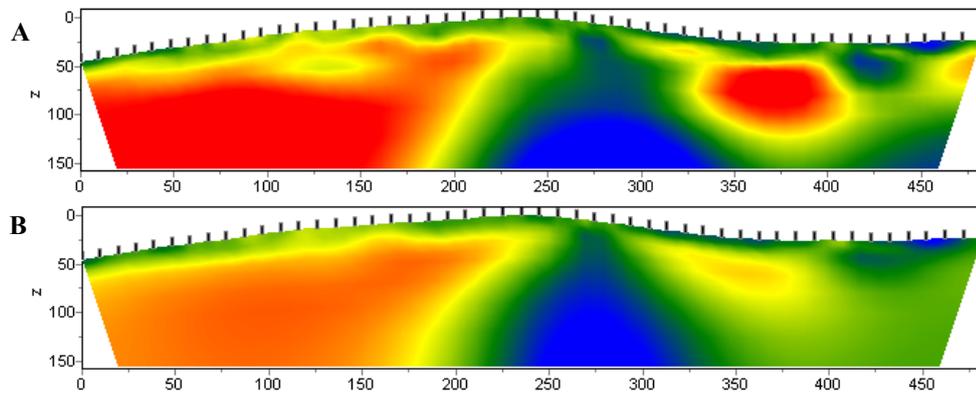
Матричное уравнение для данного варианта инверсии выглядит следующим образом:

$$(A^T W^T W A + \mu C^T R C) \Delta m = A^T W^T \Delta f - \mu C^T R C m$$

Использование данного варианта инверсии требует тщательного выбора параметра пороговой контрастности **Threshold** (устанавливается во вкладке **Inversion**). Этот параметр определяет пороговое значение контрастности соседних ячеек, по достижению которого параметры этих ячеек не усредняются между собой (то есть считается, что между ячейками проходит граница). Зависимость степени (или веса) осреднения двух соседних ячеек  $R_i$  от порога контрастности  $e$  и контрастности между этими ячейками  $r_i$  выглядит следующим образом:

$$R_i = \frac{e^2}{e^2 + r_i^2}.$$

**Smoothing factor** – устанавливает соотношение между минимизацией невязки измерений и невязки модели (например гладкости). Для данных с высоким уровнем помех или для того чтобы получить более гладкое и устойчивое распределение параметров, выбираются относительно большие значения сглаживающего параметра: 0.5 - 2; при высоком качестве измерений используются значения: 0.005 - 0.01. При больших значениях сглаживающего параметра чаще всего получают большие значений невязки данных (см. рисунок ниже). Используется в алгоритмах инверсии *Oscat* и *Focused*.



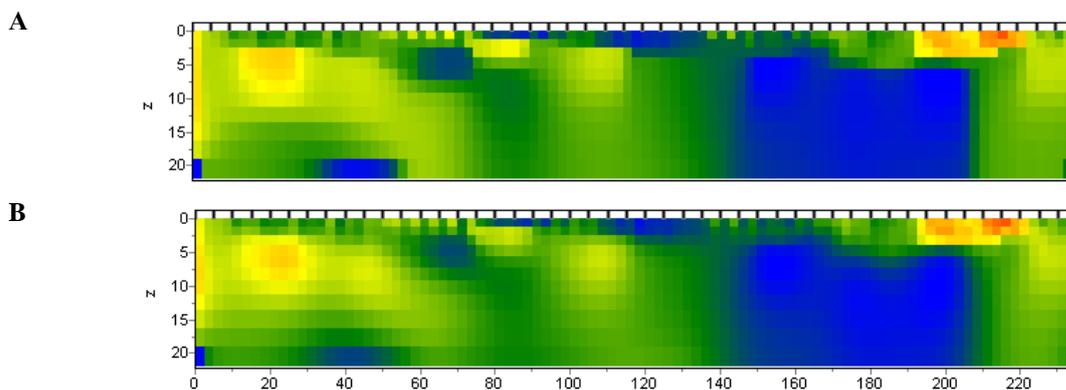
**Рис. 28** Модели в результате инверсии *Occam* с параметром **smoothing factor: 0.01 (A) и 1.0 (B)**

Область **Stop criteria** содержит критерии остановки инверсии.

**Iterations** – если опция включена, то процесс инверсии останавливается по достижении установленного номера итерации.

Область **Focusing parameters**.

**Threshold** – устанавливает пороговое значение контрастности соседних ячеек по достижению которого параметры этих ячеек не усредняются между собой (то есть считается, что между ячейками проходит граница). Значения этого параметра выбирается эмпирическим путем (0.001-1) (см. рисунок ниже). Выбор очень малого значения параметра может привести к расхождению алгоритма (при этом следует увеличить его значение). Слишком большие значения параметра приводят к получению гладкого распределения.



**Рис. 29** Модели в результате инверсии *Focused* с параметром **Threshold: 0.01 (A) и 0.1 (B)**

**Sharpness** – определяет соотношение между минимизацией объема аномалеобразующих объектов (0), и получением кусочно-гладкого распределения в среде (1) (см. рисунок ниже). Значения этого параметра выбирается эмпирическим путем.

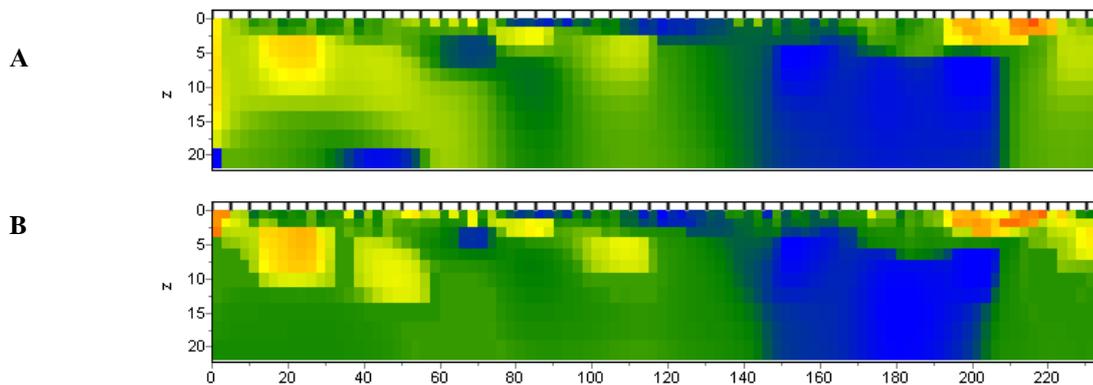


Рис. 30 Модели в результате инверсии *Focused* с параметром *Sharpness*: 0.8 (A) и 0.2 (B)

Вторая вкладка **Options** предназначена для настройки дополнительных параметров инверсии:

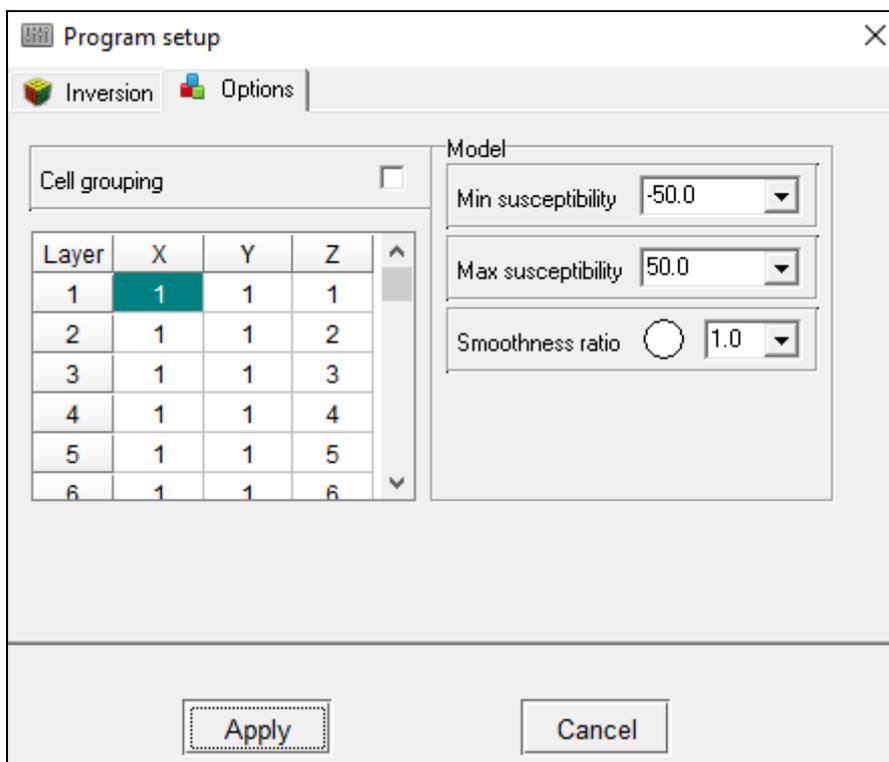


Рис. 31 Диалоговое окно «Program setup», вкладка «Options»

Область **Model**:

**Min susceptibility (density)**, **Max susceptibility (density)** – устанавливает пределы изменения параметров модели при инверсии для текущего режима. Если эти пределы известны достаточно точно, то рекомендуется включить опцию **lim based inv** из главного меню.

**Smoothness ratio** – определяет соотношение степени сглаживания в горизонтальном и вертикальном направлениях. Для горизонтально-слоистых структур используйте значения этого параметра  $<1$ , для вертикально-слоистых  $>1$ . Обычно для этого параметра используются значения от 0.2 до 1 (см. рисунок ниже).

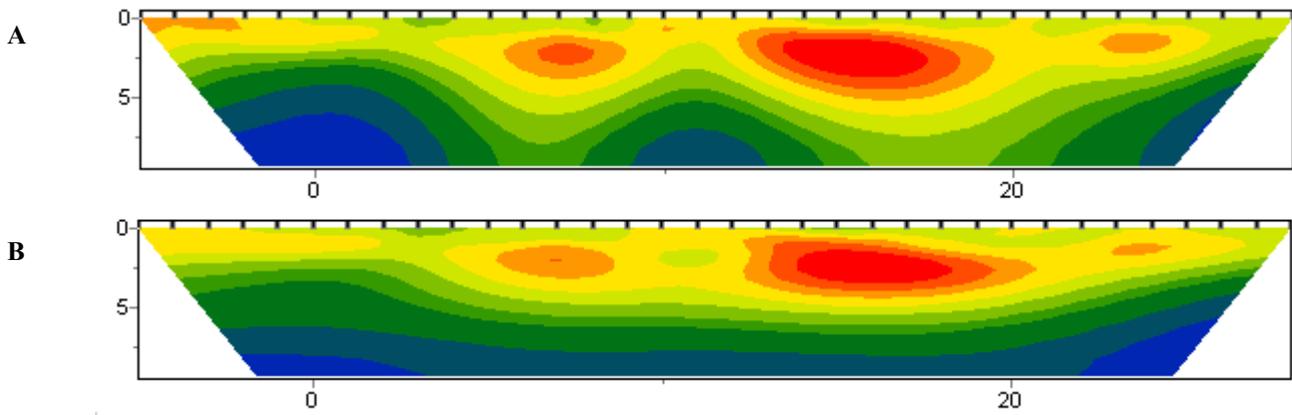
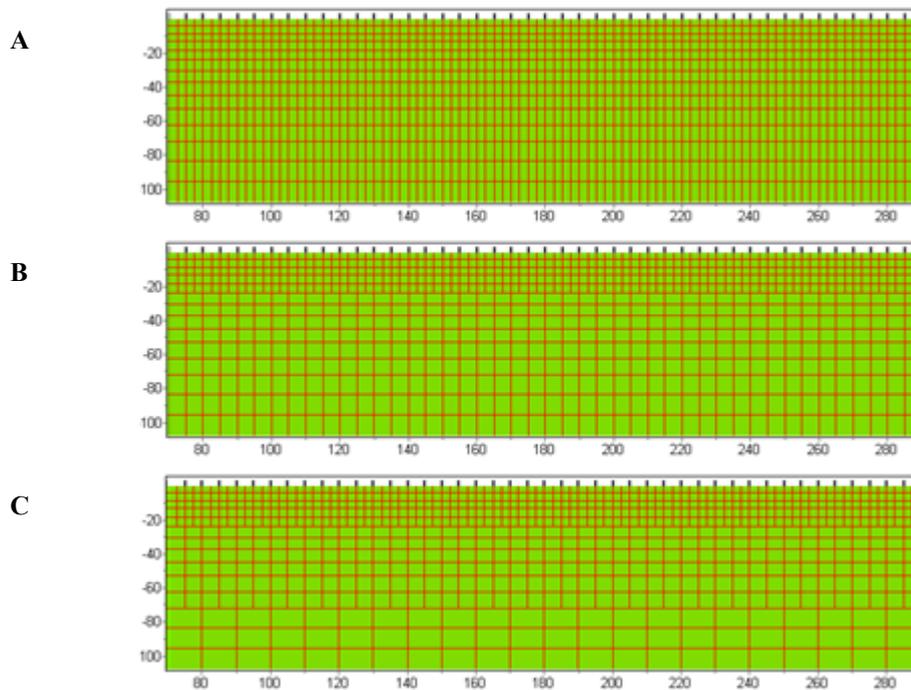


Рис. 32 Модели в результате «гладкой» инверсии с параметром **Smoothness ratio: 1 (A)** и **0.3 (B)**

**Cell grouping** – используйте эту опцию в случае больших моделей. Опция активизирует таблицу, позволяющую объединить смежные ячейки и получить меньшее число определяемых параметров при инверсии. В случае использования данной опции количество ячеек для решения прямой задачи остается прежним, а количество ячеек для инверсии уменьшается. В идеале, количество подбираемых параметров должно быть сопоставимо с количеством данных.

Таблица содержит четыре столбца: в первом (**Layer**) указан номер слоя исходной модели; в последующих трех столбцах (**X, Y, Z**) необходимо указать количество ячеек (в соответствующем направлении), содержащихся в каждой ячейки инверсионной сети, для данного слоя. Инверсионная сеть будет изображаться в редакторе модели и на 3D модели, во время ее настройки. Двойное нажатие правой кнопкой мыши на ячейки в столбцах **X** и **Y** позволяет объединять ячейки в горизонтальном направлении для данного слоя и всех нижележащих слоев.

Ниже приведены примеры трех инверсионных сетей: в первой инверсионная сеть соответствует модельной (см. рисунок ниже, A), во второй, начиная с шестого слоя, ячейки объединены в группы по две в горизонтальном направлении (см. рисунок ниже, B), в третьей, начиная с шестого слоя, ячейки объединены в группы по две, а с двенадцатого слоя - по четыре ячейки в горизонтальном направлении (см. рисунок ниже, C).



**Рис. 33** Примеры инверсионных сетей

## Деконволюция Эйлера

В программе **ZondGM3D** реализован алгоритм деконволюции Эйлера, позволяющий получить распределение магнитных и гравитационных источников (особых точек). Данная опция вызывается нажатием кнопки на панели инструментов главного окна программы, после чего появляется следующее диалоговое окно:

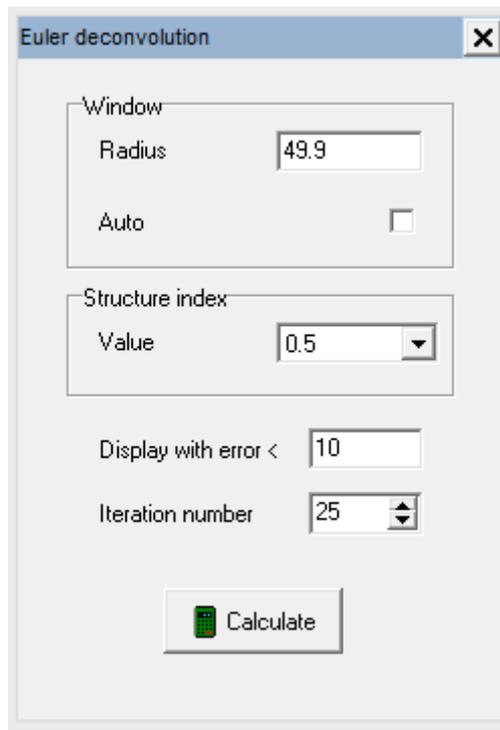


Рис. 34 Диалоговое окно деконволюции Эйлера

Область **Window** предназначена для выбора радиуса окна расчета, поле radius.

Опция **Auto**, включает алгоритм автоматического выбора размера окна, начиная с минимального.

Область **Structure index** позволяет выбрать значение структурного индекса, для которого будут отображены точки. Структурные индексы связаны со степенью затухания поля от источника изучаемого типа. Например, для линейных масс  $N=1$ , для точечных масс и дипольных линий  $N=2$ , для диполей  $N=3$ . Значение  $N=0.5$  в магниторазведке возникает в модели типа наклонного уступа, а также в гравиразведке для моделей тонких пластов, в том числе даек и силлов. Точки, соответствующие различным индексам, будут отображены различными значками.

Поле **Display with error** – показать результат, если ошибка подбора меньше заданного значения.

Поле **Iteration number** – количество итераций при локальной оптимизации задачи для окна.

Кнопка **Calculate** – рассчитать положения особых точек с выбранными параметрами.

Предварительно перед расчетом деконволюции Эйлера рассчитывается эквивалентный слой (опция **Operations / Equivalent layer calculation**). Это необходимо для расчета вертикальной производной поля.

Пример использования деконволюции эйлера приведен на рисунке ниже.

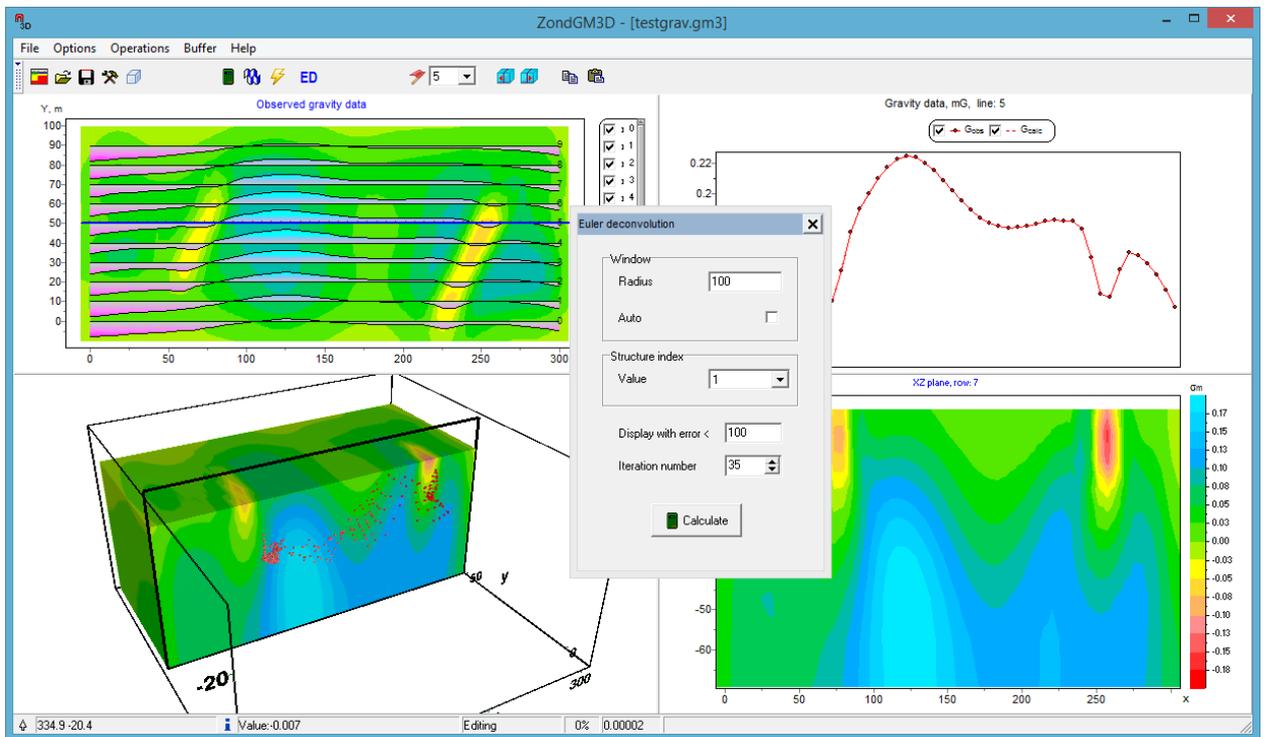


Рис. 35 Пример использования деконволюции Эйлера

## Быстрые трансформации поля в разрез

Этот, основанный на критерии максимального правдоподобия алгоритм, позволяет достаточно быстро получать плотностные и магнитные разрезы, без дополнительных настроек. Быстрая трансформация запускается кнопкой  главной панели инструментов.

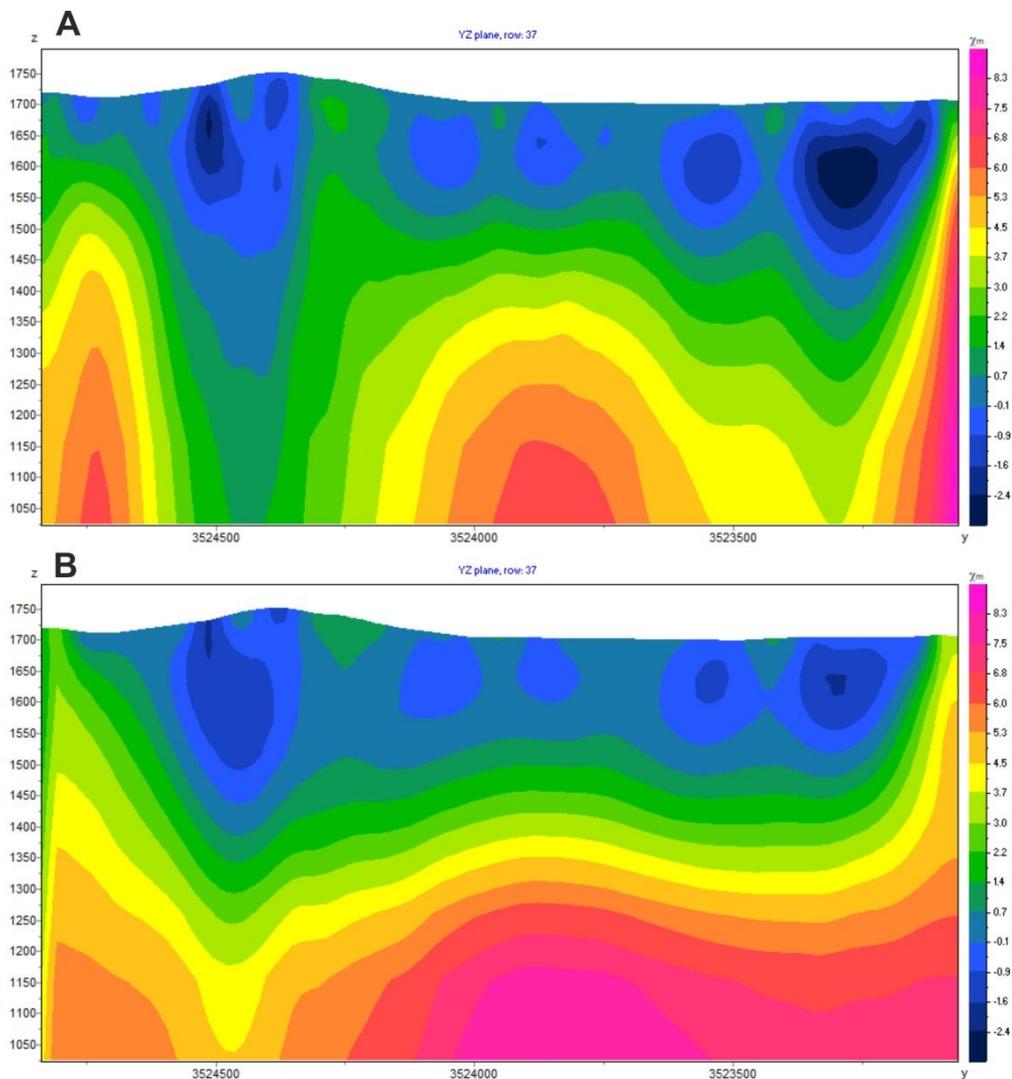


Рис. 36 Сравнение разреза после инверсии (А) и после быстрой трансформации (В)

## Априорная информация

### Использование графических подложек для 2D и 3D моделей

Наиболее сильными приемами повышения качества интерпретации данных является комплексирование геофизических методов разведки и учёт априорной информации. В программе реализовано несколько способов визуализации априорной информации. С помощью опции **Options / Import/Export** можно загрузить разнообразную геологическую и геофизическую информацию: модели из проектов других программ **Zond**, графическое изображение в виде подложки под разрез (например, геологический или сейсмический разрез) (см. рисунок ниже).

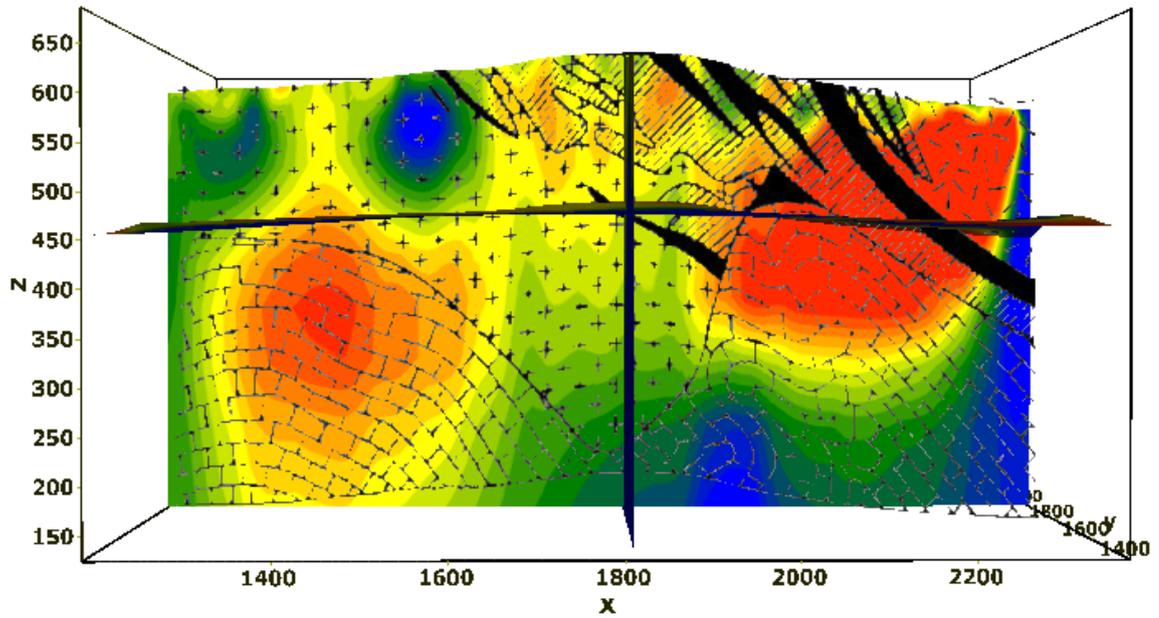


Рис. 37 Пример использования функции «Background 2D»

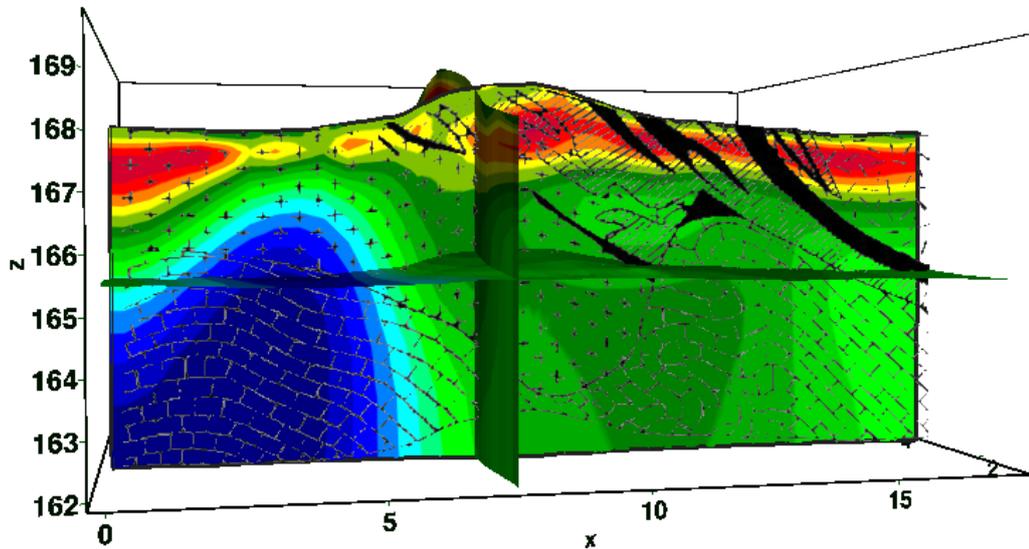
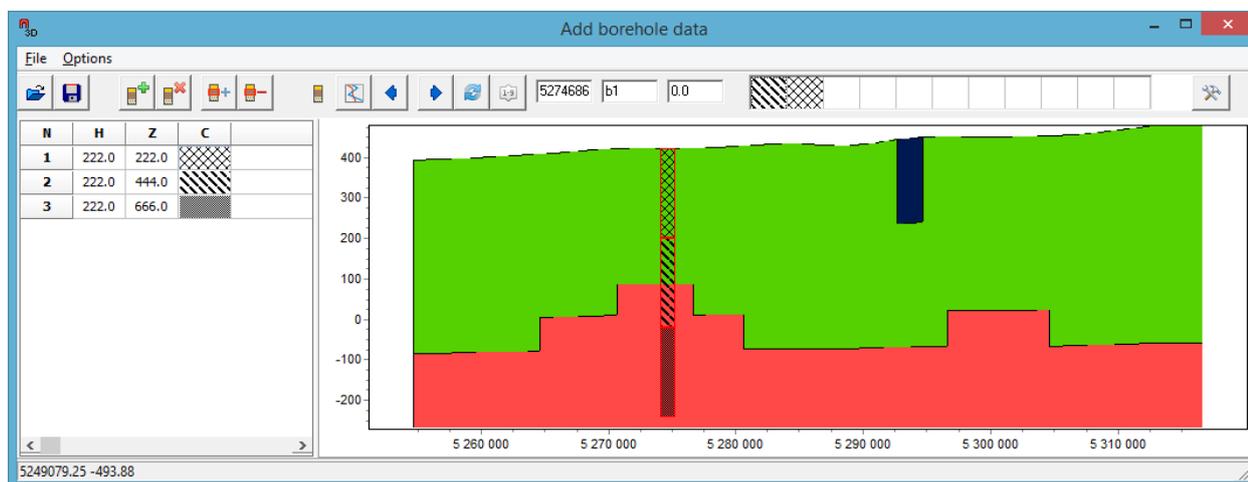


Рис. 38 Пример использования функции «Background 3D»

Для сопоставления результатов различных методов также удобно использовать функции **Import mod2d's** и **Import mod3d**. Эти опции позволяют загружать модели, сохраненные в других программах **Zond**, как файлы с расширением MOD3D и MOD2D, в текущую текущей модели.

## Создание скважинных данных

Добавление и редактирование данных каротажа и литологии выполняется в специальном модуле **Options / Borehole / Create / Edit borehole data** (см. рисунок ниже). Модуль позволяет создавать, редактировать и визуализировать литологические колонки и каротажные данные вдоль профиля наблюдений.



**Рис. 39** Модуль добавления данных каротажа и литологии скважин

Панель инструментов диалогового окна содержит следующие кнопки:

	Открыть файл литологии
	Сохранить файл литологии
	Создать новую скважину
	Удалить скважину
	Добавить слой в скважине
	Удалить слой в скважине
	Режим литологических колонок
	Режим каротажных данных
	Перейти к предыдущей скважине
	Перейти к последующей скважине
	Обновить окно прорисовки данных

	Отсортировать скважины по координате
<input type="text" value="30"/>	Устанавливает горизонтальную координату (вдоль профиля)
<input type="text" value="bh1"/>	Подпись к скважине (не более 5ти символов)
<input type="text" value="1"/>	Угол наклона скважины в плоскости XZ.
	Дополнительные опции

Модуль содержит два основных окна. Слева расположено **Окно данных**, содержащее таблицу со следующими столбцами: **N** – порядковый номер слоя, **H** – мощность слоя в метрах, **Z** – глубина подошвы слоя в километрах, **C** – тип заливки. В правом окне данные по скважинам отображаются в графическом виде.

Для начала создания файла литологии необходимо нажать кнопку  на панели инструментов.

После чего в секции слева появится новая таблица. При помощи кнопки  необходимо задать нужное число слоев. Далее необходимо отредактировать таблицу, установив значения мощности или глубины подошвы каждого из слоев, а также выбрать тип заливки в соответствии с литологией. Диалог настройки заливки **Pattern Color Editor** вызывается двойным нажатием левой кнопки мыши в столбце **C** окна данных (рис. 40). В программе предлагается богатый выбор литологических заливок. В опции **Color** можно выбрать цвет заливки.



**Рис. 40** Окно редактора заливки

После окончания ввода данных по скважине необходимо нажать кнопку  и скважина появится в графическом окне. После этого, необходимо задать горизонтальную и вертикальную

координаты скважины на панели инструментов в километрах, после чего скважина будет изображаться в соответствии со своими координатами. В графическом окне активная скважина отображается красным цветом.

Для удобства работы с большим количеством скважин в программе имеется возможность создания палитры. Для создания палитры выберите необходимую заливку в столбце заливок **Окна данных**, после чего щелкните правой кнопкой мыши в области заливок на главной панели программы. Таким путем может быть создан набор заливок, который затем может быть сохранен.

Для этого нажмите кнопку  и выберите **Save default palette**. Сохраненный набор заливок может быть использован при создании нового файла данных литологии и каротажа (  - **Load default palette**).

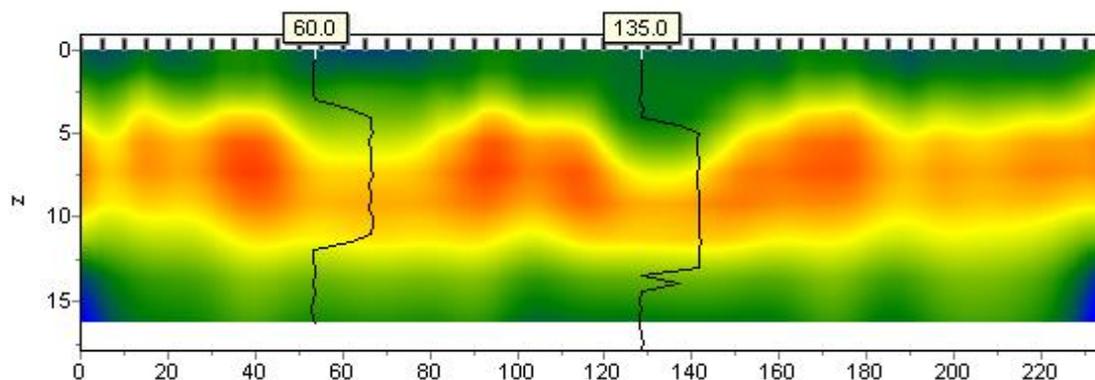
**Set borehole width**, доступная при нажатии кнопки  устанавливает ширину скважин в процентах от длины профиля.

После сохранения файла данных будут созданы несколько файлов: **\*.crt** – проект модуля, который может быть загружен в программе **ZondGM3D** и **\*.txt** – файла для каждой скважины, имена соответствуют горизонтальной и вертикальной координате

Данные каротажа возможно загрузить через инструмент . При создании файла каротажных данных используется форматы **\*.txt** и **\*.las**.

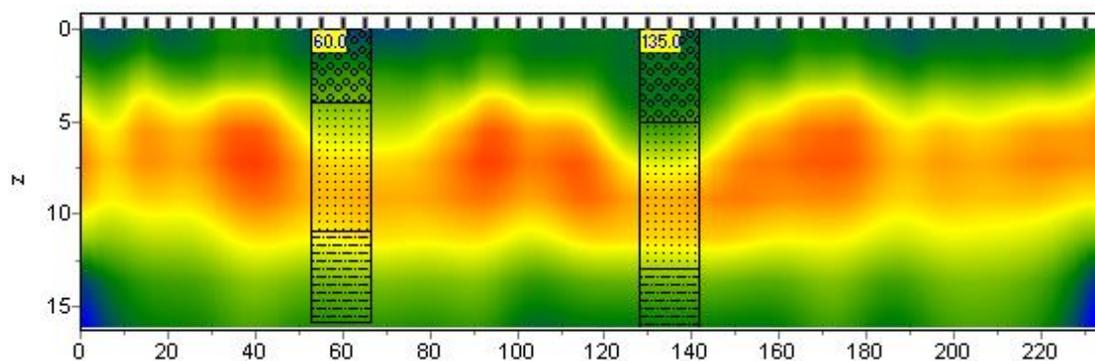
Структура файла **\*.txt**: первая колонка содержит глубину точки записи (от поверхности земли), вторая колонка содержит каротажные измерения. Третья и четвертая колонки содержат нули. Разделитель между колонками клавиша TAB.

Ниже приведен пример файла каротажных данных, отображаемых на разрезе виде графиков (см. рисунок ниже):



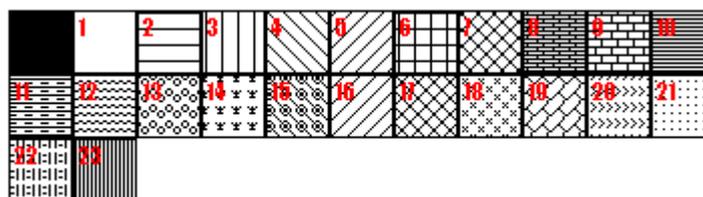
**Рис. 41 Модель с нанесенными каротажными диаграммами**

При создании файла с литологической информацией используется следующая структура: первая колонка содержит глубину (от поверхности земли) литологического горизонта, вторую колонку следует заполнить нулями, третий столбец - цвет слоя на литологической колонке, четвертый столбец - тип краппа на литологической колонке. Колонки разделяются пробелами. Пример модели с нанесенными литологическими колонками приведен на рисунке ниже.



**Рис. 42 Модель с нанесенными литологическими колонками**

Ниже приведен список из первых 23 краппов, которые можно использовать, при создании литологической колонки.



**Рис. 43 Варианты штриховки литологической колонки**

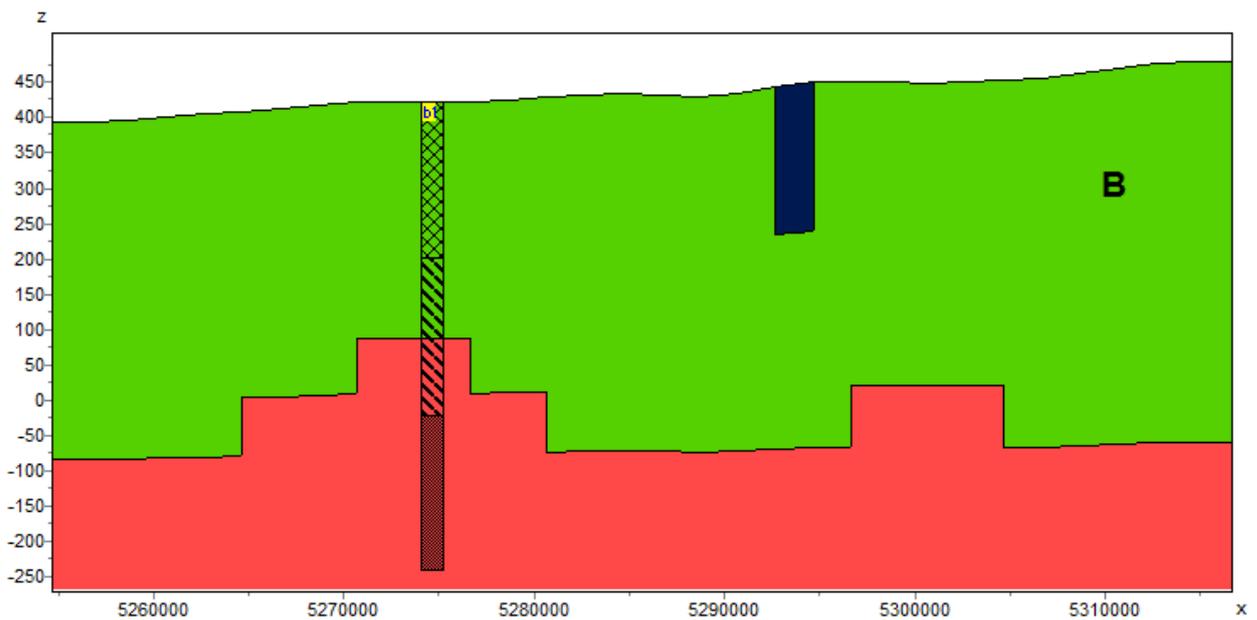
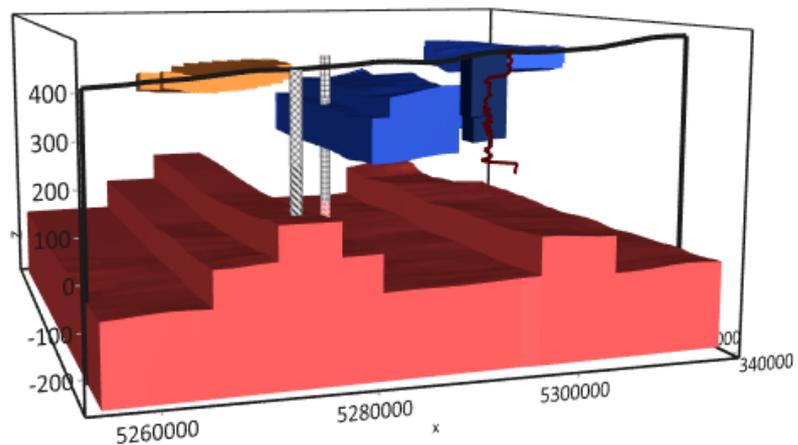
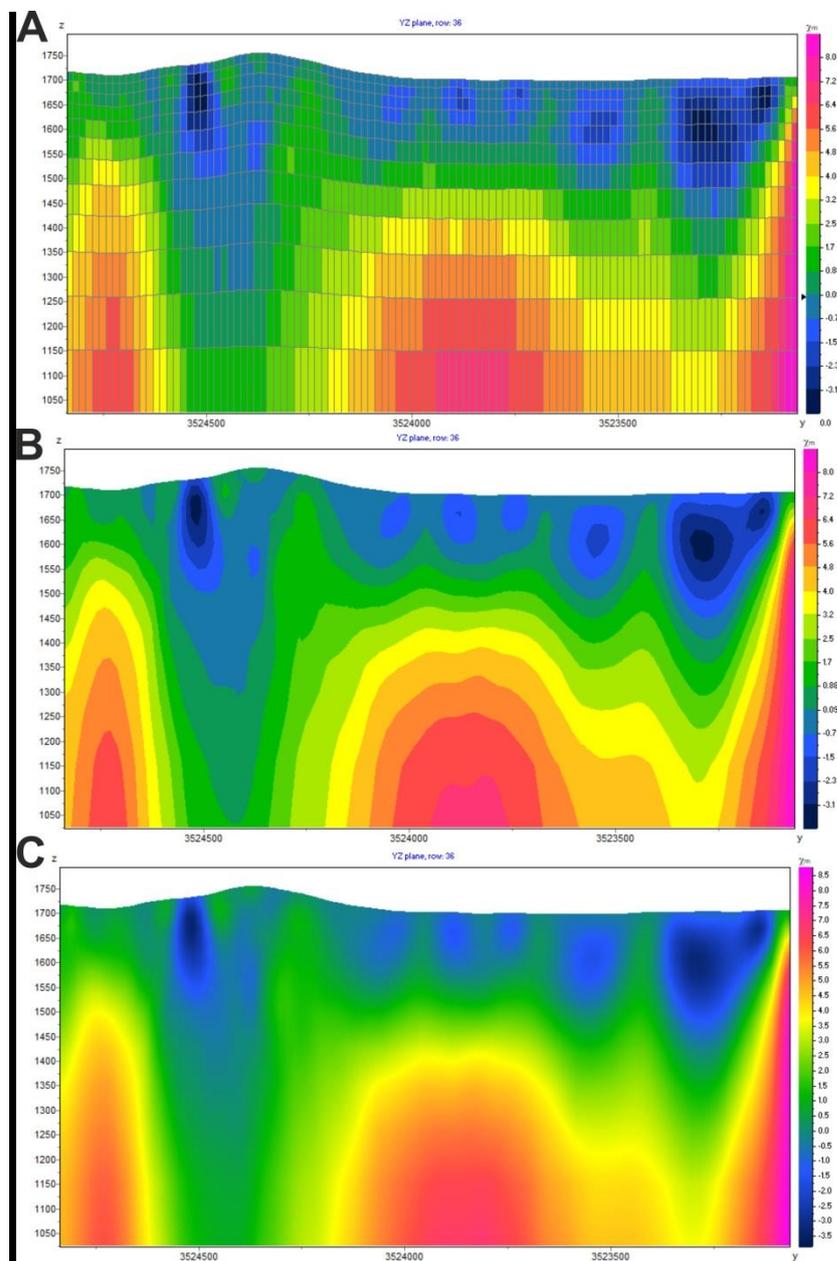


Рис. 44 Визуализация скважинной информации в объемной модели(A) и на срезе(B).

## Результаты интерпретации

### Режимы и параметры визуализации среза модели

Срез модели можно отображать в виде ячеек **Options / Model / Block-section** или в гладкой интерполяционной палитре **Options / Model / Smooth-section** (см. рисунок ниже).



**Рис. 45** Варианты отображения модели: Block-section (A), Smooth-section в виде разреза изолиний (B) и Smooth-section виде модели в гладкой интерполяционной палитре (C)

Для того чтобы изображать контурную модель в гладкой интерполяционной палитре необходимо активировать функцию «Continuous» во вкладке «Colors». Вкладка «Colors» находится в диалоговом окне «Model setup» (см. раздел «диалог настройки отображения параметров модели»).

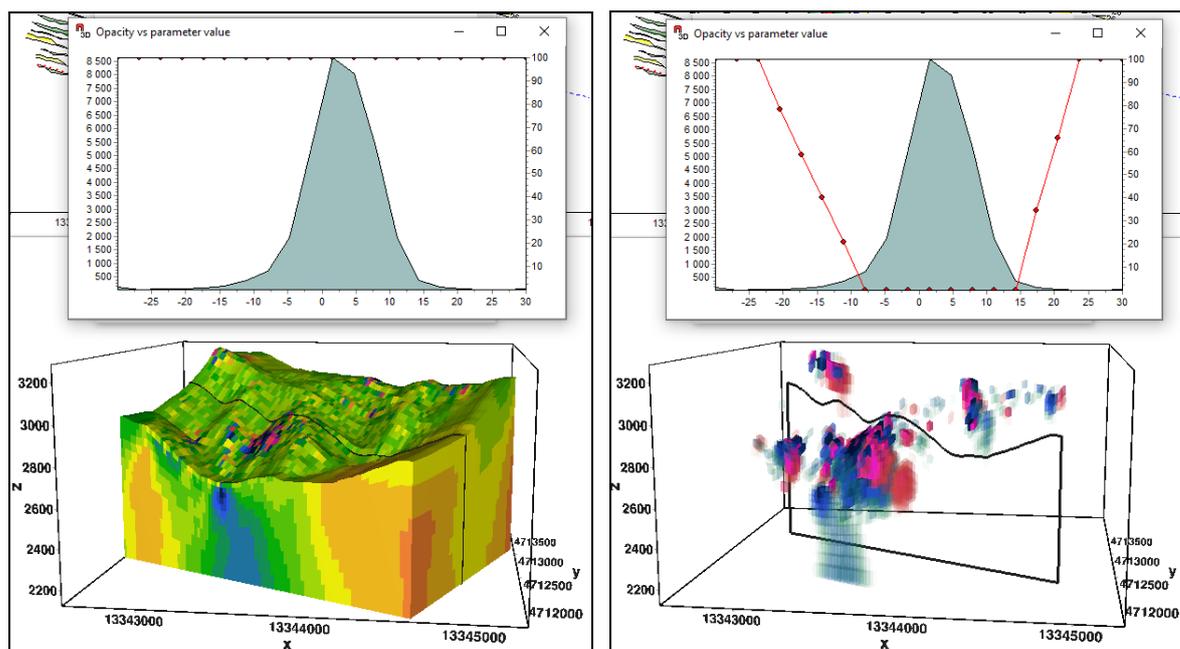
## Режимы и параметры визуализации объемной модели

Объемная модель служит для отображения результата в трехмерном виде. Масштаб изображения контролируется колесом мыши. Вращение модели производится с нажатой левой кнопкой мыши.

Дополнительные опции визуализации доступны при нажатии правой кнопки мыши в области 3D модели, после чего появляется диалог **3D Options**.

Дополнительные опции визуализации доступны при нажатии правой кнопки мыши в области 3D модели, после чего появляется диалог **3D Options**.

Диалог настройки параметров 3D изображения состоит из пяти вкладок. В нижней части расположена опция **Opacity** (0-100), позволяющая задавать общую прозрачность модели. Для более тонких настроек параметров прозрачности модели следует использовать кнопку  (см. рисунок ниже).

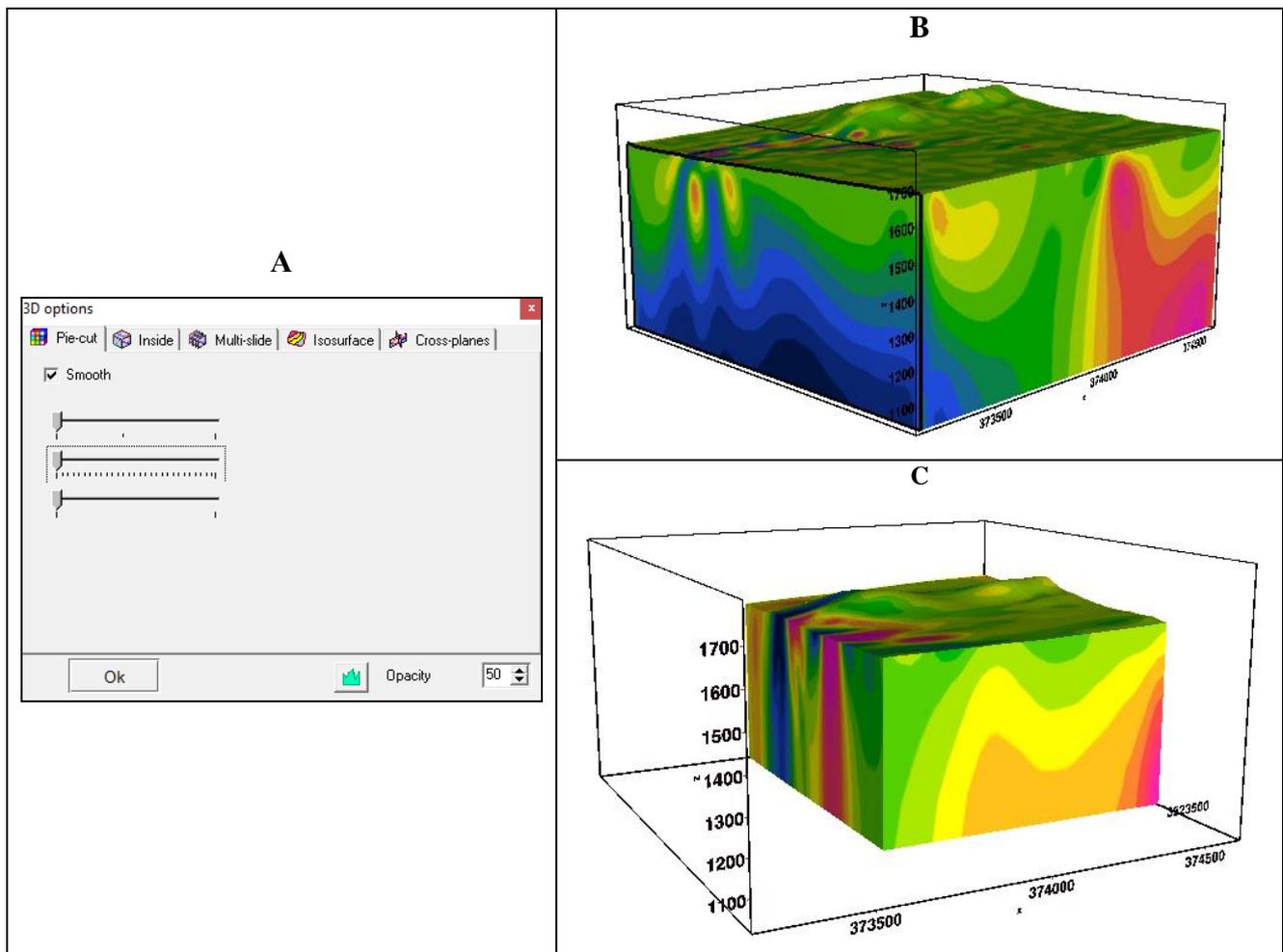


**Рис. 46** Пример работы с диалоговым окном «Opacity vs parameter value»

В окне «**Opacity vs parameter value**» голубым (залитым) графиком показано распределение текущего параметра. Красным графиком отображается значение прозрачности в зависимости от параметра. Обычно, значение параметра вмещающей среды является максимумом в графике распределения. Если необходимо показать только аномальные объекты, прозрачность параметров близких к значению вмещающей среды уменьшают. Изменения профиля прозрачности производится с помощью мыши.

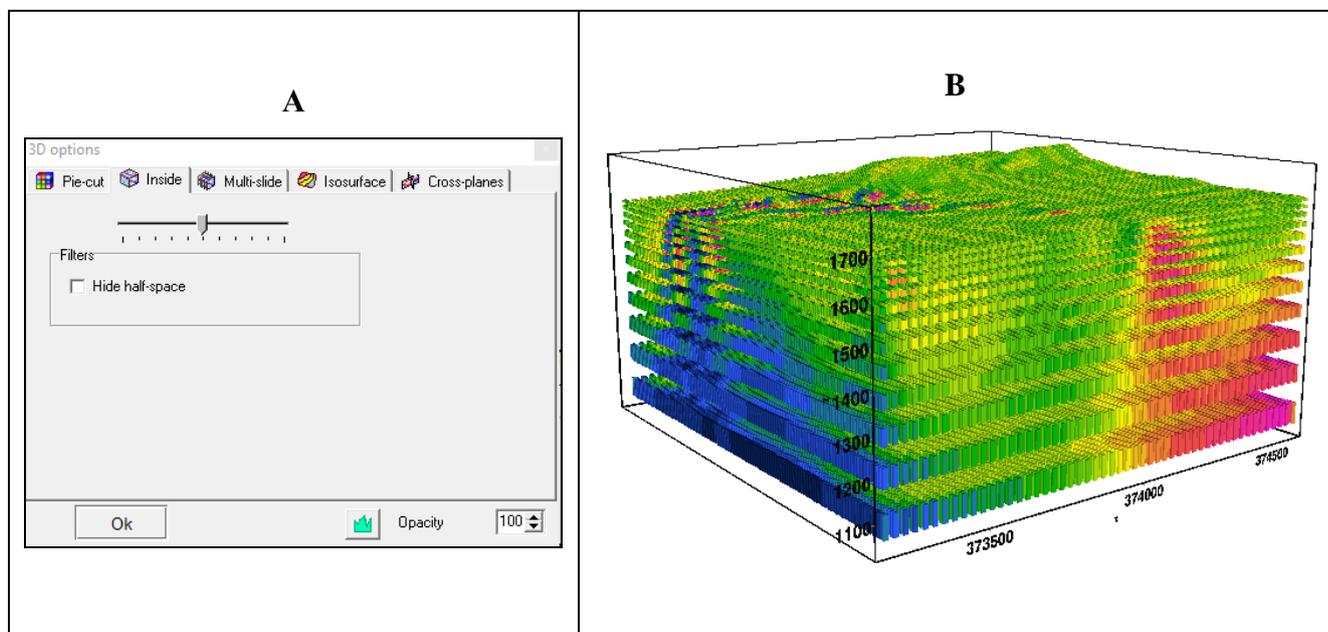
Вкладка **Pie-cut** – строит модель, ограниченную выбранными пользователем сечениями (см. рисунок ниже).

Опция **Smooth** включает режим графического построения модели с непрерывной интерполяционной закраской. Три движка определяют положения границ отсечения модели.



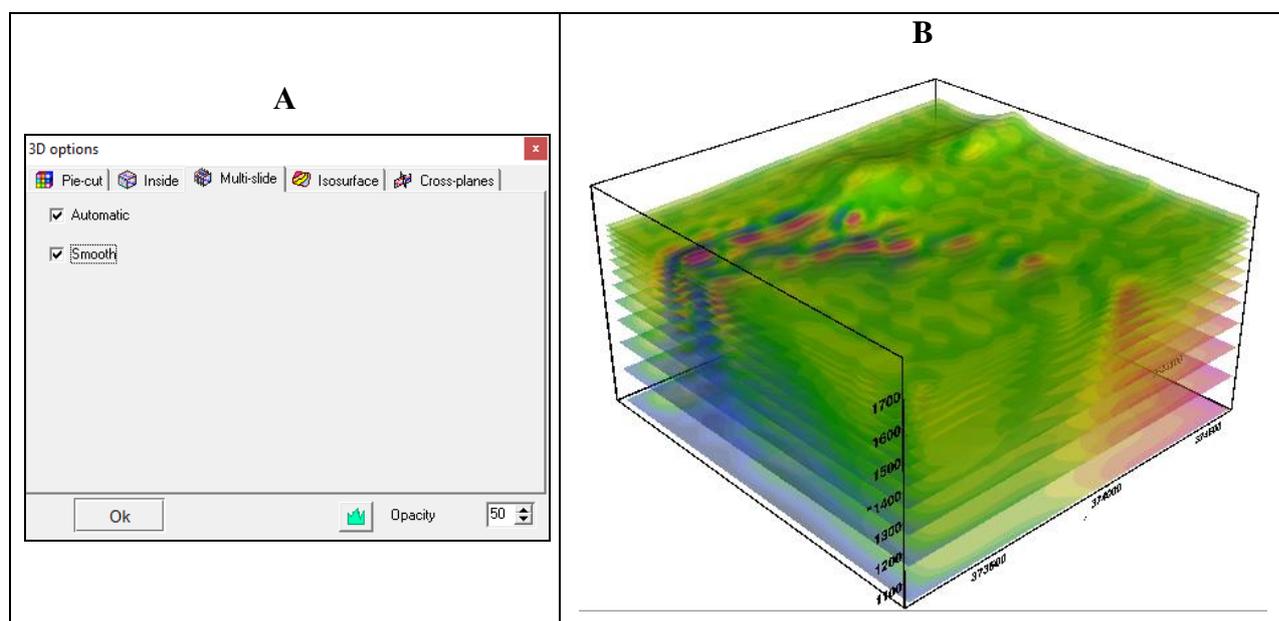
**Рис. 47** Диалоговое окно 3D options, вкладка Pie-cut (A) и примеры соответствующей визуализации модели (B, C)

Вкладка **Inside** – строит модель в виде блоков (см. рисунок ниже). Прозрачность блоков можно контролировать опцией **Opacity**. Движок в верхней части устанавливает относительный размер ячейки от 0 до 100 процентов. Опция **Hide half-space** запрещает рисование блоков, значение которых равно значению полупространства (удобно использовать в режиме моделирования).



**Рис. 48** Диалоговое окно 3D options, вкладка Inside (A) и примеры соответствующей визуализации модели (B)

Вкладка **Multi-slide** – отображает этажерку из полупрозрачных срезов модели вдоль одного из направлений (см. рисунок ниже). Опция **Smooth** включает режим графического построения модели с непрерывной интерполяционной закраской. Опция **Automatic** включает автоматический выбор направления построения этажерки в зависимости от угла зрения.



**Рис. 49** Диалоговое окно 3D options, вкладка Multi-slide (A) и пример соответствующей визуализации модели (B)

Вкладка **Isosurface** – отображает трехмерные изоповерхности параметров разреза (см. рисунок ниже). Три движка определяют значения, по которым будут построены изоповерхности. Движок **Smoothness** определяет степень гладкости изоповерхности. Опция **VolRender** включает режим отображения полупрозрачного тумана, цвет которого определяется параметрами модели.

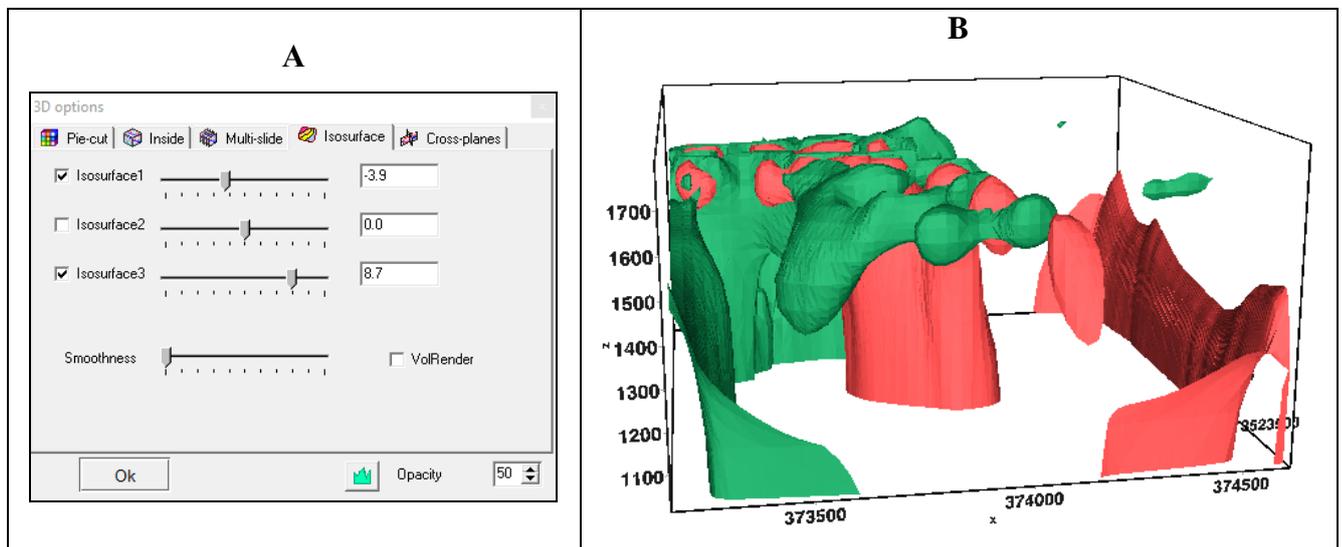


Рис. 50 Диалоговое окно 3D options, вкладка Isosurface (A) и примеры соответствующей визуализации модели (B)

Вкладка **Cross-planes** – отображает три полупрозрачные взаимно пересекающиеся плоскости (см. рисунок ниже). Опция **Smooth** включает режим графического построения модели с непрерывной интерполяционной закраской. Три движка определяют положения плоскостей пересечения модели.

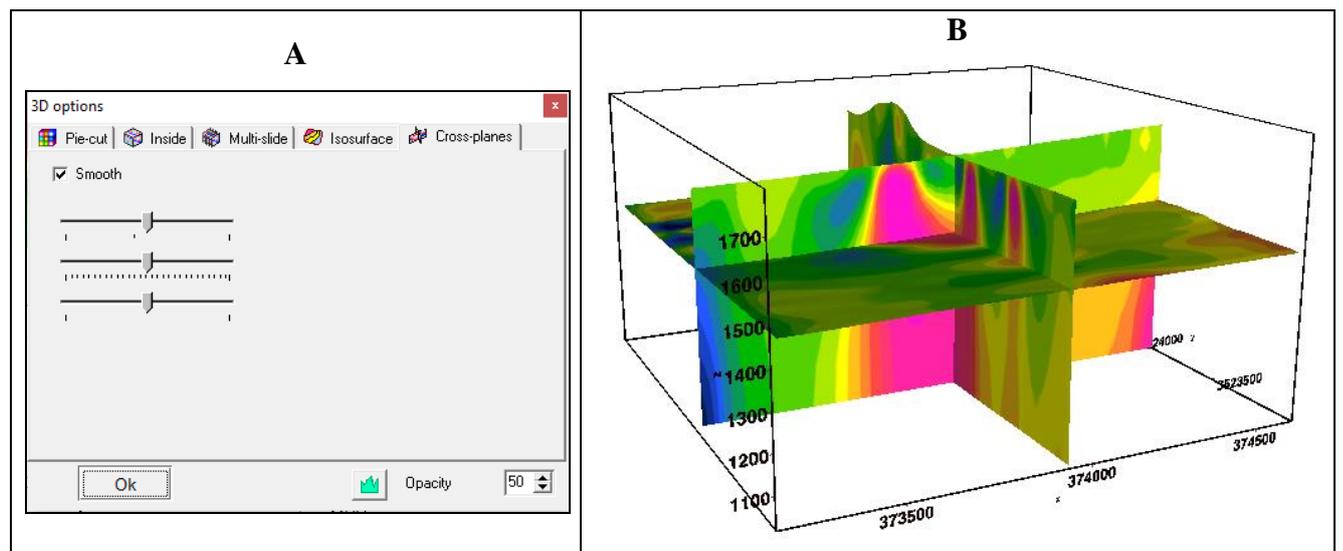


Рис. 51 Диалоговое окно 3D options, вкладка Cross-planes (A) и пример соответствующей визуализации модели (B)

## Работа с несколькими моделями в одном проекте

Опция **Buffer/Open** главного меню программы позволяет сравнивать модели, полученные с различными параметрами инверсии. При использовании данной опции все рассчитанные модели отображаются в единой цветовой палитре и шкалах.

Чтобы записать текущую модель в буфер, необходимо нажать одну из кнопок, соответствующих буферным ячейкам. Возникающий при этом диалог позволяет ввести название модели, которое после этого будет отображаться на соответствующей кнопке в списке **Buffer** и в качестве заголовка – при отображении модели.

Кнопка **Buffer / Open** позволяет в одном окне посмотреть все загруженные в буфер модели, что удобно для их сравнения (для выбранного среза).

После того как первая модель создана, в редакторе модели можно очистить текущую модель и создать следующую.

Если выбранная ячейка в буфере не пуста, программа спросит, хотим ли мы открыть эту модель (**From Buffer**) или записать текущую на ее место (**To buffer**). При выборе **From Buffer** модель из буфера будет помещена на место текущей активной модели в редактор разреза.

Функция **Only current** загружает в буфер модель только одного текущего параметра в зависимости от режима, в котором работает пользователь.

## Сохранение результатов

Результат интерпретации (проект) хранится в бинарном файле формата **ZondGM3D** (расширение \*.gm3). В этом файле сохраняются полевые и рассчитанные данные, значения относительных весов измерений, текущая модель среды и многое другое.

Сохранить результат интерпретации, можно нажав кнопку  панели инструментов или соответствующий ей пункт меню **File / Save file**.

Возможные варианты для сохранения представлены в таблице:

Project file [*.gm3]	Сохранить проект с наблюденными значениями, моделями и со всеми настройками.
Project with calculated data [*.gm3]	Сохранить измеренные значения и текущую модель среды и все настройки в файл проекта. В данном режиме наблюденные значения заменяются расчетными. Это очень удобно для тестирования инверсии на различных моделях.
Observed [*.gm3]	Сохранить наблюденные значения в текстовый файл gm3.
Calculated data [*.gm3]	Сохранить рассчитанные значения в текстовый файл gm3.
XYZV [*.dat]	Сохранить модель в виде текстового файла. Этот файл может быть использован сторонней программой для визуализации 3D модели.
XYZ [*.dat]	Сохранить текущий срез в виде текстового файла. Этот файл

может быть использован сторонней программой для построения грида и визуализации 2D среза модели.
--

## Диалоги настройки графических параметров

### Диалог настройки экспорта среза модели

Диалог **Output settings** позволяет настроить вертикальный **Vertical scale** (в метрах на сантиметр), горизонтальный масштаб **Horizontal scale** (в метрах на сантиметр), разрешение экспортируемого изображения **Print resolution** (в DPI) и размер шрифта **Font size**.

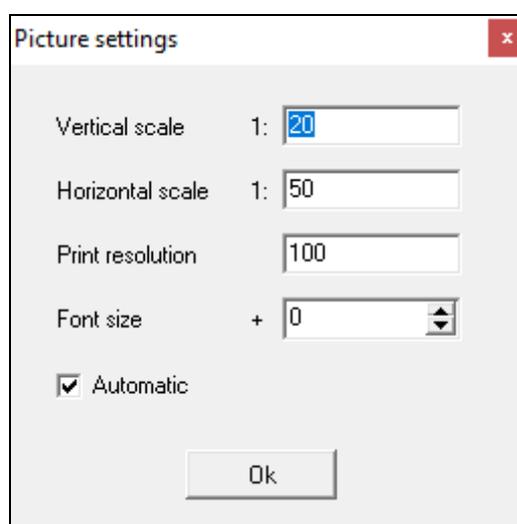


Рис. 52 Диалоговое окно **Picture settings**

Данные настройки применяются к сохраняемому в форме BMP срезу модели (Model), если выключена опция **Automatic**. Иначе изображение сохраняется в том же виде как на экране.

### Диалог настройки параметров плана изолиний

Диалог (см. рисунок ниже) вызывается из контекстного меню (**Setup**) в области плана изолиний.

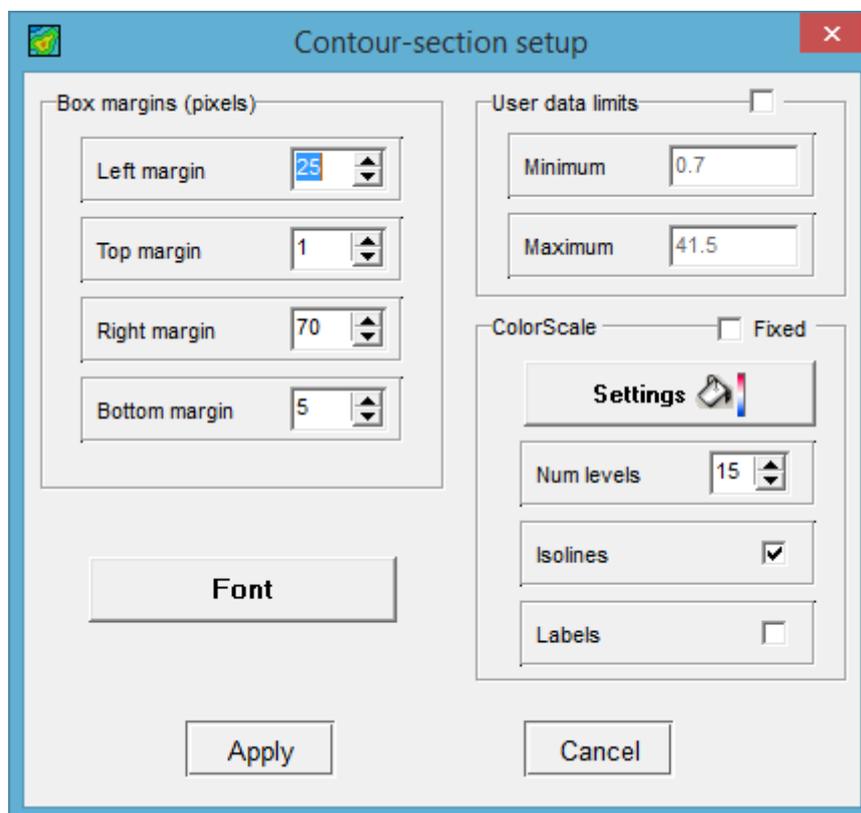


Рис. 53 Диалоговое окно «Contour-section setup»

Диалог служит для настройки параметров плана изолиний.

Область **Box margins**:

Поле **Left margin** – устанавливает отступ (в пикселах) изображения от левого края окна.

Поле **Right margin**– устанавливает отступ (в пикселах) изображения от правого края окна.

Поле **Top margin** – устанавливает отступ (в пикселах) изображения от верхнего края окна.

Поле **Bottom margin** – устанавливает отступ (в пикселах) изображения от нижнего края окна.

Опция **User data limits** - указывает программе использовать минимальное и максимальное значения данных или использовать значения полей **Minimum** и **Maximum** при задании сечений изолиний.

Поле **Minimum** – устанавливает минимальное значение при задании сечений изолиний.

Поле **Maximum** – устанавливает максимальное значение при задании сечений изолиний.

Область **ColorScale**:

**Settings** – устанавливает цветовую палитру (см. рисунок ниже):

#	C_color	L_color	Level	L_visible
1	[Blue swatch]	[Blue line]	-700.00	<input checked="" type="checkbox"/>
2	[Dark Blue swatch]	[Dark Blue line]	-600.00	<input checked="" type="checkbox"/>
3	[Dark Green swatch]	[Dark Green line]	-500.00	<input checked="" type="checkbox"/>
4	[Green swatch]	[Green line]	-400.00	<input checked="" type="checkbox"/>
5	[Light Green swatch]	[Light Green line]	-200.00	<input checked="" type="checkbox"/>
6	[Yellow-Green swatch]	[Yellow-Green line]	-100.00	<input checked="" type="checkbox"/>
7	[Yellow swatch]	[Yellow line]	0.00	<input checked="" type="checkbox"/>
8	[Light Yellow swatch]	[Light Yellow line]	100.00	<input checked="" type="checkbox"/>
9	[Yellow-Orange swatch]	[Yellow-Orange line]	200.00	<input checked="" type="checkbox"/>
10	[Orange swatch]	[Orange line]	300.00	<input checked="" type="checkbox"/>
11	[Light Orange swatch]	[Light Orange line]	400.00	<input checked="" type="checkbox"/>
12	[Orange-Red swatch]	[Orange-Red line]	600.00	<input checked="" type="checkbox"/>
13	[Red-Orange swatch]	[Red-Orange line]	700.00	<input checked="" type="checkbox"/>
14	[Red swatch]	[Red line]	800.00	<input checked="" type="checkbox"/>
15	[Dark Red swatch]	[Dark Red line]	900.00	<input checked="" type="checkbox"/>

Рис. 54 Диалоговое окно «Settings»

Нажимая правой кнопкой мыши на заголовки таблицы можно вызвать дополнительное меню:

**C\_color** – вызывает окно редактирования цвета шкалы значений.

**L\_color** – вызывает окно редактирования цвета рисок на цветовой шкал.

**Level** – вызывает окно редактирования пределов цветовой шкалы.

**L\_visible** – позволяет отключить одну или несколько изолиний, для этого снимите флажок напротив соответствующего значения.

Диалог позволяет редактировать цвета, параметры изолиний, значения параметров, отображение конкретного цвета. Можно загружать и сохранять цветовые палитры в формате \*.clr программы Surfer.

Поле **Num levels** – определяет количество сечений изолиний. Сечения изолиний задаются равномерным линейным или логарифмическим шагом, в зависимости от типа данных.

Опция **Isolines** – указывает программе, нужно ли рисовать изолинии.

Опция **Labels** – указывает программе, нужно ли рисовать подписи к изолиниям.

Кнопка **Font** вызывает диалог настройки шрифта подписей.

## Редактор осей

Многие объекты программы содержат координатные оси. Для настройки внешнего вида и масштабирования координатных осей используется редактор осей. Его можно вызвать щелчком правой кнопки мыши с нажатой клавишей SHIFT на интересующей оси (см. рисунок ниже).

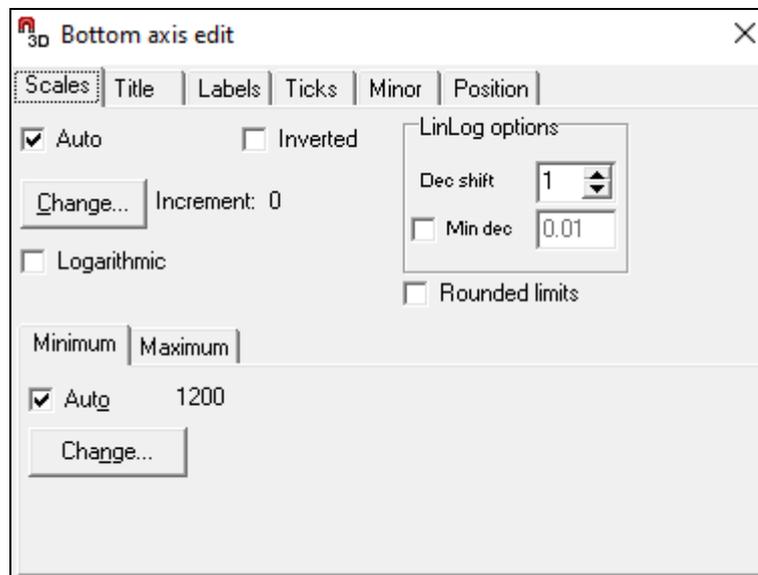


Рис. 55 Пример диалога редактора нижней оси

При этом появляется всплывающее меню с тремя пунктами: **options**, **default** и **fix range**. Первый вызывает диалог, второй устанавливает значения равными значениям по умолчанию.

Первая вкладка диалога **Scales** содержит опции связанные с настройкой масштабных параметров оси.

Опция **Auto** указывает программе, каким образом определяется минимум и максимум оси. Если опция включена, пределы оси находятся автоматически, иначе задаются пользователем в областях **Minimum** и **Maximum**.

Опция **Inverted** определяет ориентацию оси.

Кнопка **Increment change** вызывает диалог задания шага меток оси.

Опция **Logarithmic** устанавливает масштаб оси - логарифмический или линейный. В случае знакопеременной оси следует дополнительно использовать опции области **Lin Log options**.

Область **Lin Log options** содержит опции, предназначенные для настройки линейно-логарифмической оси. Линейно-логарифмический масштаб позволяет представлять знакопеременные или ноль содержащие данные в логарифмическом масштабе.

Опция **Dec Shift** устанавливает отступ (в логарифмических декадах) относительно максимального по модулю предела оси до нуля. Минимальная (преднулевая) декада имеет линейный масштаб, остальные логарифмический.

Опция **Min dec** задает и фиксирует значение минимальной (преднулевой) декады, если опция включена.

Опция **Rounded limits** указывает программе, нужно ли округлять значения минимума и максимума оси.

Области **Minimum** и **Maximum** содержат набор опций по настройке пределов осей.

Опция **Auto** определяет, каким образом определяется предел оси - автоматически или задается кнопкой **Change**.

Вкладка **Title** содержит опции связанные с настройкой заголовка оси.

Вкладка **Style**:

Опция **Title** определяет текст заголовка оси.

Опция **Angle** определяет угол поворота текста заголовка оси.

Опция **Size** определяет отступ текста заголовка оси. При заданном 0 отступ находится автоматически.

Опция **Visible** позволяет показать/скрыть заголовок оси.

Вкладка **Text**:

Кнопка **Font** вызывает диалог настройки шрифта для заголовка оси.

Кнопка **Outline** вызывает диалог настройки линий обводки букв заголовка оси.

Вкладка **Labels** содержит опции связанные с настройкой подписей оси.

Вкладка **Style**:

Опция **Visible** позволяет показать/скрыть подписи оси.

Опция **Offset** определяет отступ подписей оси. При заданном 0 отступ находится автоматически.

Опция **Angle** определяет угол поворота текста подписей оси.

Опция **Min separation%** задает минимальное процентное расстояние между подписями.

Вкладка **Text**:

Кнопка **Font** вызывает диалог настройки шрифта для подписей оси.

Кнопка **Outline** вызывает диалог настройки линий обводки букв подписей оси.

Вкладка **Ticks** содержит опции связанные с настройкой главных меток оси.

Кнопка **Axis** вызывает диалог настройки линии оси.

Кнопка **Grid** вызывает диалог настройки линий сетки главных меток оси.

Кнопка **Ticks** вызывает диалог настройки линий главных внешних меток оси. Опция **Len** устанавливает их длину.

Кнопка **Inner** вызывает диалог настройки линий главных внутренних меток оси. Опция **Len** устанавливает их длину.

Опция **At labels only** указывает программе рисовать главные метки только при наличии подписи на оси.

Вкладка **Minor** содержит опции связанные с настройкой промежуточных меток оси.

Кнопка **Grid** вызывает диалог настройки линий сетки промежуточных меток оси.

Кнопка **Ticks** вызывает диалог настройки линий промежуточных внешних меток оси. Опция **Length** устанавливает их длину.

Опция **Count** устанавливает количество второстепенных меток между главными.

Вкладка **Position** содержит опции определяющие размеры и положение оси.

Опция **Position%** устанавливает смещение оси на графе относительно стандартного положения (в процентах от размера графа или единицах экрана, в зависимости от значения выбранного опцией Units).

Опция **Start%** устанавливает смещение начала оси на графе относительно стандартного положения (в процентах от размера графа).

Опция **End%** устанавливает смещение конца оси на графе относительно стандартного положения (в процентах от размера графа).

## Диалог настройки параметров отображения модели

Диалог настройки параметров отображения модели вызывается выбором пункта **Setup** при нажатии правой кнопки мыши в верхней части окна модели.

Вкладка **Options** (см. рисунок ниже)

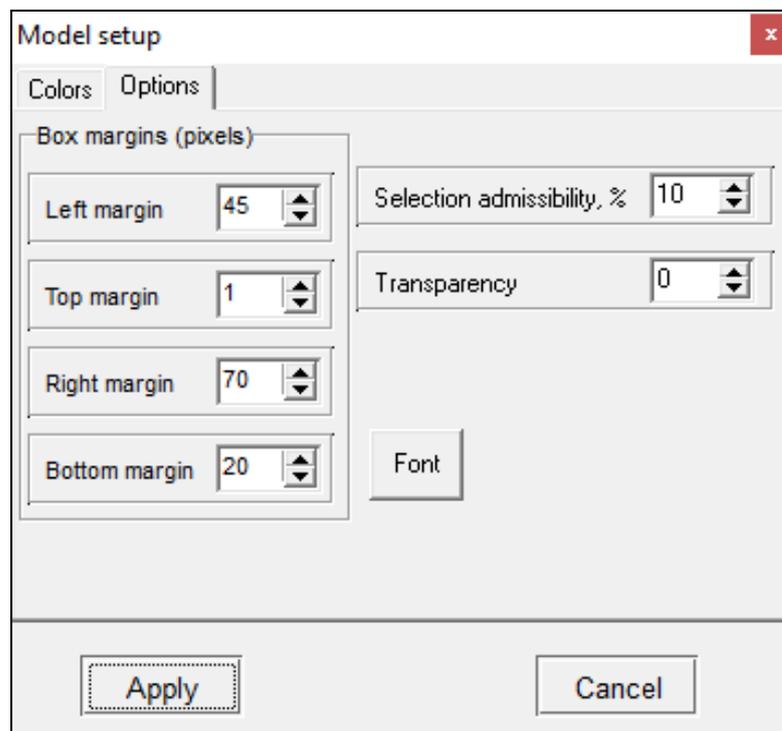


Рис. 56 Диалоговое окно «Model setup», вкладка «Options»

Область **Box margins**:

Поле **Left margin**– устанавливает отступ (в пикселах) изображения от левого края окна.

Поле **Right margin**– устанавливает отступ (в пикселах) изображения от правого края окна.

Поле **Top margin** – устанавливает отступ (в пикселах) изображения от верхнего края окна.

Поле **Bottom margin**– устанавливает отступ (в пикселах) изображения от нижнего края окна.

Область **Selection admissibility, %** - устанавливает допустимый уровень различия параметров смежных ячеек, при котором ячейки являются единым объектом и выделяются совместно (в режиме выделения MagicWand).

Область **Transparency** устанавливает прозрачность.

Кнопка **Font** вызывает диалог настройки шрифта.

Вкладка **Colors** (см. рисунок ниже).

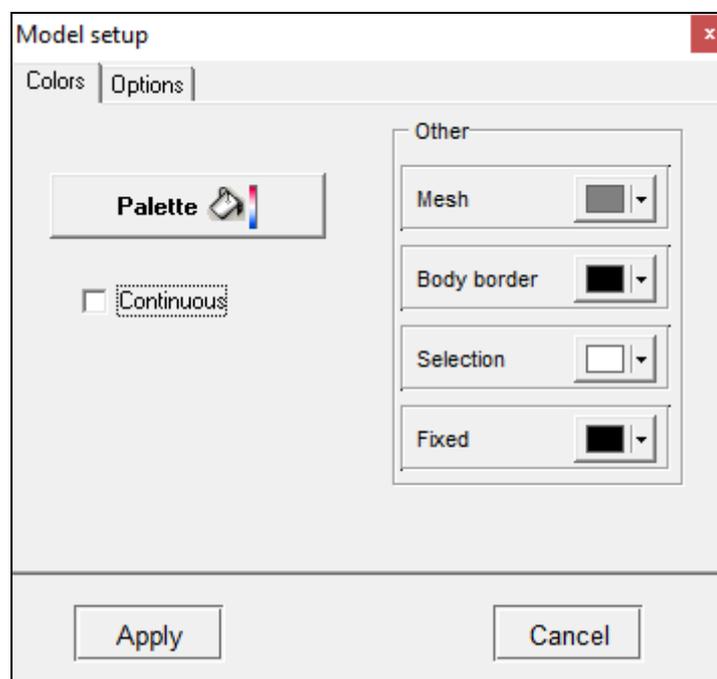
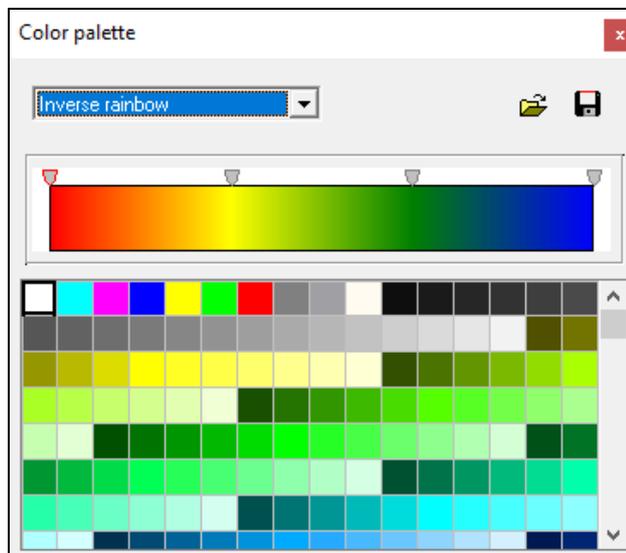


Рис. 57 Диалоговое окно «Model setup», вкладка «Colors»

Кнопка **Palette** – устанавливает цветовую палитру (см. рисунок ниже).



**Рис. 58** Диалог «Model setup», кнопка «Palette»

Палитру можно менять, редактировать, загружать файла и сохранять в файл формата \*.clr программы Surfer.

Опция *Continues* устанавливает тип палитры: градиентная (непрерывная) или контурная (кусочно-постоянная).

Область **Other:**

**Body border** – позволяет задать цвет границы между соседними ячейками.

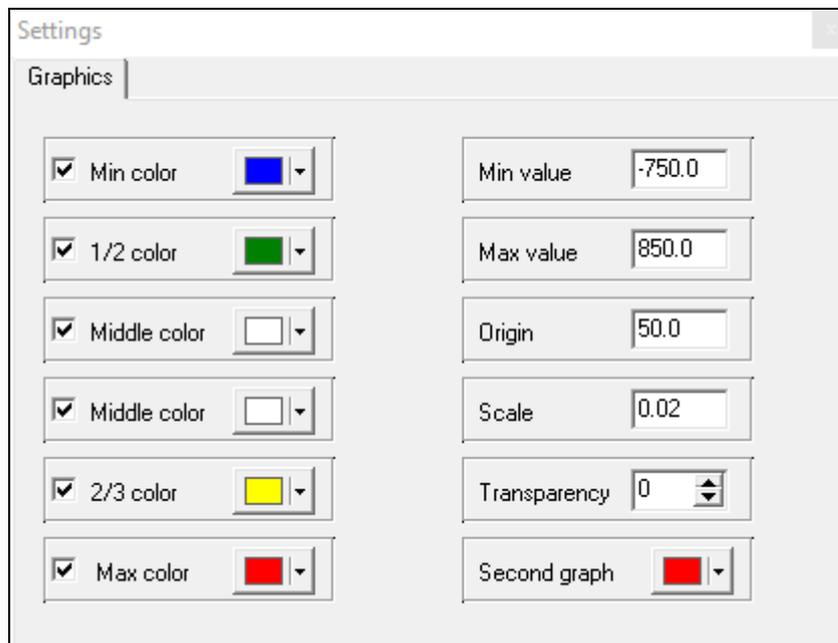
**Mesh** – устанавливает цвет сети.

**Selection** – устанавливает цвет метки выделенной ячейки.

**Fixed** – устанавливает цвет метки зафиксированной ячейки.

## Диалог настройки параметров плана графиков и точек

Редактор предназначен для настройки цветовой последовательности плана графиков и точек. Опция вызывается нажатием правой кнопки мыши в области плана графиков и выбором опции **Setup** (см. рисунок ниже).



**Рис. 59** Диалоговое окно настройки набора графиков

Опции **Min color**, **1/2 color**, **Middle color**, **2/3 color**, **Max color** настраивают цветовую палитру заливки графиков.

Опции **Min value**, **Max value**, **Origin** отвечают за минимальное, максимальное и среднее значение параметра на цветовой шкале.

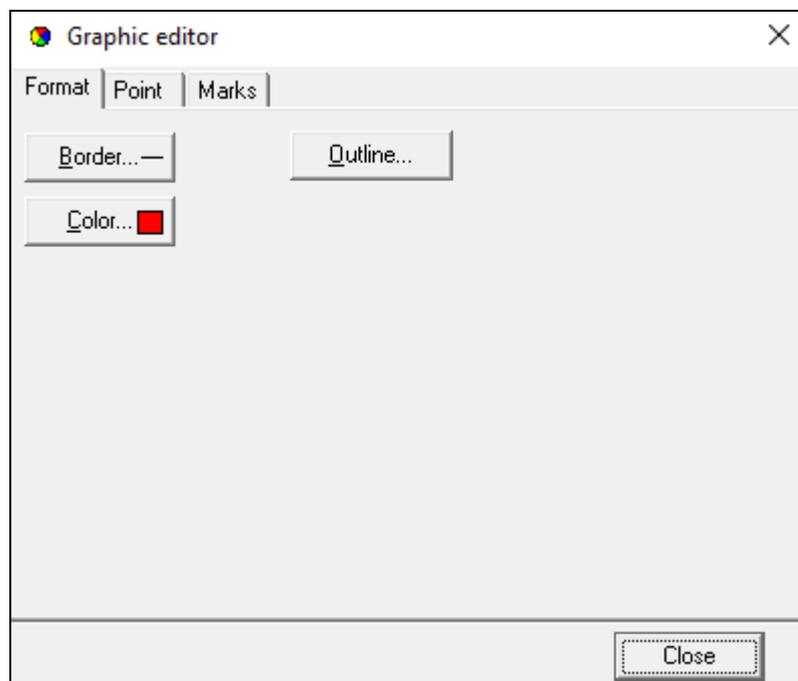
Опция **Scale** настраивает масштаб графиков.

Опция **Transparency** отвечает за прозрачность графиков.

Опция **Second graph** настраивает цвет теоретических графиков.

## Редактор графика

Редактор предназначен для настройки внешнего вида графика (см. рисунок ниже). Диалог вызывается правой кнопкой мыши и зажатой клавишей **Shift** из контекстного меню **Options** при наведении курсора на график.



**Рис. 60** Диалоговое окно настройки графиков

Вкладка **Format** содержит настройки соединительных линий графика.

Кнопка **Border** вызывает диалог настройки параметров соединительных линии графика.

Кнопка **Color** вызывает диалог выбора цвета графика.

Кнопка **Outline** вызывает диалог настройки параметров обводки соединительных линии графика.

Вкладка **Point** содержит настройки указателей графика.

Опция **Visible** позволяет показать/скрыть указатели графика.

Опция **Error gates** позволяет показать/скрыть доверительный интервал.

Опция **Style** устанавливает форму указателя.

Опция **Width** задает ширину указателя в единицах экрана.

Опция **Height** задает высоту указателя в единицах экрана.

Кнопка **Pattern** вызывает диалог выбора параметров заливки указателя.

Кнопка **Border** вызывает диалог настройки параметров обводящей линии указателя.

Вкладка **Marks** содержит настройки подписей к указателям графика.

Вкладка **Style**:

Опция **Visible** позволяет показать/скрыть подписи к указателям графика.

Опция **Draw every** позволяет рисовать каждую вторую, третью и т.д. подпись в зависимости от выбранного значения.

Опция **Angle** определяет угол поворота текста подписей к указателям.

Опция **Clipped** устанавливает, следует ли рисовать подпись к указателю, если она выходит за область графа.

Вкладка **Arrows** служит для настройки внешнего вида стрелки идущей от подписи к указателю.

Кнопка **Border** вызывает диалог настройки параметров линии стрелки.

Опция **Length** задает длину стрелки.

Опция **Distance** задает расстояние между наконечником стрелки и указателем графика.

Вкладка **Format** содержит графические настройки для рамки вокруг подписи к указателю.

Кнопка **Color** вызывает диалог выбора цвета заднего фона рамки.

Кнопка **Frame** вызывает диалог настройки линии рамки.

Опция **Round Frame** позволяет отображать рамку с закругленными углами.

Опции **Transparent** задает степень прозрачности рамки.

Вкладка **Text**:

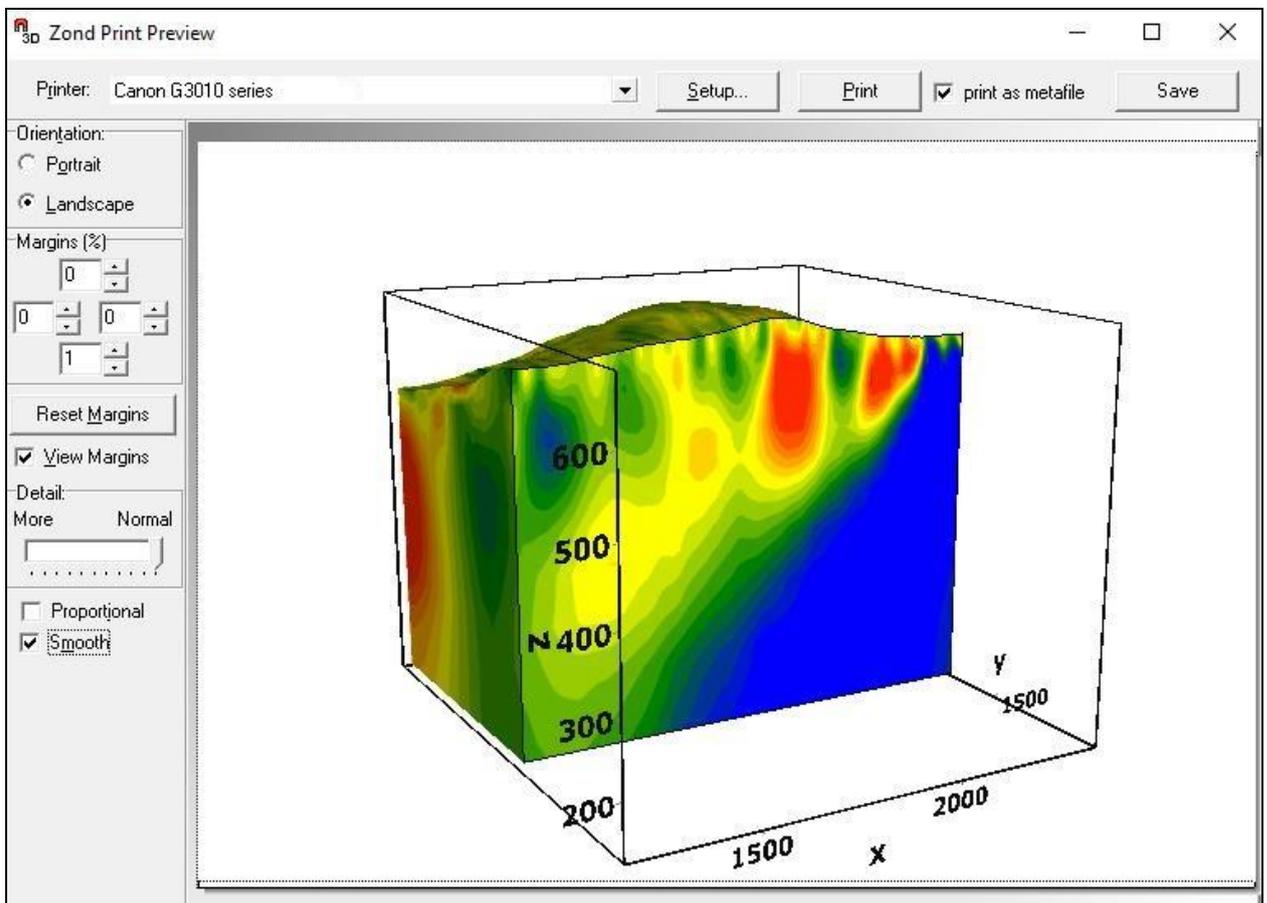
Кнопка **Font** вызывает диалог настройки шрифта для подписей указателей.

Кнопка **Outline** вызывает диалог настройки линий обводки букв подписей указателей.

## Диалог предварительного просмотра печати

Диалог предварительного просмотра печати может быть вызван в главном меню программы **File / Print preview**. Также он доступен по двойному щелчку мыши в области любого объекта программы.

При выборе данной опции щелчком правой кнопки мыши в области любого объекта программы, на печать будет выведен только этот объект (см. рисунок ниже).



**Рис. 61** Диалоговое окно «Print preview»

Для перемещения объекта печати по листу используйте левую кнопку мыши.

В главном меню окна **Print Preview** расположены следующие кнопки

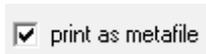
**Printer** - выбор принтера для печати. В открывающемся меню можно выбрать один из настроенных принтеров.



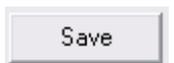
- кнопка настройки печати. В открывающемся окне можно выбрать размер и ориентацию бумаги, свойства печати, количество страниц на листе и другие параметры.



- с помощью этой кнопки, после изменения необходимых параметров, можно отправить рисунок на печать.



- отправить на печать или сохранить изображение в векторном виде.



- сохранение в bitmap files или png files.

## Список литературы

1. Bijendra, S. and D. Guptasarma. [2001] New method for fast computation of gravity and magnetic anomalies from arbitrary polyhedra. *Geophysics*, 66, 521-526.
2. Marquardt, D.W. [1963] An algorithm for least squares estimation of nonlinear parameters: *J. Soc. Indust. Appl. Math.*, 11, 431-441.
3. Portniaguine, O.N. and Zhdanov M.S. [1999] Focusing geophysical inversion images. *Geophysics*. V. 64. P. 874–887.
4. Khmelevskoy, V.K. [1997] *Geophysical methods for studying the earth's crust*. Dubna.

## Дополнительные материалы

### Видеоуроки на канале Youtube:

[https://www.youtube.com/channel/UCGtprIIZkc9CsLfiuz4VvmQ?view\\_as=subscriber](https://www.youtube.com/channel/UCGtprIIZkc9CsLfiuz4VvmQ?view_as=subscriber)

### Группа поддержки в linkedin:

<https://www.linkedin.com/groups/6667336/>

### Демонстрационные проекты Zond:

ftp://zond-geo.com/

Username: download@zond-geo.com

Password: 12345

### Программа не работает с USB донглом:

- Драйвер донгла не установлен или установлен не корректно. На некоторых системах донгл определяется как HID устройство правильно и нет необходимости устанавливать драйвер, но на некоторых нет и его нужно установить. Ссылка для скачивания драйвера: [http://senselock.ru/files/senselock\\_windows\\_3.1.0.0.zip](http://senselock.ru/files/senselock_windows_3.1.0.0.zip). В диспетчере устройств донгл должен появиться как “Senselock Elite”
- Закончился период бесплатных обновлений. В этом случае нужно использовать последнюю работающую версию или приобрести дополнительные 2 года обновлений.
- Иногда при переключении донгла в режим HID, система может не распознать его, как HID устройство. В этом случае необходимо переключить его обратно в режим USB с помощью небольшого приложения которое можно скачать по следующей ссылке : <http://www.zond-geo.com/zfiles/raznoe/SenseSwitch.zip> “senseswitch.exe” запускается из cmd командой: `senseswitch.exe usb`.