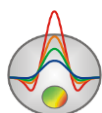


Программа двумерной интерпретации данных магниторазведки и гравиразведки.

ZONDGM2D

| | |
|---|----|
| <i>Назначение и возможности программы</i> | 2 |
| <i>Требования к системе</i> | 7 |
| <i>Установка и удаление программы</i> | 8 |
| Элементы управления главного окна программы | 8 |
| Панель инструментов главного окна программы | 8 |
| Меню функций главного окна программы | 9 |
| “Горячие” клавиши | 18 |
| Панель статуса | 18 |
| <i>Порядок работы с программой</i> | 19 |
| Создание и открытие файла данных | 19 |
| Опция Import data from text/excel | 19 |
| Диалог Set survey lines | 21 |
| Диалог настройки стартовой модели Mesh constructor | 24 |
| Диалог настройки параметров нормального поля | 25 |
| <i>Визуализация данных</i> | 28 |
| <i>Моделирование</i> | 31 |
| Сеточная (блоковая) модель | 33 |
| Полигональная модель | 39 |
| Произвольно-слоистая модель | 45 |
| Сохранение и использование модельных данных | 52 |
| <i>Интерпретация полевых данных</i> | 52 |
| Инверсия | 52 |
| Диалог настройки параметров программы (Program setup) | 52 |
| Деконволюция Эйлера | 60 |
| Пересчет поля вниз (Downward continuation) | 62 |
| Быстрые трансформации поля в разрез | 63 |
| <i>Априорная информация</i> | 65 |
| <i>Визуализация результатов</i> | 73 |
| <i>Сохранение и экспорт результатов интерпретации</i> | 83 |
| <i>Расширенные опции программы</i> | 84 |
| Диалог Model smooth/raster | 84 |



| | |
|--|----|
| <i>Диалоги настроек</i> _____ | 86 |
| Диалог настройки плана графиков _____ | 86 |
| Диалог настройки параметров контурного разреза _____ | 87 |
| Диалог настройки палитры _____ | 90 |
| Редактор осей _____ | 90 |
| Редактор графика _____ | 93 |
| Диалог предварительного просмотра печати (Print preview) _____ | 95 |
| Диалог настройки параметров отображения модели _____ | 96 |
| <i>Форматы данных программы</i> _____ | 98 |
| Формат данных программы ZondGM2D _____ | 98 |
| Формат файла данных каротажа и литологии _____ | 99 |

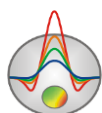
Назначение и возможности программы

Программа **ZondGM2D** предназначена для двумерной интерпретации профильных и площадных данных магниторазведки и гравиразведки. Удобный интерфейс и широкие возможности представления данных позволяют максимально эффективно решить поставленную геологическую задачу.

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, δT_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.

Источниками аномального магнитного поля T_a являются разнонамагниченные объекты, находящиеся вблизи поверхности земли. Предельная глубина залегания магнитных пород около 50 км, на большей глубине магнитные свойства пород исчезают вследствие повышения температуры.

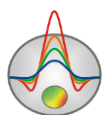
По величине поле T_a составляет приблизительно 10% от T_n , исключение составляет Курская магнитная аномалия, где поле T_a достигает десятков тысяч нТл. Аномалии магнитного поля, создаваемые горными породами условно разделяют на региональные и локальные.

Переменную часть δT_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.

Программа **ZondGM2D** позволяет решать прямую и обратную задачи магниторазведки и гравиразведки (восстановление аномальной магнитной восприимчивости, плотности и геометрии магнитовозмущающих объектов).

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



Для решения обратной задачи (инверсии) используются различные варианты деконволюционных методов и метод Ньютона с фокусирующей регуляризацией.

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

где A – матрица частных производных измеренных значений по параметрам разреза (Якобиан), C – сглаживающий оператор, W – матрица относительных погрешностей измерений, m – вектор параметров разреза, μ – регуляризирующий параметр, Δf – вектор невязок между наблюдаемыми и рассчитанными значениями, R – фокусирующий оператор.

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

ZondGM2D использует простой и понятный формат файла данных. Программа позволяет импортировать и отображать результаты измерений другими методами, что способствует, более комплексному подходу к интерпретации данных.

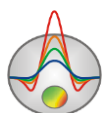
Программа **ZondGM2D** представляет удобный аппарат для автоматической и интерактивной интерпретации многоуровневых данных магниторазведки и гравиразведки, и может быть использована на ПК с операционной системой Windows.

Плотность горных пород

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

Плотностью породы (или объемным весом) называется масса единицы объема породы. Плотность измеряют в г/см³. 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 σ . На этом принципе построен наиболее распространенный и простой прибор для измерения плотности - денситометр, позволяющий определять σ с точностью до 0,01 г/см³ [Хмелевской, 1997].

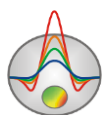
Для достоверности и представительности измерения следует производить на большом количестве образцов (до 50 штук). По многократным измерениям плотности образцов одного и того же литологического комплекса строятся вариационная кривая или график зависимости значений σ от количества образцов, обладающих 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 пород кислых к основным и ультраосновным. Для осадочных пород плотность определяется прежде всего 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/см³) |
|--|-------------------------------------|
| 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 |

Магнитная восприимчивость горных пород и руд



Способность материалов и горных пород намагничиваться характеризуется магнитной восприимчивостью χ - 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].

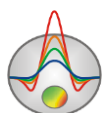
У парамагнитных пород магнитная восприимчивость положительна и также невелика. К парамагнитным относится большинство минералов, осадочных, метаморфических и изверженных пород.

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

Магнитная восприимчивость большинства горных пород определяется, прежде всего, присутствием и процентным содержанием ферромагнитных минералов.

В таблице ниже приведены значения χ 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 | $\chi 10^{-5}$ (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 |

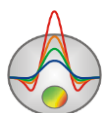
Для перевода χ в систему СГС, которая используется в программе, магнитная восприимчивость в системе СИ делится на 4π .

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.

Разведываемые геологические структуры и руды с магнитной восприимчивостью κ залегают среди вмещающих пород с восприимчивостью χ . Поэтому, как и в гравиразведке, представляет интерес избыточная, или 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].

Требования к системе

Программа **ZondGM2D** может быть установлена на компьютере с операционной системой Windows XP и выше. Рекомендуемые параметры системы: процессор P IV-2 ГГц, 1



Гб. памяти, разрешение экрана 1024 X 768, цветовой режим - True color. (Не следует изменять разрешение экрана в режиме работы с данными).

Установка и удаление программы

Программа **ZondGM2D** поставляется через интернет. В комплект поставки входит настоящее Руководство. Последние обновления программы Вы можете загрузить на сайте: www.zond-geo.com.

Для установки программы перепишите программу в нужную директорию (например, «Zond»). Для установки обновления, просто запишите 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.

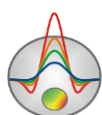
Для удаления программы сотрите рабочую папку программы.










Элементы управления главного окна программы

Панель инструментов главного окна программы

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

| | |
|---|--|
|  | Загрузить файл данных или проекта. |
|  | Вызвать диалог сохранения проекта данных. |
|  | Режим блочной (сеточной) модели (подробнее). |
|  | Режим полигональной модели (подробнее). |
|  | Режим произвольно слоистой модели (подробнее). |



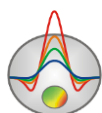
| | |
|---|---|
|  | Вызвать диалог настройки параметров инверсии (подробнее). |
|  | Выбрать режим работы с гравиразведочными измерениями. |
|  | Выбрать режим работы с магниторазведочными измерениями. |
|  | Запустить процедуру расчета прямой задачи. |
|  | Запустить процедуру инверсии или остановить (при повторном нажатии). В режиме полигональной модели вызывает дополнительное меню с выбором параметров инверсии. |
|  | Запустить процедуру деконволюции Эйлера (подробнее). |
|  | Быстрая трансформация поля в разрез. Правой кнопкой мыши вызывается меню с выбором типа трансформации. |
|  | Отменить последний шаг изменения модели среды. |
|  | Выбрать активный профиль (если проект содержит несколько профилей). |

Меню функций главного окна программы

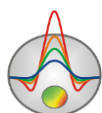
Если необходимо в процессе работы с программой вызвать подсказку о той или иной функции меню, это делается нажатием правой кнопкой мыши на эту опцию.

Ниже перечислены названия пунктов меню и их назначение:

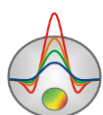
| | |
|----------------------------------|---|
| File/Create synthetic survey | Вызвать диалог создания синтетической системы измерений (подробнее). |
| File/Open file | Открыть файл данных или проекта. |
| File/Import data from text/excel | Импортировать данные из произвольного (многоколоночного) тестового файла (или таблицы Excel). Пользователю необходимо задать названия столбцов в первом ряду таблицы (подробнее). |
| File/ Add to project | Добавить данные в текущий проект. Можно добавить дополнительные профили к уже имеющимся в проекте. |
| File/Save file | Вызвать диалог сохранения данных или проекта. |
| File/Print Preview | Вызвать диалог печати главного окна программы (подробнее). |
| File/Edit file | Открыть, используемый программой файл данных, в редакторе Notepad. |



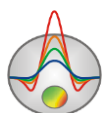
| | |
|--|---|
| File/Recent | Последние используемые файлы. |
| File/ Русский | Использовать русскоязычный интерфейс. |
| File/English | Использовать англоязычный интерфейс. |
| File/Exit | Выход из программы. |
| Options/Mesh constructor | Вызвать диалог настройки стартовой модели (подробнее). |
| Options/Project information | Добавить или отредактировать дополнительную информацию о проекте (исполнитель, заказчик, название участка, аппаратура и пр.). |
| Options/Line's observation settings | Вызвать диалог настройки параметров гравитационных и магнитных измерений (подробнее). |
| Options/Set survey lines | Вызвать окно выбора или редактирования линий профилей (подробнее). |
| Options/Program setup | Вызвать диалог настройки параметров инверсии (подробнее). |
| Options/ Modules/Downward continuation | Вызвать окно со значениями поля, пересчитанного вниз (подробнее). Standard – стандартный пересчет исходного поля вниз. Normed – пересчет вертикальной производной исходного поля вниз. |
| Options/Modules/3D fence diagram | Вызвать окно трехмерной визуализации разрезов, с учетом их реальных координат. Работает с площадными данными (подробнее). |
| Options/Modules/Graphics map | Отобразить площадные данные в виде плана графиков (подробнее). Необходимо, чтобы предварительно были заданы линии профилей. |
| Options/Modules/Geological editor | Построить интерпретационный (геологический) разрез, на геофизической основе. Используется полигональный интерфейс задания объектов (подробнее). |
| Options/Inversion/Set boundaries | Вызвать диалог задания границ, которые программа будет учитывать при проведении инверсии. Используйте этот инструмент, если точно знаете положение границ. Старайтесь задавать границы максимально близко к направляющим сети. Лучше использовать в комбинации: Occam inversion, smoothness factor = 0.1..1. (подробнее). |



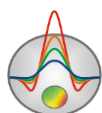
| | |
|---|---|
| Options/Inversion/Smoothness/Median | m0 (опорная модель) медиана модели на текущей итерации. Основная задача инверсии в данном случае, уменьшить невязку при сохранении максимально гладкой модели. Гладкость контролируется параметром Smoothing factor. Работает в случае инверсий Occam и Focused. Эта наилучший вариант при использовании Focused или инверсии с априорными границами. |
| Options/Inversion/Smoothness/ «0» | m0 (опорная модель) нулевая модель (без источников). Основная задача инверсии в данном случае, уменьшить невязку при сохранении близости параметров к нулю. Степень близости контролируется параметром Smoothing factor. Работает в случае инверсий Occam и Focused. |
| Options/Inversion/Smoothness/ Start model | m0 (опорная модель) некоторая, заданная пользователем модель (или результат инверсии). Основная задача инверсии в данном случае, уменьшить невязку при сохранении близости к опорной модели. Степень близости контролируется параметром Smoothing factor. Работает в случае инверсий Occam и Focused. |
| Options/Inversion/Smoothness/ Previous | m0 (опорная модель) модель на предыдущей итерации. Основная задача инверсии в данном случае, получение минимальной невязки при стабильной сходимости. Скорость сходимости контролируется параметром Smoothing factor. Работает в случае инверсий Occam и Focused. Для focused inversion иногда, может не давать желаемой фокусировки. |
| Options/Inversion/Smoothness/ Diagonal filter | Диагональное сглаживание при инверсии. Используйте эту опцию, если в разрезе присутствуют наклонные структуры. |
| Options/Inversion/Resolution/x1-x8 | 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. |
| Options/Inversion/Resolution/ | Использовать псевдологарифмическую норму параметров |



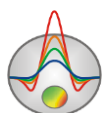
| | |
|---|--|
| PseudoLog norm | при инверсии. Эта норма дает более компактные контрастные объекты. |
| Options/Inversion/Cross-gradient/Pushing factor | Главный параметр совместной инверсии, контролирующей степень близости образов (кросс-градиентов) моделей для двух методов. Обычно выбирается методом 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/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/MinMax range | Задать диапазон изменения параметров для второго метода участвующего в совместной инверсии. |
| Options / Inversion / Cross-gradient / CC criteria | Использовать критерий общей корреляции двух моделей для совместной инверсии. Значения pushing factor в случае выбора этого алгоритма должны быть в диапазоне 0-2. |
| Options/Inversion/Cross-gradient/Magnetic(Gravity) data | Включить данные магниторазведки (гравиразведки) в совместную инверсию. |
| Options/Inversion/Cross-gradient/Seismic data | Включить данные сейсморазведки в совместную инверсию. |
| Options/Inversion/Cross-gradient/BG image | Выбор изображения подложки в качестве основы для совместной инверсии. Рекомендуется использовать изображения в градации серого. |
| Options/Inversion/Lim based inv | 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 включать данный вариант инверсии, который с одной стороны уменьшает вклад ячеек, выходящих за заданные пределы, а с другой - |



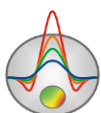
| | |
|---------------------------------------|---|
| | использует специальные нормы параметров, затрудняющие такой выход. |
| Options/Inversion/With derivatives | Включить в инверсию горизонтальные производные полей. С одной стороны, это позволяет получить более стабильные результаты инверсии, с другой – требует больше оперативной памяти и увеличивает время расчетов. |
| Options/Model/Block section | Изображать модель в виде блоков. |
| Options/Model/Smooth section | Изображать модель в гладкой интерполяционной палитре. |
| Options/Model/Contour section | Изображать модель в виде контурного разреза. |
| Options/Model/Infinite borders | При включенной опции, программа автоматически продолжает краевые объекты за области видимости, иначе размер объектов ограничивается областью видимости. Эту опцию лучше всего использовать в тех случаях, когда потенциальные поля на краях профиля не выходят на фоновое значение. |
| Options/Model/X:Z=1:1 scale | Сделать масштабы по вертикальной и горизонтальной осям одинаковыми. |
| Options/Model/Extend bottom | При наличии рельефа данная опция протягивает нижние ячейки модели до максимума глубины. |
| Options/Model/Show modeler tools | Показать панель инструментов моделирования. |
| Options/Topography/Topo coefficient 1 | Задать коэффициент искажения формы рельефа с глубиной(0-5). 0 – рельеф каждого последующего слоя повторяет предыдущий. 1 - рельеф выглаживается с глубиной, последний слой – плоский. |
| Options/Topography/Import topography | Загрузить данные о топографии профиля из текстового файла (две колонки x и y). |
| Options/Topography/Remove topography | Удалить данные о топографии профиля. Используется для тестовых целей. |
| Options/Topography/Restore topography | Восстановить топографию профиля, если она, по какой-то причине, была удалена. |
| Options/Topography/Edit topography | Редактировать данные о топографии профиля в режиме таблицы. Топография может быть скопирована из таблицы |



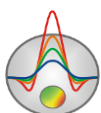
| | |
|--|---|
| | excel. |
| Options/Topography/Denoise topography | Удалить возможные ошибки в данных топографии. |
| Options/Topography/Smooth topography | Выполнить операцию усреднения высот соседних пикетов. Помогает получить более плавную топографию вдоль профиля. |
| Options/Topography/Import 3D topography | Импортировать площадной файл топографии для всех профилей проекта (должен содержать XYZ координаты). |
| Options/Topography/Splined intermediate | Если опция включена, для промежуточных узлов используется сплайн-интерполяция, иначе линейная. Опция работает при наличии топографии в проекте. |
| Options/Topography/Extended nodes | Добавлять дополнительные ячейки слева и справа от профиля при создании новой модели. |
| Options/Boreholes/ Create/Edit borehole data | Добавить (редактировать) скважинные данные (литологические колонки) (подробнее). |
| Options/Boreholes/Load borehole data | Открыть и отобразить на разрезе файл с каротажными данными и литологическими колонками, а также файлы формата mod1d (файлы одномерной интерпретации) (подробнее). |
| Options/Boreholes/ Remove borehole data | Удалить из проекта каротажные данные и литологические колонки. |
| Options/Boreholes/Set column's width | Задать ширину литологических колонок при изображении на разрезе (в процентах от длины профиля). |
| Options/Import/Export/Import model/data | Загрузить файл с графиком (две колонки X,Y)* или файл mod2d для отображения модели в отдельном окне. |
| Options/Import/Export /Remove model/data | Удалить все данные и окна созданные с помощью предыдущей опции. |
| Options/Import/Export/ Model parts/Load selection | Открыть файл с выделенными ячейками и вставить в текущей позиции выделения. |
| Options/Import/Export/ Model parts/Save selection | Сохранить параметры выделенных в редакторе модели ячеек. |
| Options/Import/Export/ Model parts/Load 1D log | Вставить в модель вертикальный профиль магнитной восприимчивости или плотности для заданного диапазона. |
| Options/Import/Export / Model parts/Extract 1D log | Сохранить вертикальный профиль магнитной восприимчивости или плотности для заданной |



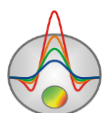
| | |
|--|---|
| | горизонтальной координаты. |
| Options/Import/Export/Save MOD1/2D file | Сохранить модель в формате MOD1D/2D. MOD1D/2D внутренние форматы программ семейства Zond . Они предназначены для обмена моделями между программами или проектами. |
| Options/Import/Export/Load MOD1/2D file | Загрузить файл с моделью и встроить в текущую сеть. MOD1D/2D внутренние форматы Zond. Они позволяют обмениваться моделями между программами или проектами. Импортированная модель будет встроена в текущую. |
| Options/Import/Export/Background/Remove background image | Удалить подложку из проекта. |
| Options/Import/Export/Background/Load background image | Загрузить подложку следующих форматов: bmp, png, sgu, sec. Формат sec внутренний формат Zond, содержит изображение и координаты углов. |
| Options/Import/Export/Background/Show background image | Показать или скрыть подложку. |
| Options/Import/Export/Background/Change sizes | Эта опция позволяет изменить размеры и положение пользовательской подложки в режиме реального времени. |
| Options/Import/Export/Background/Create shaded map | Использовать карту теневого рельефа, построенную на базе текущей модели, в качестве подложки |
| Options/Import/Export/Export to Excel/Model | Сохранить текущую модель в таблицу Excel. |
| Options/Import/Export/Export model to DXF | Экспортировать модель (контурный разрез в векторном представлении) в файл формата DXF (Autocad). |
| Options/Import/Export/Export model to geosoft | Экспортировать текущую модель в формат программы Geosoft. |
| Options/Import/Export/Export model to SEG-Y | Экспортировать текущую модель в сейсмический формат SEG-Y |
| Options/Import/Export/Draw model in Surfer | Построить текущую модель в Surfer. Построение возможно из режима contour section. Могут быть проблемы, если |



| | |
|---|---|
| | установлены 2 версии Surfer или не установлены библиотеки обмена. |
| Options/Extra/Model smooth/raster | Этот инструмент позволяет сгладить всю или часть модели или сгруппировать ячейки в блоки. Опция может быть полезна, если необходимо сгладить верхнюю сильно гетерогенную часть разреза или для инверсии типа "blocks". |
| Options/Extra/Gravity&Magnetic sections | Вызвать окно с изображением моделей плотности и магнитной восприимчивости. |
| Options/Extra/Smooth contours | Если опция включена, программа будет строить контурный разрез, для предварительно сглаженной модели. Эту опцию хорошо использовать в случае сильных приповерхностных неоднородностей. |
| Options/Extra/Bitmap output settings | Настройки для масштабов и разрешения для экспортируемых картинок bmp формата (подробнее). |
| Options/Seismic data/Load SRT data | Для импорта данных используется очень простой текстовый файл, содержащий три столбца со следующими заголовками: "sx" – координата источника (метры), "rx" – координата приемника (метры), "fb" – первое вступление (миллисекунды). Координаты (дистанции) должны быть в той же системе, что и текущая модель. |
| Options/Seismic data/Show SRT plot | Показать окно с сейсмическими данными. |
| Options/Seismic data/Invert SRT data | Включить сейсмические данные в совместную инверсию для произвольно слоистой среды. |
| Options/Seismic data/Set weight of SRT | Задаёт общий вес всех сейсмических данных для совместной инверсии. Вес позволяет уменьшать или увеличивать относительную невязку метода. |
| Buffer/Model 1,2...5 | Буфер позволяет хранить до пяти моделей полученных разными способами. Их можно сравнивать в специальном окне, что может быть полезно для сравнения результатов инверсии с различными настройками (подробнее). |
| Buffer/Open | Показать окно со всеми моделями из буфера. |
| Operations/Line operations | Раздел операций, применяемых к текущему профилю. |



| | |
|---------------------------------------|--|
| Operations/Bouguer&Free Air | Ввести поправки Буге и Фая в гравитационные измерения. |
| Operations/Subtract incident field | Вычесть значение нормального поля из магнитных измерений. |
| Operations/Subtract median value | Вычесть среднее медианное значение из гравитационных или магнитных измерений. |
| Operations/Subtract user value | Вычесть заданное пользователем значение из гравитационных или магнитных измерений. |
| Operations/ Subtract median in window | Вычесть среднее медианное значение в окне из гравитационных или магнитных измерений. |
| Operations/Reduce to pole | Пересчет магнитных данных к полюсу (RTP). В результате данной процедуры, аномалии будут смещаться к центрами аномалеобразующих объектов. Операция становится нестабильна при приближении к экватору. |
| Operations/Reduce to plane | Пересчет наблюдений на единый высотный уровень. Полезно использовать при работе с аэроданными. Позволяет избежать ложных аномалий, связанных с рельефом и изменением высоты полета. |
| Operations/Denoise data | Подавить одиночные выскоки в данных. |
| Operations/Return to original data | Вернуться к исходным данным, отменив все преобразования. |
| Operations/Areal operations | Раздел операций, применяемых ко всей площади. |
| Operations/Bouguer&Free Air | Ввести поправки Буге и Фая в гравитационные измерения. |
| Operations/Subtract incident field | Вычесть значение нормального поля из магнитных измерений. |
| Operations/Subtract median value | Вычесть среднее медианное значение из гравитационных или магнитных измерений. |
| Operations/Subtract user value | Вычесть заданное пользователем значение из гравитационных или магнитных измерений. |
| Operations/Return to original data | Вернуться к исходным данным, отменив все преобразования. |
| Help/About | О программе. |
| Help/Manual | Показать данную инструкцию. |
| Help/Check for updates | Проверить наличие обновлений. |
| Help/ERROR!!! Set default values | Сбросить все настройки и вернуться к первоначальным, после повторного запуска. |



| | |
|-------------------------|---|
| Help/Bing maps api_key | Если автоматическая загрузка карты из интернета не работает. То текущий api-Key программы превысил допустимый предел запросов. Мы рекомендуем создать собственный api-Key в аккаунте Bing и ввести его в поле ввода этой опции. |
| Help/Show news | Показывать анонсы новостей Zond Software |
| Help/Send message to us | Отправить сообщение разработчикам. Сообщение должно быть набрано транслитом. |

*Файл импортируемых данных должен состоять из двух столбцов: координата измерения, значение. Вертикальной осью импортируемых данных служит правая ось плана графиков. Импортируемая модель должна содержаться в файле проекта **Zond2D**, при загрузке которого, появится новое окно, содержащее модель. При перемещении курсора в области моделирования, положение активной ячейки отображается на модели из файла импорта.

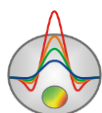
“Горячие” клавиши

| | |
|--|---|
| Курсорные клавиши /курсор в редакторе модели | Изменение активной ячейки модели. |
| Delete /курсор в редакторе модели | Очистить активную ячейку. |
| Insert / курсор в редакторе модели | Присвоить активной ячейке текущее значение. |
| F / курсор в редакторе модели | Зафиксировать значение активной ячейки. |
| X / курсор в редакторе модели | Использовать инструмент magic wand для выделения области. |
| V / курсор в редакторе модели | Удалить выделение. |
| Вверх/вниз / курсор на цветовой шкале | Изменить текущее значение. |
| Space | Рассчитать прямую задачу. |

Панель статуса

Панель статуса программы разделена на несколько секций, содержащих различную информацию:

| |
|---------------------------------------|
| Координаты курсора и активной ячейки. |
|---------------------------------------|



| |
|----------------------------|
| Параметры активной ячейки. |
|----------------------------|

| |
|----------------------------|
| Дополнительная информация. |
|----------------------------|

Порядок работы с программой

Создание и открытие файла данных

Для начала работы с программой **ZondGM2D** необходимо создать файл данных определенного формата, содержащий информацию о пунктах измерений и результаты измерений.

Обычно один файл содержит данные по одному или нескольким профилям наблюдений. Текстовые файлы данных, организованные в формате программы **ZondGM2D**, имеют расширение «*.GM». Подробно формат файла данных описан в разделе [формат файла данных](#).

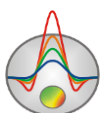
Для правильной работы программы файл данных не должен содержать:

- 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 100000.

Удобной альтернативой открытия стандартного файла данных программы, является импорт данных из таблицы Excel, с помощью опции Import data from text/excel.

Опция Import data from text/excel

В программе существует возможность импорта данных из текстовых файлов или таблиц Excel. Для этого в главном меню выберите пункт **File/Import data from text/excel**. После выбора соответствующего файла появится диалоговое окно (рис.1), в котором можно установить тип данных в каждой колонке и единицы измерения. Таким образом, импортируемый файл может быть организован в произвольном порядке.



| Type | X/Longitude | Y/Latitude | Mag | Grav |
|-------|-------------|------------|---------|---------|
| Units | X/Longitude | m | nTl | mGal |
| 1 | Y/Latitude | Y | Mag | Grav |
| 2 | Z | 819200 | 31391.3 | -23.4 |
| 3 | Grav | 819200 | 31389.9 | -23.5 |
| 4 | Mag | 819200 | 31388.4 | -23.6 |
| 5 | line | 819200 | 31387.2 | -23.6 |
| 6 | g_height | 640960 | 819200 | 31386.2 |
| 7 | m_height | 640980 | 819200 | 31385.4 |
| 8 | | 641000 | 819200 | 31385.4 |
| 9 | | 641020 | 819200 | 31384.5 |
| 10 | | 641040 | 819200 | 31384.9 |
| 11 | | 641060 | 819200 | 31385.7 |
| 12 | | 641080 | 819200 | 31386.1 |
| 13 | | 641100 | 819200 | 31386.1 |
| 14 | | 641120 | 819200 | 31384.9 |
| 15 | | 641140 | 819200 | 31381.5 |
| 16 | | 641160 | 819200 | 31375.8 |

Рис. 1 Окно диалога **Import data from text/excel**

Первые две строки с желтой заливкой предназначены для задания типа данных в столбце (**Type**) и единиц измерения (**Units**). В типе данных могут быть выбраны следующие значения:

None – данный столбец не используется

ProfPos – номер точки измерения

X/Longitude – горизонтальная координата/долгота

Y/Latitude – вертикальная координата/широта

Z – высота

Grav – измеренные значения гравитационного поля

Mag – измеренные значения магнитного поля

line – номер профиля

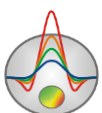
gheight – высота гравитационной съемки над поверхностью земли

mheight – высота магнитной съемки над поверхностью земли

gcomp – компонента гравитационного поля

mcomp – компонента магнитного поля

В третьей строке с зеленой заливкой отображается первая строка импортируемого файла. Кнопки **Start** и **End** на панели диалогового окна предназначены для задания первой



и последней импортируемых строк соответственно. После выбора всех необходимых параметров нажмите кнопку **ОК**.

Значение **Read every** позволяет разрядить количество измерений (в случае высокой плотности измерений), например считывать каждую вторую или третью строчку из файла.

Опция **Create synthetic survey**

При отсутствие полевых наблюдений, можно создать синтетическую систему измерений с помощью опции главного меню программы **File/Create synthetic survey**. Это может быть полезно при планировании полевых работ или для образовательных целей.

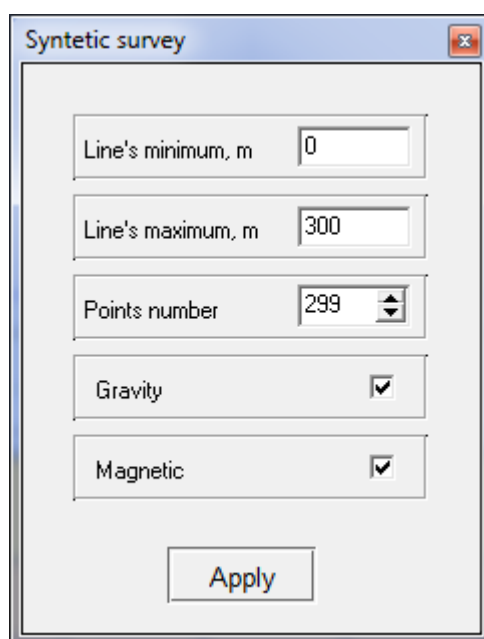


Рис. 2 Диалог настройки синтетической измерительной системы

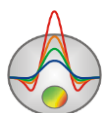
Поле **Line's minimum, m** – положение первой точки на профиле

Поле **Line's maximum, m** – положение последней точки на профиле

Points number – количество точек на профиле

Опции **Gravity** и **Magnetic** позволяют включить или отключить магнитные и гравитационные данные из синтетической системы наблюдений.

Диалог **Set survey lines**



При успешной загрузке файла появляется окно выбора линий профилей. Для установки линий профилей используется специальное окно, которое впоследствии (например, для реконфигурации профилей или при добавлении новых) можно вызвать из главного меню программы **Options/Set survey lines**. В окне отображается положение точек измерения на площади и линии профилей, если они заданы в файле.

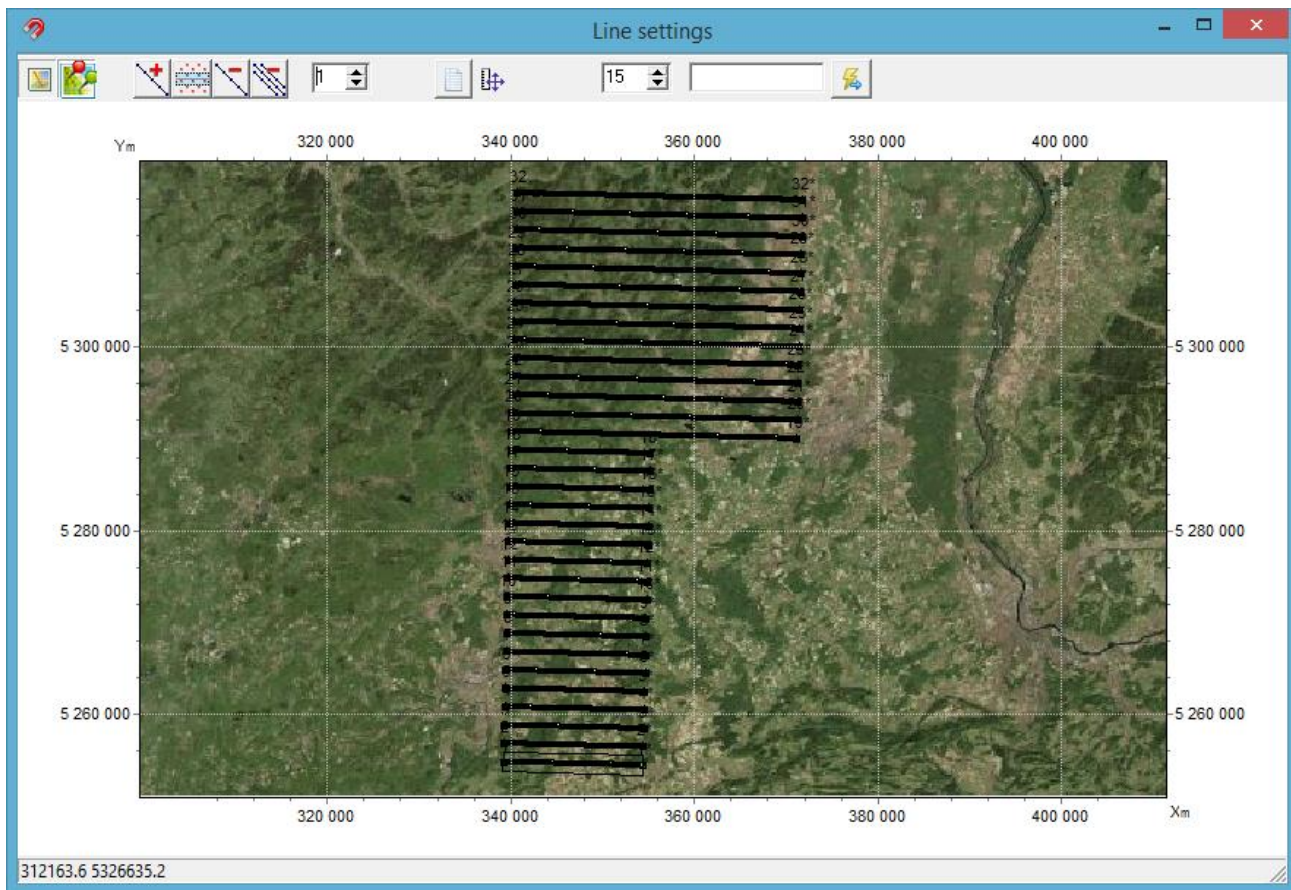



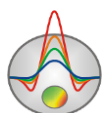



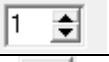


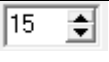




Рис. 3 Окно диалога **Line settings**

Главная панель окна содержит следующие функции:



| | |
|---|---|
|  | <p>Вызывает подменю со следующими опциями: Map - загрузить растровый файл карты, показать Topography – показать план изолиний рельефа Gravity – показать план изолиний измеренного гравитационного поля Magnetic – показать план изолиний измеренного магнитного поля</p> |
|  | <p>Загружает карту участка из интернета. При этом координаты станций должны быть заданы в UTM координатах. В случае проблем с загрузкой введите актуальный ключ в поле Bing maps api_key</p> |
|  | <p>Добавить линию профиля. Левой кнопкой мыши задаются точки линии</p> |

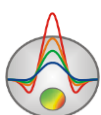


| | |
|---|--|
| | профиля, правой кнопкой – задается последняя точка Правой кнопкой мыши вызывается контекстное меню с дополнительными опциями. Set line coordinates – позволяет задать координаты линии в ручную; Cursor to near point – при включенной опции линии профиля проходит через ближайшие к курсору точки; Invert line – перевернуть линию профиля; Create lines auto – создать линии профилей автоматически. |
|  | Включить точки измерения в профиль автоматически. Те точки, которые попадают в прямоугольную область вокруг заданной линии. |
|  | Удалить текущий профиль |
|  | Удалить все заданные профиля. |
|  | Текущий номер профиля. |
|  | Задать координаты точек измерений в режиме таблице |
|  | Выбрать масштаб изображения равноосный или с максимальным заполнением области окна. |
|  | Установить размер области автоматического выбора точек измерений в профиль (в процентах от размера изображения). |
|  | Устанавливает имя профиля. |
|  | Перейти к режиму инверсии данных для выбранной системы профилей |

Программа позволяет установить несколько линий профиля в одном проекте. После установки профиля и выбора точек вдоль него, все включенные в профиль точки будут отображаться синим цветом. Так же можно исключить/включить точку в профиль при помощи нажатия левой кнопки мыши. Если линия профиля не проходит непосредственно через точки, то положение проекции точки измерения на профиле будет отображаться зеленым цветом.

Для просмотра и редактирования координат точек измерения, нажмите правой кнопкой мыши по интересующей точке. В появившемся окне будут отображаться координаты, которые можно редактировать.

После установки профиля (ей) необходимо нажать кнопку перехода к режиму интерпретации данных . Для переключения между профилями используйте поле  на панели инструментов главного окна программы.



Диалог настройки стартовой модели Mesh constructor

После выбора линий профилей, необходимо задать параметры сети начальной модели в диалоге **Mesh constructor** (он может быть вызван соответствующим пунктом главного меню программы, при необходимости изменения параметров сети).

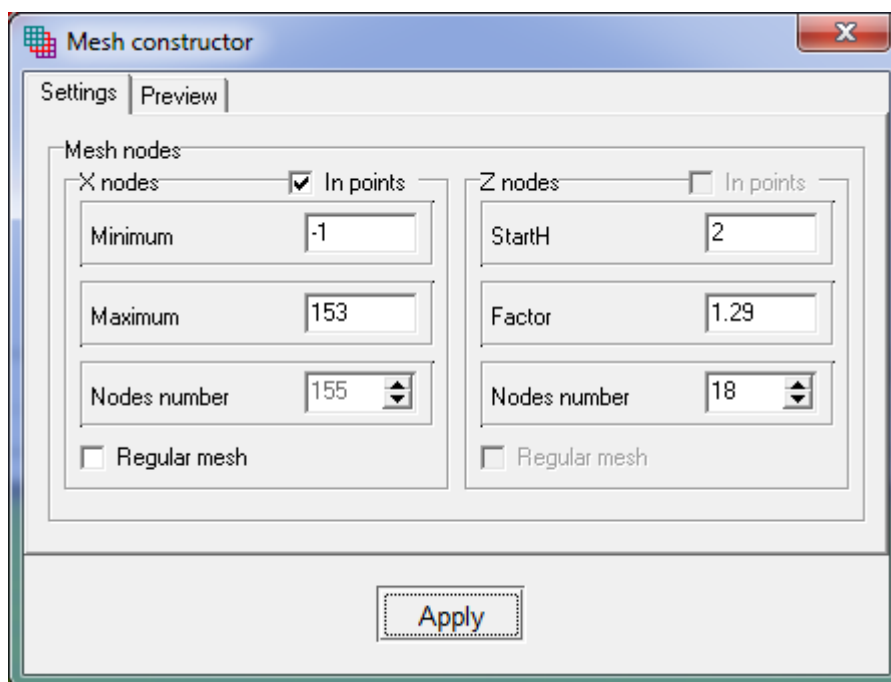


Рис. 4 Окно диалога Mesh constructor, вкладка Settings

Диалог настройки стартовой модели содержит следующие опции.

Область **X nodes** содержит опции позволяющие задать параметры горизонтальной сетки модели.

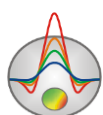
Поле **Minimum** – устанавливает минимальную координату области моделирования.

Поле **Maximum** - устанавливает максимальную координату области моделирования.

Поле **Nodes number** – если отключена опция **In points**, то устанавливает количество равномерно отстоящих узлов горизонтальной сетки, иначе узлы задаются в точках измерений.

Опция **Regular mesh** – устанавливает равномерное разбиение сети между точками измерений (если включена опция **In points**).

Область **Z nodes** содержит опции позволяющие задать параметры вертикальной сетки модели (активна для измерений в скважине).



Поле **StartH** – устанавливает толщину первого слоя. Эта величина должна удовлетворять необходимой разрешающей способности.

Поле **Factor** – устанавливает соотношение между толщиной смежных слоев. Значения этого параметра обычно выбирают в диапазоне от 1 до 2.

Поле **Nodes number** – устанавливает количество слоев модели.

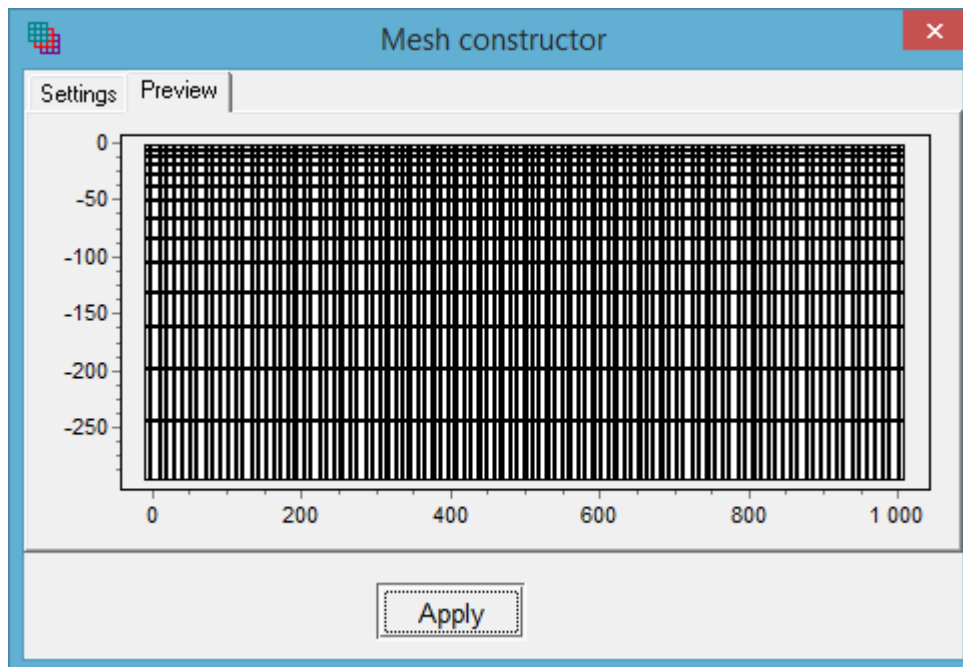


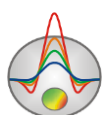
Рис. 5 Окно диалога Mesh constructor, вкладка Preview

После выбора параметров сети модели, нажимается кнопка Apply.

Диалог настройки параметров нормального поля

После настройки сети, необходимо задать параметры гравитационных и магнитных измерений в диалоге **Observation settings**. Данный диалог также может быть вызван пунктом **Options/Line's observation settings** главного меню программы. Окно выбора параметров измерений разделено на две области: **Magnetic survey** и **Gravity survey**, соответствующие настройкам для магнитного и гравитационного поля.

окно настройки параметров гравитационных и магнитных измерений.



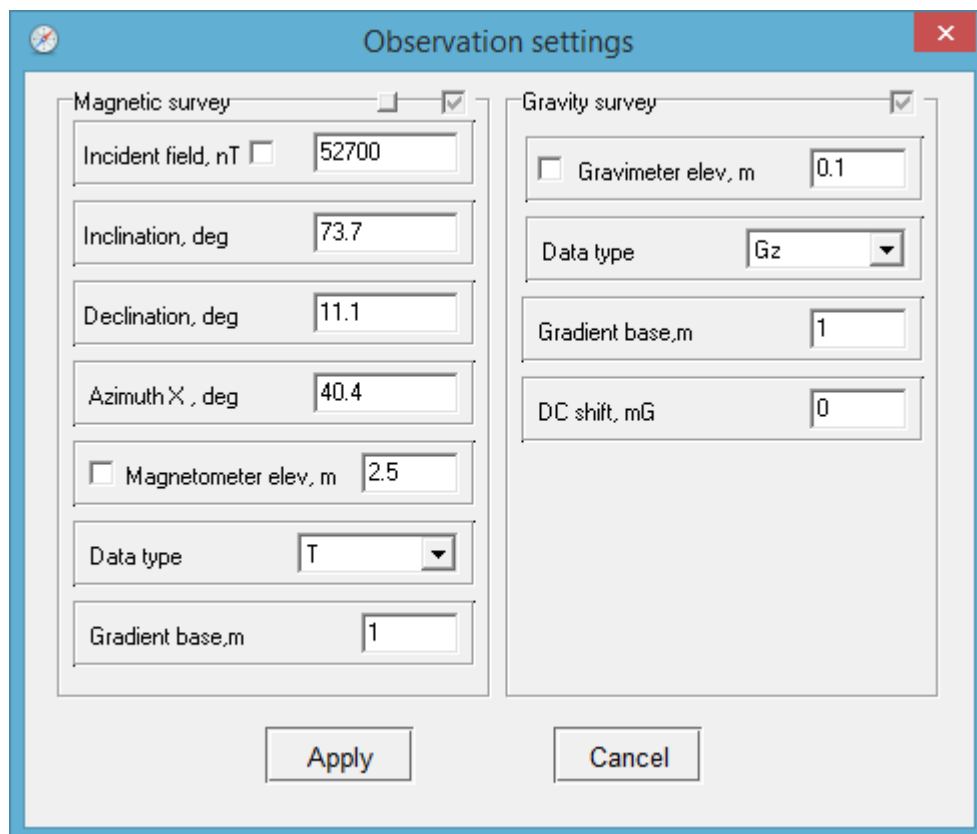


Рис. 6 Окно диалога **Observation settings**

Область **Magnetic survey**:

Поле **Incident field, nT** – модуль вектора нормального магнитного поля (T_0), в нТл.

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

Поле **Inclination, deg** – величина наклона нормального магнитного поля, в градусах (I_0). Отсчитывается вниз от горизонтали.

Поле **Declination, deg** – величина склонения нормального магнитного поля, в градусах (D_0). Отсчитывается по часовой стрелке от направления на север.

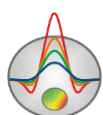
Поле **Azimuth X, deg - deg** – азимут профиля, в градусах. Отсчитывается по часовой стрелке от направления на север.


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

Поле **Data type** – тип измеренных данных. Значения: T – магнитное поле, GrZ – градиент магнитного поля, T_x – горизонтальная компонента магнитного поля, T_z – вертикальная компонента магнитного поля.

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

Небольшая кнопка справа от **Magnetic survey** позволяет загрузить параметры магнитного поля из интернета (по заданной широте и долготе).



Небольшая кнопка  справа от Magnetic survey позволяет загрузить параметры магнитного поля из интернета (по заданной широте, долготе и году съемки). Следует отметить, что значения географических координат указываются в градусах. Целая часть и десятичная разделяются запятой.

Область **Gravity survey**:

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

Поле **Data type** – тип измеренных данных. Значения: G_z – вертикальная составляющая силы тяжести, Gr_z – градиент вертикальной составляющей силы тяжести.

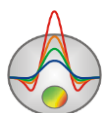
Поле **Gradient base, m** – расстояние между датчиками градиентометра.

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.

Аномальное магнитное поле и дирекционные косинусы компонент нормального магнитного поля (C_x , C_z) рассчитываются по следующим формулам:

$$\Delta T \approx H_x C_x + H_z C_z,$$
$$C_x = \cos I_0 \cos(A - D_0) \quad \text{and} \quad C_z = \sin I_0$$

Ниже приведены карты изолиний склонения, наклонения и полного магнитного поля на 2005 год. Текущие величины для конкретной широты и долготы можно узнать на специализированных сайтах или с помощью пакетов ГИС, или воспользовавшись интернет-сервисом программы.



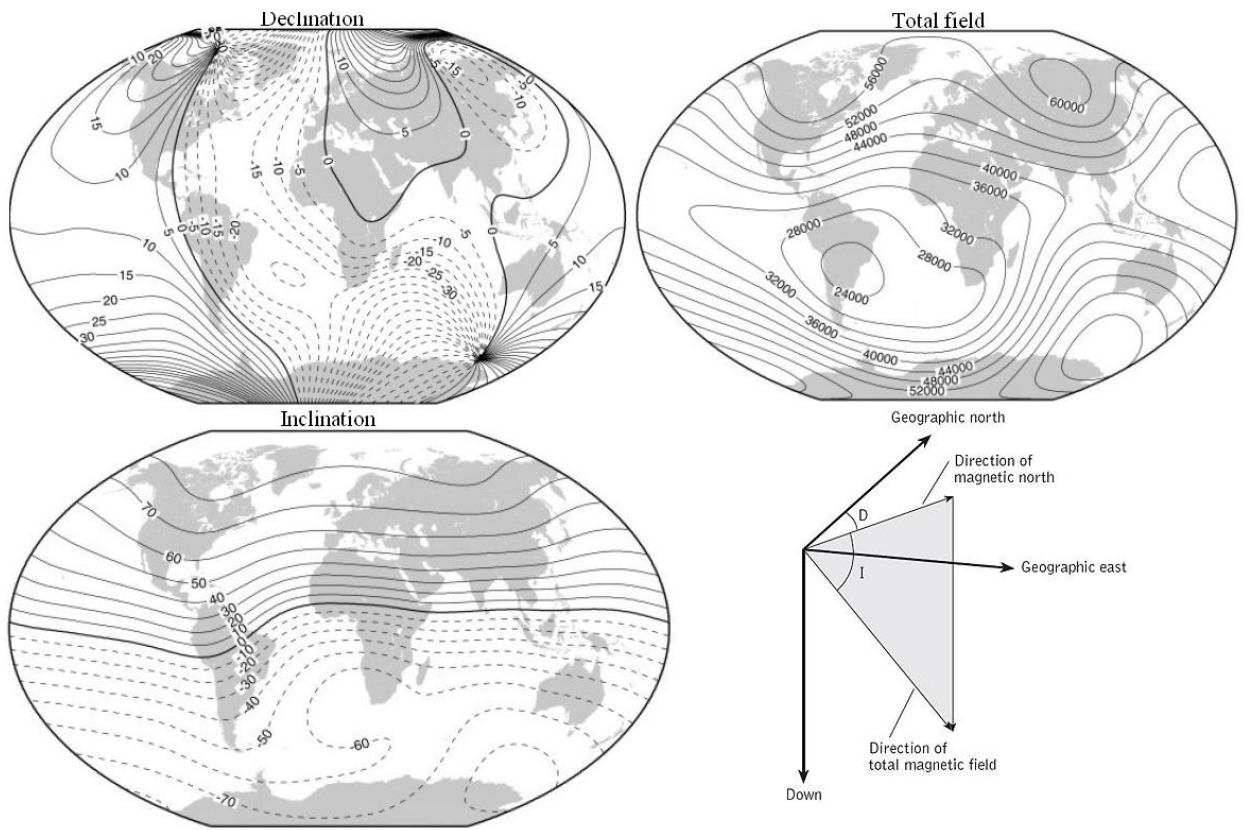


Рис. 7 Карты склонения наклонения и нормального магнитного поля

Визуализация данных

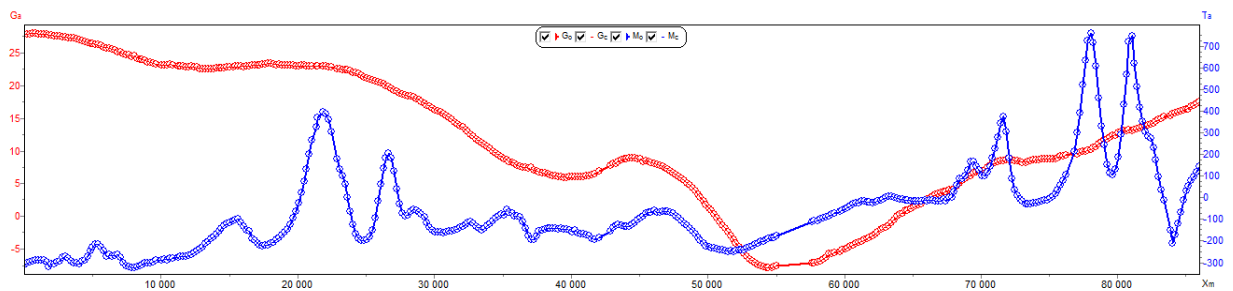
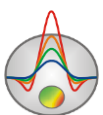


Рис. 8 Окно графиков профилирования

По умолчанию теоретические кривые изображаются сплошными кривыми, экспериментальные сплошными линиями с кружками в точках измерений. Синим цветом отображаются теоретические и экспериментальные графики магниторазведки, красным – гравиразведки.



Графические параметры наблюдаемых и рассчитанных графиков могут быть установлены в диалоге настройки графиков ([подробнее](#)). Параметры оси могут быть установлены в редакторе оси (правый щелчок+SHIFT на оси) ([подробнее](#)).

Для удаления точек используйте колесо мыши(как кнопку) с нажатой клавишей ALT или соответствующим пунктом меню при нажатии правой кнопки мыши на точке. Размер области удаления регулируется при помощи колеса.

Программа **ZondGM2D** также позволяет работать с данными каротажа. В этом случае окно программы выглядит следующим образом:

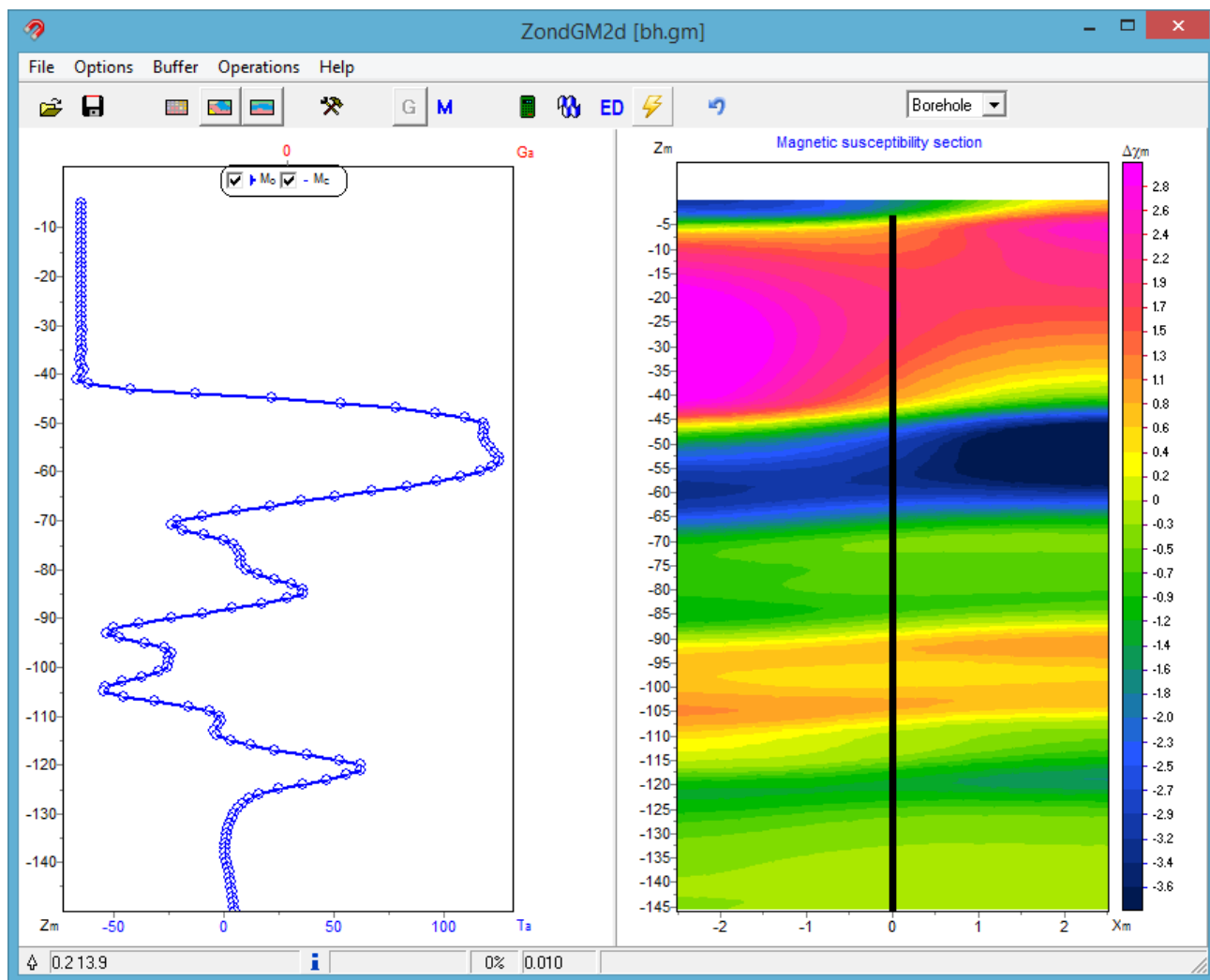
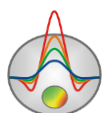


Рис. 9 Главное окно программы в режиме работы с данными магнитного каротажа

Карта графиков

Вызываемое пунктом главного меню **Options/Modules/Graphics map** (рис.10) окно, позволяет отображать план графиков выбранного параметра (магнитное или гравитационное поле) для всех профилей. Для изменения масштабов графиков щелкните



левой кнопкой мыши в области графиков и используйте колесо прокрутки. Также можно отключит/включить отображение каждого из профилей в окне легенды справа. Для выбора одного графика и отключения остальных нажмите Shift+левая кнопка мыши в окне легенды. Для перехода к другим графиком используйте прокрутку. Для настройки параметров осей используйте щелчок правой кнопкой мыши с нажатой клавишей Shift ([подробнее](#)). Кнопка

 вызывает меню, которое позволяет загрузить различные подложки под карту. Значения:

Map - загрузить растровый файл карты, показать

Topography – показать план изолиний рельефа

Gravity – показать план изолиний измеренного гравитационного поля

Magnetic – показать план изолиний измеренного магнитного поля

Bing map – показать фотоснимок участка из интернета.

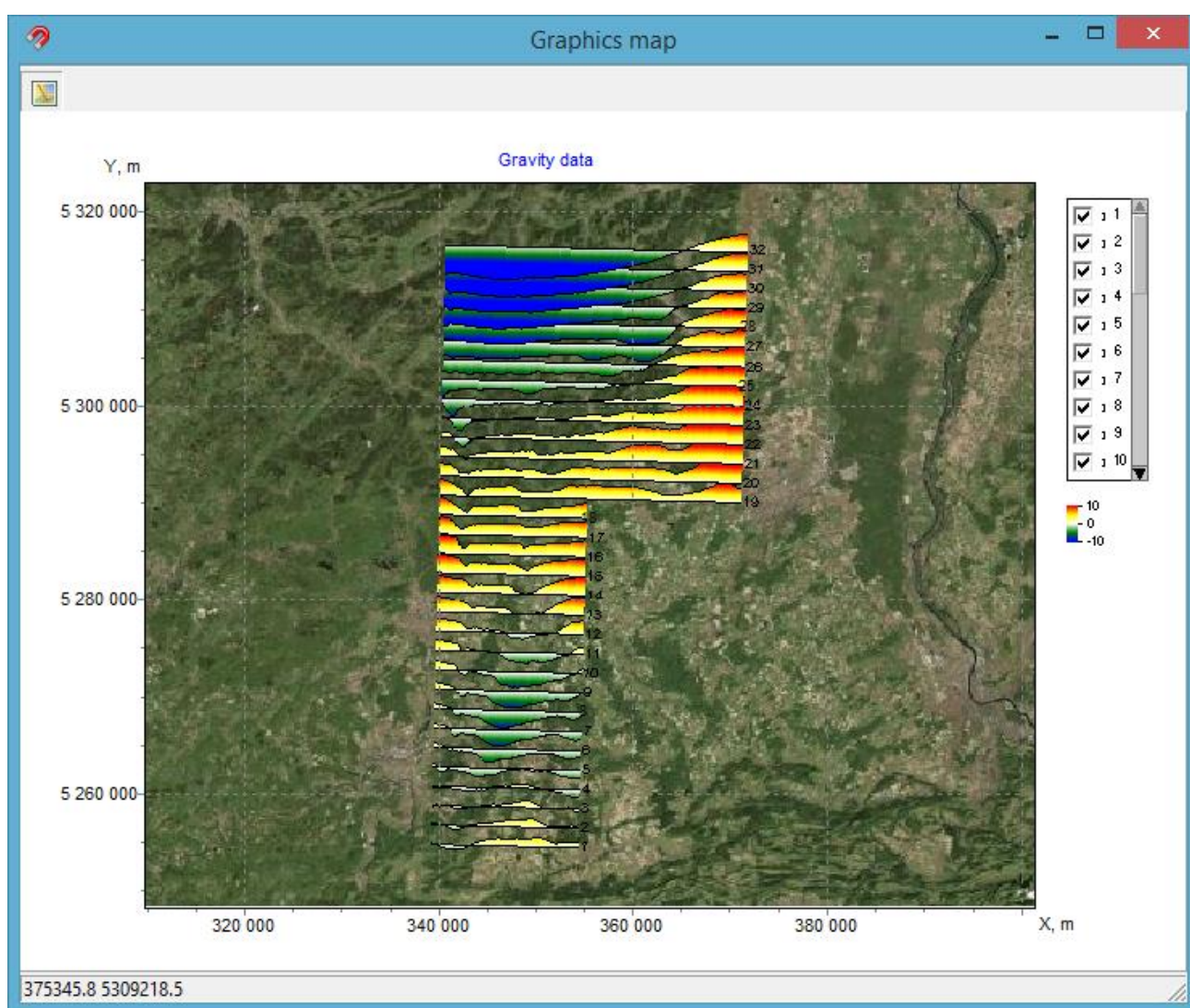
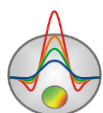


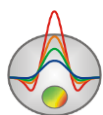
Рис. 10 Окно Graphics maps

Диалог настройки плана графиков вызывается правой кнопкой мыши на цветовой шкале ([подробнее](#)).



Моделирование

Моделирование – важнейший процесс интерпретации потенциальных полей. Программа предоставляет три основных режима модели: сеточная (блоковая) модель, полигональная модель и произвольно-слоистая модель.



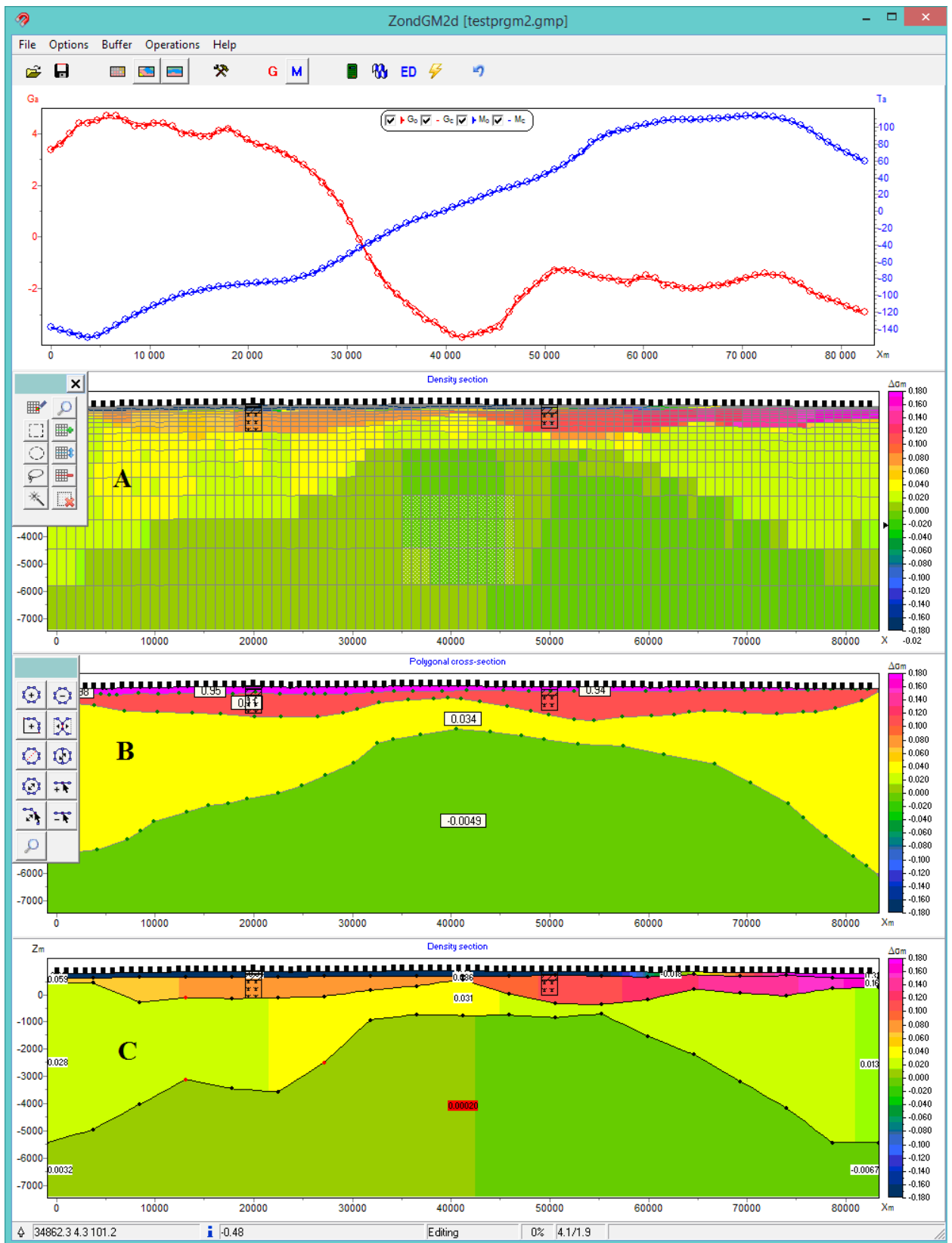
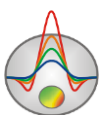



Рис. 11 Варианты рабочего окна программы в разных режимах модели. Где А- сеточная (блоковая) модель, В - полигональная модель и С - произвольно-слоистая модель.



Сеточная (блоковая) модель

Создание модели производится в редакторе модели – нижняя графическая секция окна программы. *Среда разбита регулярной сетью ячеек* (блоковый режим).

Режим доступен при нажатой кнопке  на панели инструментов главного окна программы. Данный вариант наиболее удобен для решения обратной задачи (автоматического восстановления плотностного разреза или разреза магнитной восприимчивости). Результат инверсии является хорошим начальным приближением для последующей геолого-геофизической интерпретации. При работе в блоковом режиме существует также возможность редактирования геометрии сети, созданной в диалоге [Options / Mesh constructor](#).

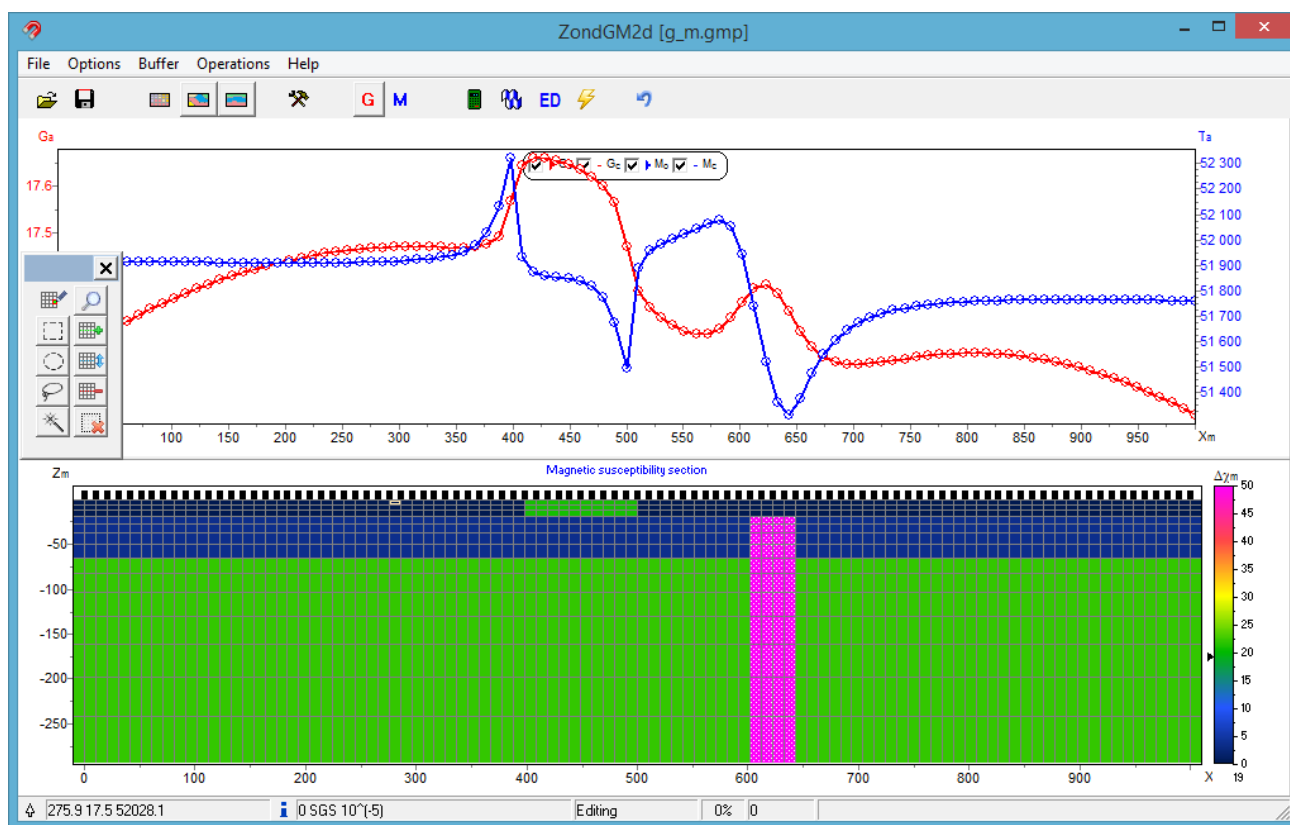
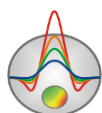


Рис. 12 Окно в программы в сеточном режиме

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 правой кнопкой мыши, при этом его значение изображается ниже цветовой шкалы.



Работа с ячейками модели сходна с редактированием пикселей в растровых 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 или зафиксированная ячейка отмечается точкой в середине.

Сеточную модель можно отображать в виде ячеек *Options/Model/Block-section*, в гладкой интерполяционной палитре *Options/Model/Smooth-section* и в виде контурного разреза *Options/Model/Contour-section*.

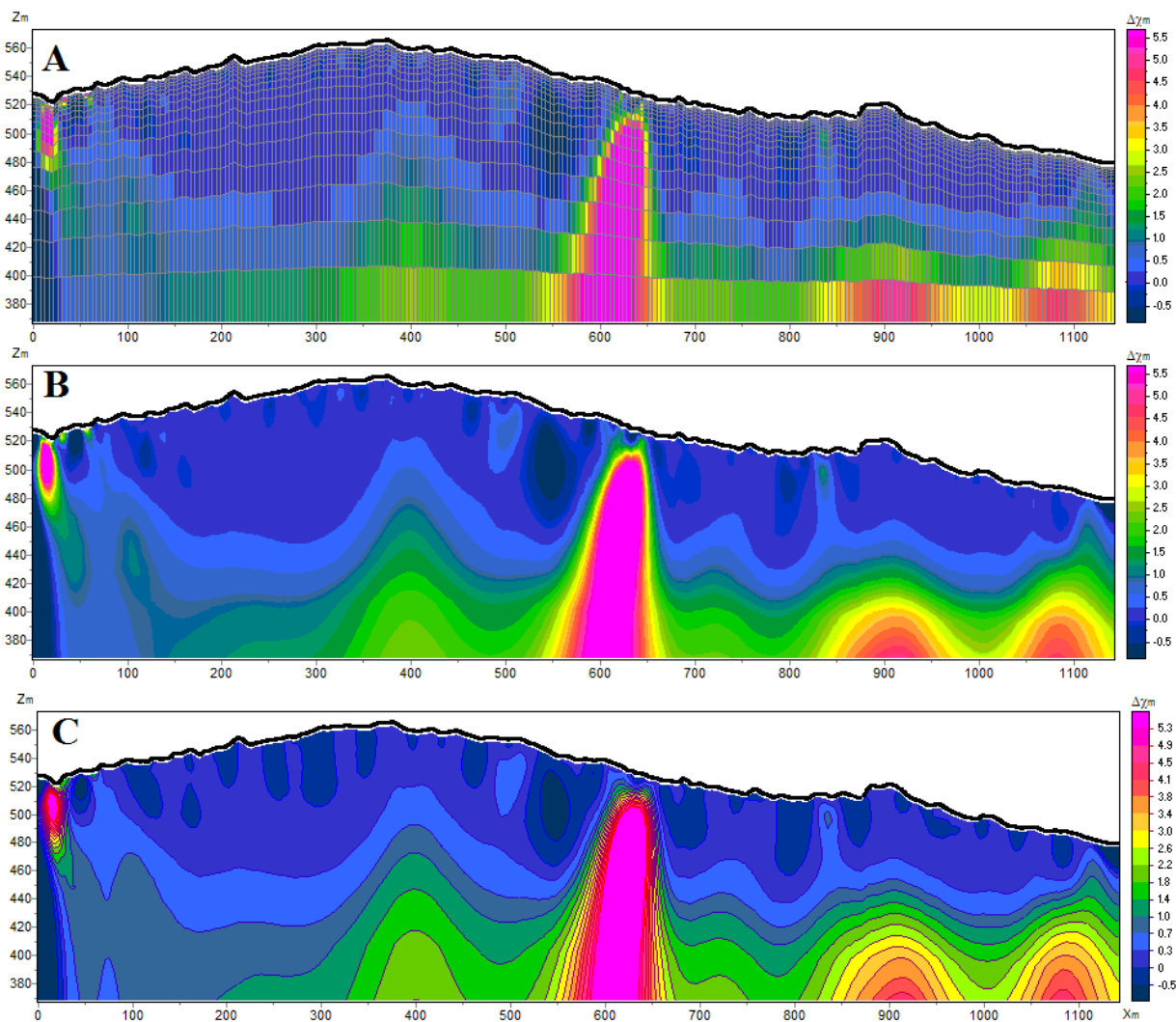
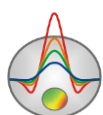


Рис. 13 Варианты отображения модели: Block-section (A), Smooth-section (B), Contour-section (B)

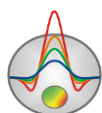
При перемещении курсора мыши по созданным в процессе работы с программой окнам, в левой секции панели статуса главного окна программы отображаются координаты, соответствующие собственным осям данного окна.



От выбранного режима отображения модели зависят дополнительные возможности программы. Математическое моделирование удобнее проводить в режиме **Block-section**.

При нажатии правой кнопкой мыши в разных областях редактора модели появляются контекстные меню со следующими опциями (*доступно при вариантах отображения модели Block-section и Smooth-section*):

| | | |
|--------------------|------------------------|--|
| Верхняя область | Display model mesh | Указывает, нужно ли изображать сеть. |
| | Display objects border | Указывает, нужно ли изображать границу объекта. |
| | Setup | Вызвать диалог настройки параметров модели (подробнее). |
| | Display color bar | Указывает, нужно ли изображать цветовую шкалу. |
| | Zoom&Scroll | Включить режим лупы и прокрутки. |
| | Print preview | Распечатать модель. |
| Цветовая шкала | Setup | Вызвать диалог настройки цветовой шкалы |
| | Automatic | Автоматически определить минимальное и максимальное значения цветовой шкалы. |
| | Log scale | Установить логарифмический масштаб для цветовой шкалы. |
| | Set cursor value | Установить текущее значение параметра. |
| | Colors as histogram | Установить цветовую шкалу в соответствии с гистограммой распределения параметров модели. |
| Вертикальная ось | Set maximum | Установить значение глубины нижнего слоя. |
| | Redivide | Установить одинаковую толщину слоев для всех слоев модели (в данном масштабе). |
| | Thick mesh | Удалить каждый второй узел вертикальной сетки. |
| | Thin mesh | Добавить промежуточные узлы в вертикальную сетку. |
| Горизонтальная ось | Redivide | Установить одинаковую ширину для ячеек, расположенных между уникальными |




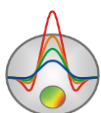
| | | |
|--|------------|--|
| | | положениями точек измерения. |
| | Thick mesh | Удалить каждый второй узел горизонтальной сетки (если в данном узле не расположена точка измерения). |
| | Thin mesh | Добавить промежуточные узлы в горизонтальную сетку. |


В варианте отображении модели в виде **Contour-section** при нажатии правой кнопкой мыши в разных областях редактора модели появляются контекстные меню со следующими опциями:

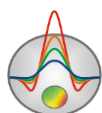
| | |
|--------------------|---|
| Log data scale | Использовать логарифмический масштаб для цветовой шкалы. |
| Smooth mode | Использовать гладкую интерполяционную палитру/контурный разрез. |
| Display grid point | Показывать метки точек измерений. |
| Display ColorBar | Показывать цветовую шкалу. |
| Setup | Вызвать диалог настройки параметров контурного разреза (подробнее). |
| Print preview | Распечатать контурный разрез. |
| Save picture | Сохранить контурный разрез в графический файл *.emf, *.bmp, *.png. |
| Save XYZ file | Сохранить контурный разрез в текстовый файл *.dat. |
| Default | Установить параметры контурного разреза равными значениям по умолчанию. |

Для работы с блоковой моделью в программе существуют два набора инструментов: контекстное меню (вызывается нажатием правой кнопки мыши в области редактирования модели), выносная панель инструментов (**Options/Model/Show modeler tools** в меню) и цветовая шкала. Функции контекстного меню и выносной панели инструментов в значительной степени дублируют друг друга:

| <i>Контекстное меню</i> | <i>Model tools</i> | <i>Опция</i> |
|-------------------------|---|--|
| |  | Zoom, изменение масштаба отображения 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. Этот же инструмент можно использовать, зажимая на клавиатуре кнопку С. |
| Selection\ Rectangular selection |  | Выделить набор ячеек в пределах области редактирования с помощью мыши. Область имеет прямоугольный вид. |
| |  | Выделить набор ячеек в пределах области редактирования с помощью мыши. Область имеет эллиптический вид. |
| 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. Этот же инструмент можно использовать, зажимая на клавиатуре кнопку Х. |
| Selection\ Remove selection |  | Удалить выделение. |
| Mesh options\ Add column /row |  | Добавить новую вертикальную или горизонтальную границу. Новая граница появляется при нажатии мыши в выбранном месте. |
| Mesh options\ Remove column /row |  | Удалить выбранную вертикальную или горизонтальную границу. |
| Mesh options\ Resize column /row |  | Изменить толщину ряда или колонки с помощью мыши. |
| Clear model | | Очистить модель полностью. Убрать все выделения областей и вернуться к однородному полупространству с физическими свойствами, указанными при создании стартовой модели в |



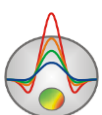
| | | |
|------------------|--|--|
| | | «Mesh constructor». |
| Clear parameters | | Вернуться к однородному полупространству с физическими свойствами, указанными при создании стартовой модели в «Mesh constructor». При этом области выделения на модели останутся. Кроме этого, сохраняются пределы физических свойств, заданные пользователем. |

Работа производится с помощью мыши. Нажатие левой кнопки мыши по ячейке меняет ее параметр на текущий. 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 левой кнопки мыши при нажатом *SHIFT* по ячейке увеличивает ее параметр. Нажатие правой кнопки мыши при нажатом *SHIFT* по ячейке уменьшает ее параметр. Процент на который изменяется значение задается в диалоге настройки параметров модели. Если активная ячейка принадлежит выделению, то все вышеописанные операции применяются ко всему выделению.

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.

Диалог настройки параметров ячейки вызывается нажатием правой кнопкой мыши в области ячеек, в выпадающем меню опция **Display cell Setup**.



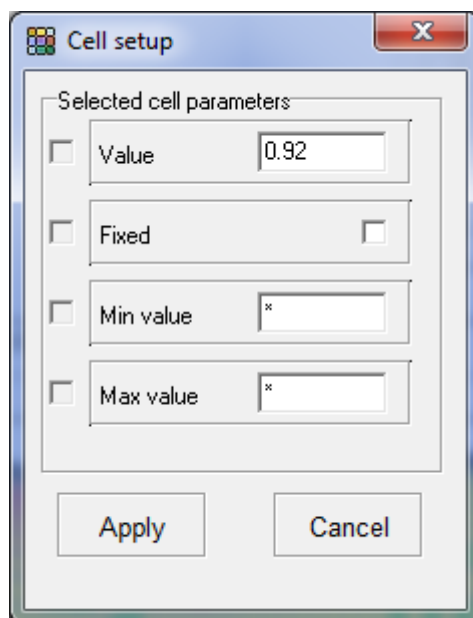


Рис. 14 **Окно диалога Cell setup.**

Диалог предназначен для выбора параметров ячейки или выделения.


Поле **Value** – устанавливает значение параметра ячейки.

Опция Fixed – закрепляет или освобождает параметр ячейки.

Поля **Min value**, **Max value** – определяют диапазон изменения параметра ячейки.

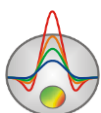
Apply – применить новые настройки к ячейке или всем ячейками выделения (если выбраны соответствующие галочки).

Полигональная модель

Режим доступен при нажатой кнопке  на панели инструментов главного окна программы. Полигональный вариант описания петрофизической среды, способствует более структурному подходу к интерпретации данных. При подобной схеме двумерное сечение каждого из тел, моделирующих разрез, описывается замкнутым полигоном. Построение модели осуществляется путем заполнения разреза набором полигонов произвольной геометрии, с заданными магнитными и плотностными параметрами. Это наиболее удобный вариант для конечной фазы интерпретации. **ZondGM2D** располагает большим набором инструментов, позволяющим быстро создавать модели любой степени сложности.

Создание полигональных моделей в **ZondGM2D** сходно с процессом создания полигонов в векторных графических редакторах.

Режим полигонального моделирования позволяет описывать как отдельные полигоны (тела) в однородной вмещающей среде, так и систему связанных друг с другом полигонов



(тел). Для создания полигона и его редактирования нужно выбрать необходимый инструмент из панели инструментов полигонального моделирования.

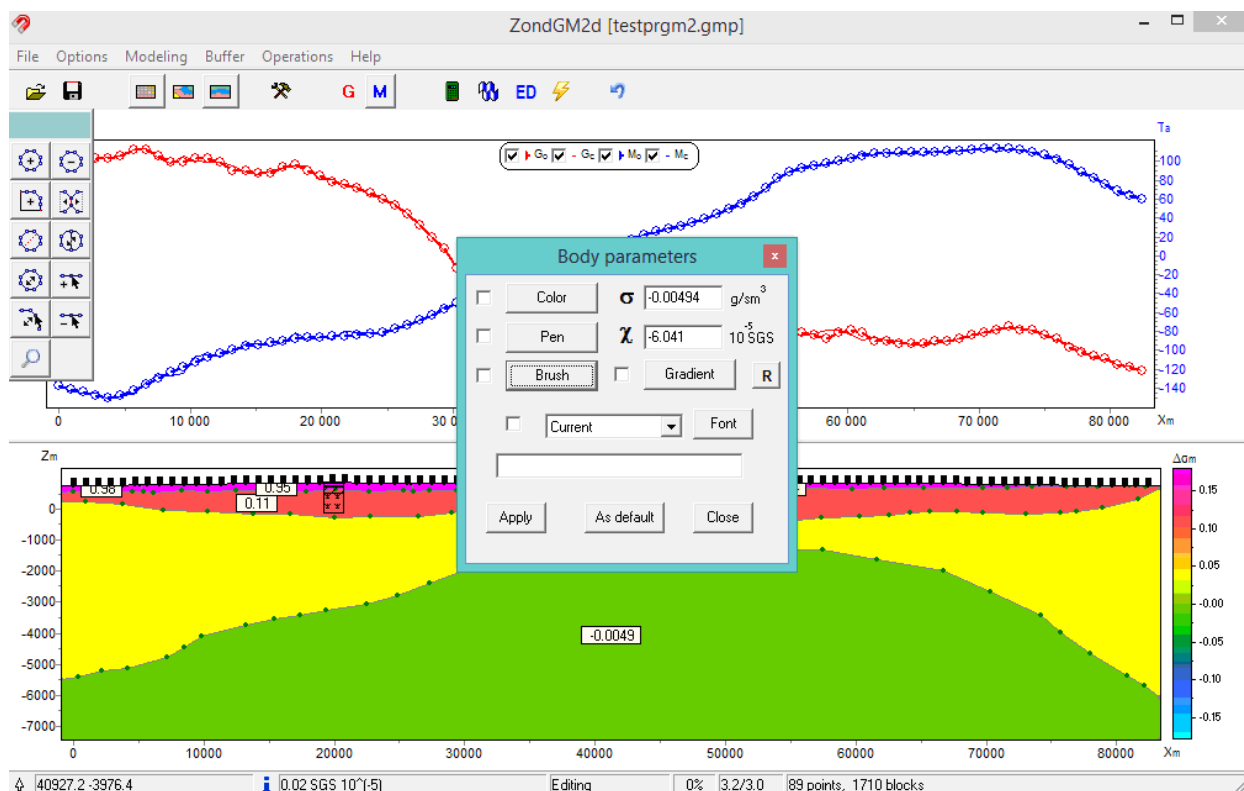
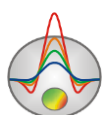



Рис. 15 Модель среды в режиме полигональном режиме


После выбора режима полигонального в главном меню программы появится дополнительный раздел меню **Modeling**, содержащий следующие опции:


| | |
|------------------------|---|
| Set model size | Задать размеры области полигонального моделирования. |
| Show background | Показать в качестве подложки текущую модель проекта |
| Remove background | Скрыть текущую подложку |
| Get values from mesh | Присвоить значения параметров полигонам автоматически. Это значение будет равно среднему значению всех попадающих ячеек модели внутри полигона. |
| Set values to mesh | Встроить полигональную модель в сеточную |
| Remove all polygons | Удалить все полигоны |
| Save polygons | Сохранить полигоны |
| Load polygons | Загрузить файл полигонов |
| Display ColorScale | Показать цветовую шкалу |
| Colors from ColorScale | Использовать цвета для полигонов из цветовой шкалы |




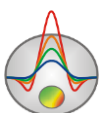
И панель инструментов полигонального моделирования, содержащая следующие функции:

Режим **Добавить полигон**. Вызывается кнопкой  на панели инструментов. Данный режим предназначен для создания локального полигона. Добавление новой точки к полигону производится щелчком левой кнопки мыши. Для замыкания полигона (связывание последней точки полигона с первой) используется щелчок правой кнопки мыши. Если создание локального полигона невозможно (т.е. какие-либо грани пересекаются или в полигоне присутствует другой объект) программа не позволяет пользователю замкнуть полигон. При создании полигона старайтесь, чтобы точки не были расположены слишком близко друг к другу.

Режим **Удалить полигон**. Вызывается кнопкой  на панели инструментов. Данный режим предназначен для удаления полигона. Удаление полигона производится щелчком правой кнопки мыши по нему. Контур полигона изменяет цвет на красный, когда курсор находится внутри


Режим **Создать присоединенный полигон**. Вызывается кнопкой  на панели инструментов. Данный режим предназначен для создания полигона (дополнительной части полигона), присоединенного к уже имеющимся полигонам, краям модели или рельефу, т.е. к некоторой связанной области модели. Под связанной областью предполагается совокупность полигонов и краев модели, имеющих общие грани. Добавление новой точки к полигону производится щелчком левой кнопки мыши. Для замыкания полигона (связывание последней точки полигона с первой, через границу примыкающей области) используется щелчок правой кнопки мыши. Первая и последняя (замыкающая) точки полигона должны быть установлены на внешней границе (которая изменяет цвет на красный при приближении курсора) связанной области. Если создание локального полигона невозможно (т.е. какие-либо грани пересекаются или в полигоне присутствует другой объект) программа не позволяет пользователю замкнуть полигон, и удаляет созданные точки. Следует отметить, что полигоны, присоединенные к левому, правому и нижнему краям модели, имеют бесконечное простираение в этих направлениях (т.е. продолжают за границы модели).


Режим **Отсоединить полигон**. Вызывается кнопкой  на панели инструментов. Данный режим предназначен для отсоединения полигона от набора связанных полигонов или краев модели. Следует иметь в виду, что полигон, отсоединенный от краев модели, теряет свое бесконечное простираение (ограничиваясь краями модели). Отсоединение





полигона производится щелчком правой кнопки мыши по нему. Контур полигона изменяет цвет на красный, когда курсор находится внутри. Далее с помощью кнопки **Переместить полигон** отсоединенную часть полигона можно переместить от основного полигона.

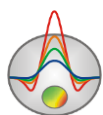
Режим **Разбить полигон**. Предназначен для создания двух частей внутри полигона.

Вызывается кнопкой  на панели инструментов. Данный режим предназначен для разбиения полигона на два новых связанных полигона. Граница раздела задается двумя точками на гранях или узлах полигона, который необходимо разбить. Выбор первой точки границы производится щелчком левой кнопки мыши. Для выбора второй и разбиения полигона используется щелчок правой кнопки мыши. Если операция невозможна (т.е. какие-либо грани пересекаются или граница находится вне полигона) программа не позволяет пользователю разбить полигон, и удаляет созданную границу. Грани и точки полигона изменяют цвет на красный при приближении курсора.


Режим **Переместить полигон** Вызывается кнопкой  на панели инструментов. Данный режим предназначен для перемещения несвязанных точек полигона. Если полигон не имеет общих, не связанных с другими полигонами или краями модели точек, то он перемещается полностью. Для выбора перемещаемого полигона используется щелчок левой кнопки мыши; после которого несвязанная часть полигона перемещается вслед за курсором. Для закрепления нового положения полигона используется щелчок правой кнопки мыши. Если операция невозможна (т.е. какие-либо грани пересекаются или полигон находится в полигоне) программа не позволяет пользователю переместить полигон и возвращает его в первоначальное положение. Контур полигона изменяет цвет на красный, когда курсор находится внутри.


Режим **Переместить связанные полигоны**. Вызывается кнопкой  на панели инструментов. Данный режим предназначен для перемещения полигона и всех связанных с ним. Для выбора перемещаемого полигона используется щелчок левой кнопки мыши; после которого связанная область перемещается вслед за курсором. Для закрепления нового положения полигонов используется щелчок правой кнопки мыши. Если операция невозможна (т.е. какие-либо грани пересекаются или полигон находится в полигоне) программа не позволяет пользователю переместить полигоны и возвращает их в первоначальное положение. Контур полигона изменяет цвет на красный, когда курсор находится внутри.


Режим **Добавить точку**. Вызывается кнопкой  на панели инструментов. Данный режим предназначен для добавления новой точки на грани уже существующего полигона.



Добавление точки полигона производится щелчком правой кнопки мыши по его грани. Грани полигонов изменяют цвет на красный при приближении курсора.

Режим **Удалить точку**. Вызывается кнопкой  на панели инструментов. Данный режим предназначен для удаления новой точки существующего полигона. Удаление точки полигона производится щелчком правой кнопки мыши по ней. Операция не производится, если приводит к следующим ситуациям - грани пересекаются, полигон находится в полигоне или количество точек в полигоне меньше трех. Точки полигонов изменяют цвет на красный при приближении курсора.

Режим **Объединить точки**. Вызывается кнопкой  на панели управления. Данный режим предназначен для объединения двух точек в одну, присоединения точки к грани другого полигона или краям модели. Выбор первой объединяемой точки

Режим **Лупа**. Вызывается кнопкой  на панели инструментов. Позволяет изменять масштаб отображения модели.

При работе с инструментами полигонального моделирования необходимо помнить, что **все операции завершаются нажатием правой кнопки мыши**.

Для изменения физических свойств полигона и параметров его графического отображения необходимо два раза щелкнуть левой кнопки мыши в его центре. В результате появится диалоговое окно **Body parameters**.

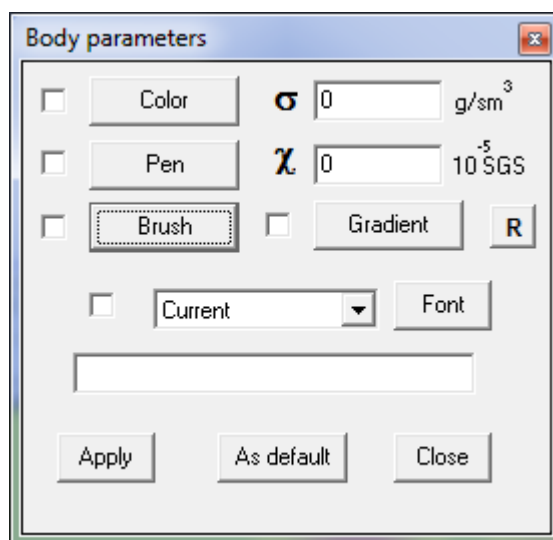
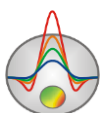


Рис. 16 Окно диалога **Body parameters**

Значение σ – устанавливает значение плотности полигона.

Значение χ – устанавливает значение магнитной восприимчивости полигона




Кнопка **Color** – вызывает диалог выбора цвета заливки полигона. Если опция включена, то выбранный цвет будет использован во всех полигонах модели.

Кнопка **Pen** – вызывает диалог настройки параметров границы полигона. Если опция включена, то выбранные параметры будут использованы во всех полигонах модели.

Кнопка **Brush** – вызывает диалог настройки параметров заливки полигона. Если опция включена, то выбранные параметры будут использованы во всех полигонах модели.

Кнопка **Gradient** – вызывает диалог настройки параметров градиентной заливки полигона.

Кнопка **Font** – задает параметры шрифта для подписи к полигону.

Кнопка  – вызывает окно свойств параметров остаточной намагниченности.

Последнее поле ввода определяет тип отображаемой на полигоне подписи.

Значение *All* – все физические свойства полигона


Значение *Current* – значение активного параметра интерпретации


Значение *Density* – на полигоне будет отображаться значение плотности полигона.

Значение *Susceptibility* – на полигоне будет отображаться значение магнитной восприимчивости полигона.

Значение *User text* – на полигоне будет отображаться значение из нижележащего поля.

Для включенных опций (галочки справа), выбранные настройки будут применены во всем полигонам модели.

Обмен значениями между полигональной и сеточной моделями осуществляется с помощью меню **Modeling / Get values from mesh** и **Modeling / Set values to mesh**. Первая опция (встраивание с учетом геометрии) присваивает полигонам параметрам блоковой модели (из результатов предварительно проведенной инверсии или моделирования), вторая – блоковой модели параметров полигонов. Переход между блоковым/полигональным режимами осуществляется с помощью кнопки  главной панели инструментов.

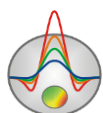
Решение обратной задачи для полигонального варианта модели подразумевает автоматическую корректировку положений узлов полигонов и их петрофизических параметров. При нажатии на кнопку инверсии  появляется всплывающее меню, содержащее следующие опции:

Par inversion – подбор параметров (магнитной восприимчивости и плотности) полигонов без изменения положения узлов полигонов


Z nodes inversion – подбор вертикального положения узлов полигонов

X nodes inversion – подбор горизонтального положения узлов полигонов

ZX nodes inversion – подбор геометрии полигонов



Произвольно-слоистая модель

Режим доступен при нажатой кнопке  на панели инструментов главного окна программы.

Этот тип модели удобен для интерпретации данных в регионах с согласным залеганием пород. Произвольно слоистая модель представлена набором слоев, геометрия границ которых и изменения параметров внутри каждого слоя задаются произвольно. Это так называемая мягкая 2D модель, которая подразумевает отсутствие в разрезе небольших контрастных локальных неоднородностей.

Произвольно-слоистая модель обладает явными преимуществами, среди которых стоит отметить хорошо читаемый «геологический» вид получаемого разреза и возможность проведения совместного подбора по данным нескольких геофизических методов.

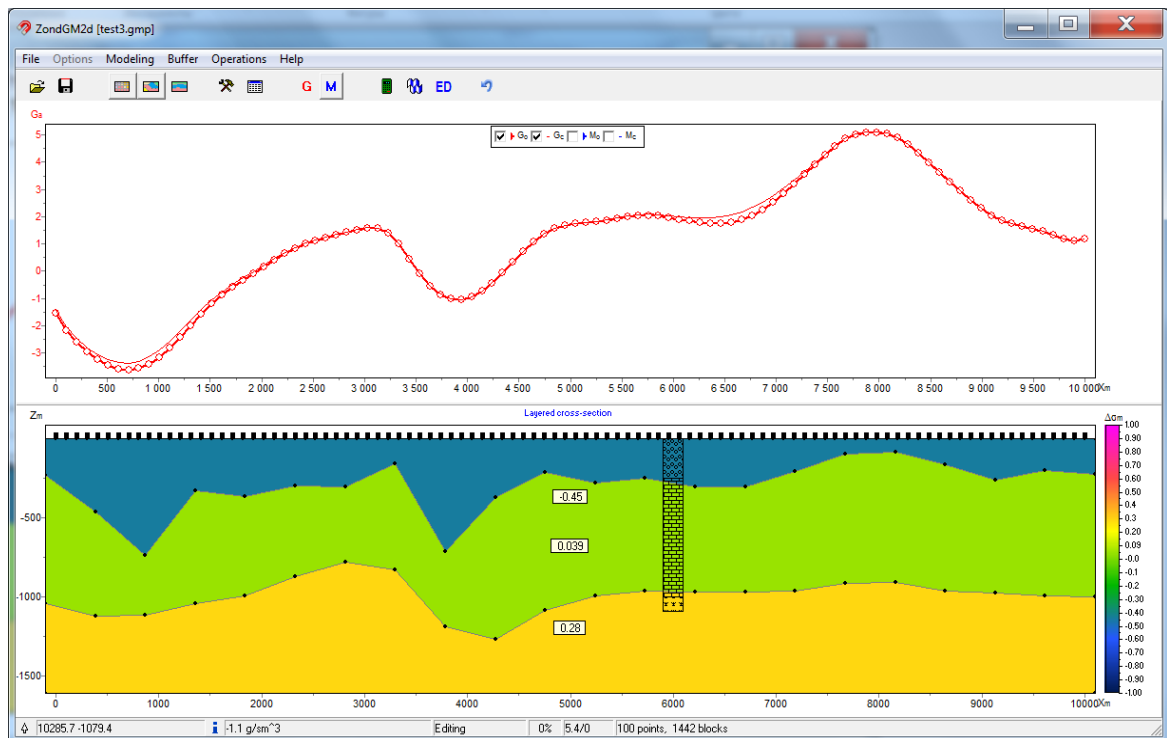
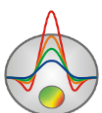


Рис. 17 Модель среды в произвольно-слоистом режиме

При переходе в окно «произвольно слоистой модели» дополнительно становятся доступными следующие опции меню:

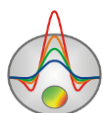


| | |
|-----------------------------|---|
| Layered / Model constructor | Вызвать конструктор для произвольно слоистой модели. |
| Layered / Save to mesh | Встроить произвольно слоистую модель в сеточную. |
| Layered / Load from mesh | Использовать в качестве параметров слоев, среднее всех ячеек входящих в этот слой. |
| Layered / Invert boundaries | Подбирать геометрию границ при инверсии. Иногда необходимо подобрать только параметры (границы известны и закреплены). |
| Layered / Draw labels | Отображать значения физического свойства в узле параметра. Выбор параметра, который будет отображаться, производится в конструкторе. |
| Layered / Transparent | Не закрашивать слои. Позволяет видеть подложку с результатами инверсии в сеточном режиме и задавать оптимальную начальную модель. |
| Layered / Edit mode | Включить режим редактирования произвольно слоистой среды. Редактирование производится с помощью мыши. Границы перетягиваются в вертикальном направлении, щелчок по подписи к слою позволяет редактировать значение параметра. |
| Layered / Save layers | Сохранить слоистую модель в текстовой файл. |
| Layered / Load layers | Загрузить слоистую модель из текстового файла. |

Произвольно слоистый режим может быть использован для совместной интерпретации данных потенциальных полей с данными сейсморазведки, зондирований МПП, ВЭЗ или МТЗ в рамках общих границ. Для того чтобы загрузить данные других методов воспользуйтесь вкладкой **Options** главного меню и выберите необходимый тип данных.

При переходе в режим «произвольно слоистой модели» во вкладке опции появляется возможность работы с методом становления в ближней зоне (ЗСБ) и частотным зондированием (ЧЗ):

| | |
|--------------------------------------|---|
| Options / TDEM data / Load TDEM data | Для импорта данных используется текстовые TDF (zondtem1d) и USF (universal sounding format). Координаты (дистанции) должны быть в той же системе, что и текущая |
|--------------------------------------|---|



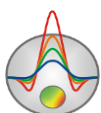
| | |
|---|---|
| | модель. Совместная инверсия поддерживается только в режиме «произвольно слоистой модели». |
| Options / TDEM data / Show TDEM data | Показать окно с данными метода ЗС или частотных зондирований (ЧЗ). |
| Options / TDEM data / Invert TDEM data | Включить данные ЗС или ЧЗ в совместную инверсию для произвольно слоистой среды. |
| Options / TDEM data / Set weight of TDEM | Задаёт общий вес всех данных ЗС/ЧЗ для совместной инверсии. Вес позволяет уменьшить или увеличить относительную невязку инверсии. |

С методом ВЭЗ:

| | |
|---|--|
| Options / VES data / Load VES data | Для импорта данных используются текстовые форматы zond. Координаты (дистанции) должны быть в той же системе, что и текущая модель. Совместная инверсия поддерживается только в режиме «произвольно слоистой модели». |
| Options / VES data / Show VES plot | Показать окно с данными метода ВЭЗ. |
| Options / VES data / Invert VES data | Включить данные ВЭЗ в совместную инверсию для произвольно слоистой среды. |
| Options / VES data / Set weight of VES | Задаёт общий вес всех данных ВЭЗ для совместной инверсии. Вес позволяет уменьшить или увеличить относительную невязку инверсии. |

С методом МТЗ:

| | |
|--|--|
| Options / MT data / Load MT data | Для импорта данных используются текстовые форматы zond. Координаты (дистанции) должны быть в той же системе, что и текущая модель. Совместная инверсия поддерживается только в режиме «произвольно слоистой модели». |
| Options / MT data / Show MT plot | Показать окно с данными метода МТЗ. |
| Options / MT data / Invert MT data | Включить данные МТЗ в совместную инверсию для произвольно слоистой среды. |
| Options / MT data / | Задаёт общий вес всех данных МТЗ для совместной инверсии. |



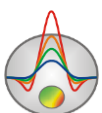
| | |
|------------------|---|
| Set weight of MT | Вес позволяет уменьшить или увеличить относительную невязку инверсии. |
|------------------|---|

Перед началом работы необходимо создать начальную модель среды. В качестве стартового разреза используется горизонтально слоистая среда с постоянными параметрами внутри каждого слоя. Настроить стартовую модель можно диалоговом окне, которое вызывается пунктом главного меню **Layered/model constructor**. При решении обратной задачи, очень важно задать хорошее начальное приближение модели, которое было бы близко к реальной среде. Стартовая модель может быть выбрана на основе анализа результатов инверсии в режиме сеточной модели. Эти же результаты могут быть встроены в каркас созданной модели опцией **Layered/Load from mesh**.

Важными параметрами являются – количество слоев и их мощности. Следующими параметрами являются количество узлов геометрии границ и узлов изменения параметра внутри слоя. Узел геометрии границы слоя – точка, в которой может изменяться его вертикальная координата. То есть чем больше узлов, тем более сложной может быть геометрия границы. С другой стороны, чем меньше узлов, тем более надежно будет определена граница. Для всех границ слоев (кроме поверхности измерений) количество узлов одинаково. В режиме моделирования (**Layered/Edit mode**) узлы отображаются кружками, которые можно перетягивать с помощью мыши или закреплять при инверсии (при щелчке мыши узла с нажатой CTRL, закрепленные узлы отображаются красным). Редактировать границы удобно, при включенной опции **Layered/Transparent**, когда подложкой является результат инверсии в сеточном режиме.

Узлы параметра или профиль изменения параметра - определяет распределение параметра внутри слоя. Профиль параметра задается набором фиксированных значений узлов, между которыми параметр меняется линейно. В программе реализовано разное количество узлов для первого слоя и всех последующих. Обычно, в верхнем слое параметры более изменчивы и для него следует задавать более детальный профиль (3-10 узлов). В нижних слоях параметры меняются более плавно и можно ограничиться 1-3 узлами. В режиме моделирования (**Layered/Edit mode**), можно редактировать значения узловых параметров, для этого используется правый щелчок мыши на метке значения, для закрепления параметра при инверсии используется правый щелчок мыши на метке значения с нажатой клавишей CTRL.

Следует отметить еще одну важную роль произвольно слоистой среды – возможность проводить совместную инверсию различных геофизических методов (не только потенциальных), для получения модели с общей геометрией границ и положениями узлов изменения параметров. Совместная инверсия возможна со следующими типами данных:



данные гравиразведки, данные магниторазведки, времена VP, времена VS, данные ВЭЗ, данные МТЗ, данные ЗСБ. Безусловно, так как разные геофизические методы используют разные физические параметры, то настроить нужно каждый из них.

Настройка произвольно слоистой среды происходит в конструкторе модели (Model constructor):

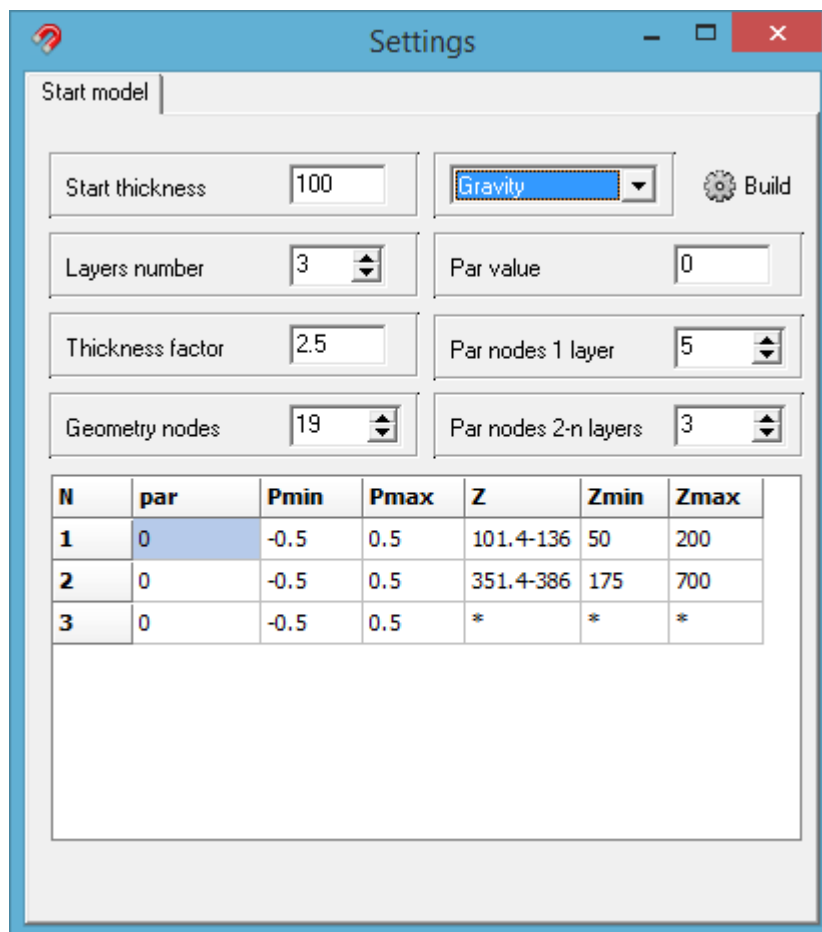


Рис. 18 Model constructor

Start thickness позволяет задать мощность первого слоя.

Layers number задает количество слоев модели.

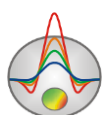
Thickness factor – коэффициент увеличения мощности каждого последующего слоя относительно предыдущего.

Geometry nodes – количество геометрических узлов для каждой границы слоя (от 4-х). В этих узлах граница может быть изменена по вертикали.

- задает тип параметра из списка.

Gravity – плотность, данные гравиразведки

Magnetic – магнитная восприимчивость, данные магниторазведки



Velocity – скорость продольных или поперечных волн

Resistivity – удельное сопротивление, данные ВЭЗ, МТЗ или ЗСБ.

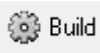
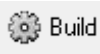
Если выбранный тип не доступен (данные по методу, ему соответствующему, не загружены в проект), значение переключится в Gravity/Magnetic.

Следует отметить, что параметры текущего значения этого списка, будут показаны метками на слоях. Это позволяет одновременно отображать результаты интерпретации по двум свойствам. Цветом будет показана плотность или магнитная восприимчивость, в зависимости от текущего режима, а числовым значением параметр из списка.

Par value – задает начальное значение параметра в первом слое.

Par nodes 1 layer – количество узлов параметров – определяет распределение параметров внутри первого слоя. Профиль изменения параметра задается набором фиксированных значений узлов, между которыми параметр меняется линейно. Если в окне ввода ввести 1, то параметр слоя будут постоянными. Если 2- то параметры будут меняться линейно от левого края до правого.

Par nodes 2-n layers – количество узлов параметров – определяет распределение параметров внутри последующих слоев. Профиль изменения параметра задается набором фиксированных значений узлов, между которыми параметр меняется линейно. Если в окне ввода ввести 1, то параметр слоя будут постоянными. Если 2- то параметры будут меняться линейно от левого края до правого.

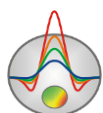
В нижней части окна **Start model** расположена таблица. В таблице можно вручную задать диапазон значений физического свойства *par* для инверсии от **Pmin** до **Pmax** и глубин от **Zmin** до **Zmax**. Во всплывающем списке слева от кнопки , выбирается тип параметра, для которого устанавливаются настройки в таблице, и значения которого отображаются в виде подписей на слоях. Для того чтобы применить новые настройки к модели нужно нажать кнопку .

Подбор геометрии границ при инверсии происходит при включенной опции **Invert boundaries**. Иногда необходимо подобрать только параметры (границы известны и закреплены) в этом случае нужно убрать галочку на опции **Invert boundaries**.

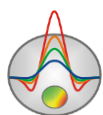
Draw labels – отображать значения физического свойства.

Опция **Transparent** делает слоистую модель прозрачной на фоне сеточной (блочной) модели (видны только горизонтальные границы слоистой модели).

Edit mode – включает режим редактирования произвольно слоистой модели. Редактирование производится с помощью мыши. Границы редактируются при помощи изменения положения узлов только в вертикальном направлении. Щелчок правой кнопкой мыши по подписи к слою позволяет редактировать значение физического свойства.



Сохранять и загружать слоистую модель из текстового файла можно опциями **Save layers** и **Load layers**.



Сохранение и использование модельных данных

Для того чтобы использовать рассчитанные значения в качестве полевых данных при инверсии, нужно сохранить результат в режиме **Zond project with calculated data**, 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


Кроме режима моделирования, программа **ZondGM2D** предлагает набор алгоритмов для автоматической интерпретации полевых данных.

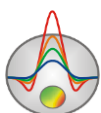
Инверсия

Важнейшим этапом любого геофизического исследования является построение физических моделей среды по наблюдаемым данным, то есть решение обратной задачи или инверсия данных.

Для получения наиболее достоверного результата очень важно учесть всю априорную информацию, оценить качество данных, сравнить результаты разных методов, подобрать наиболее подходящие параметры для инверсии.

Диалог настройки параметров программы (Program setup)

Диалог доступен в главном меню **Options/Program setup** или на главной панели по кнопке , и предназначен для настройки параметров, связанных с решением прямой и обратной задачи.



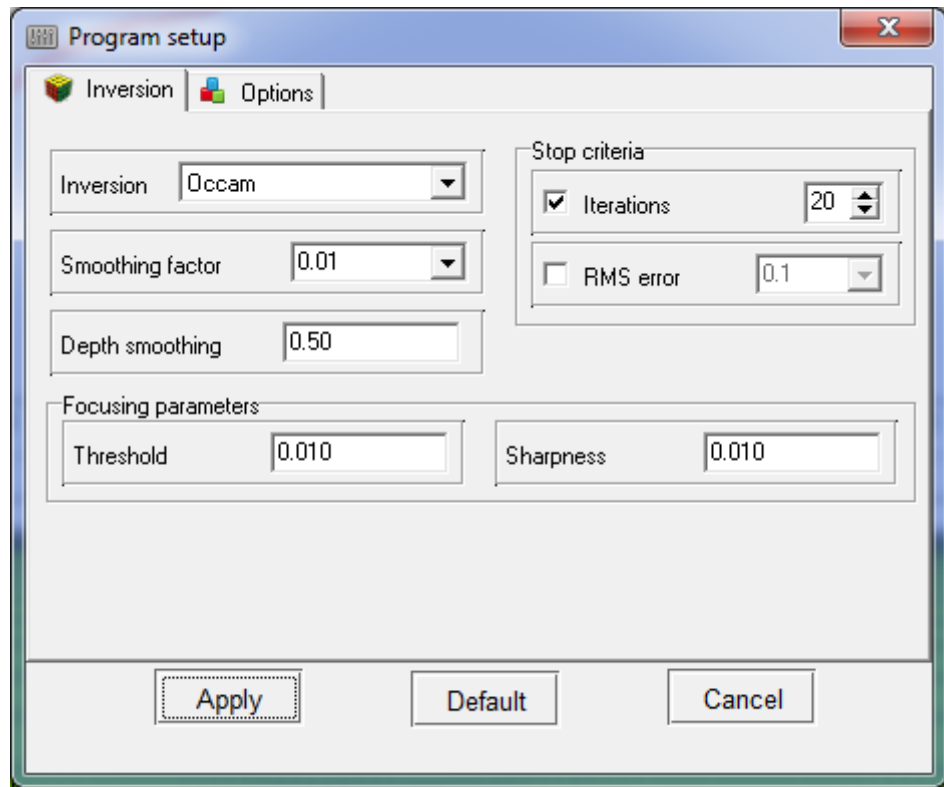


Рис. 19 Окно диалога Program setup, вкладка Inversion

Первая вкладка **Inversion** предназначена для настройки параметров инверсии.

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

Рассмотрим различные алгоритмы инверсии, на примере модели среды состоящей из нескольких блоков.

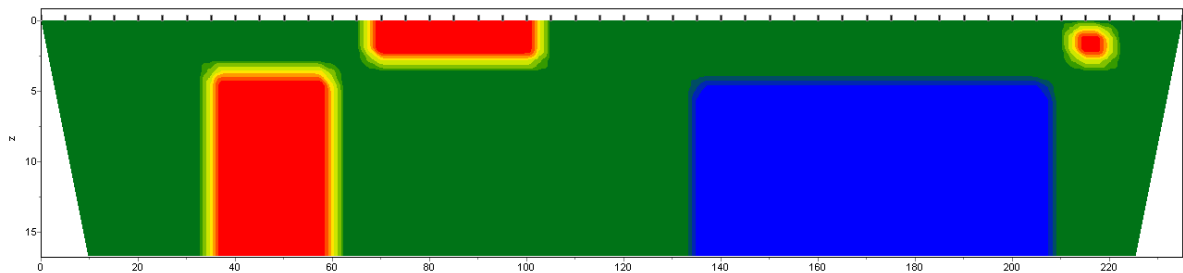
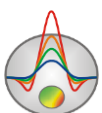


Рис. 20 Пример модели состоящей из нескольких блоков

Для тестирования алгоритмов рассчитаем теоретический отклик для данной модели и наложим пятипроцентный гауссовский шум.

Значение *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.



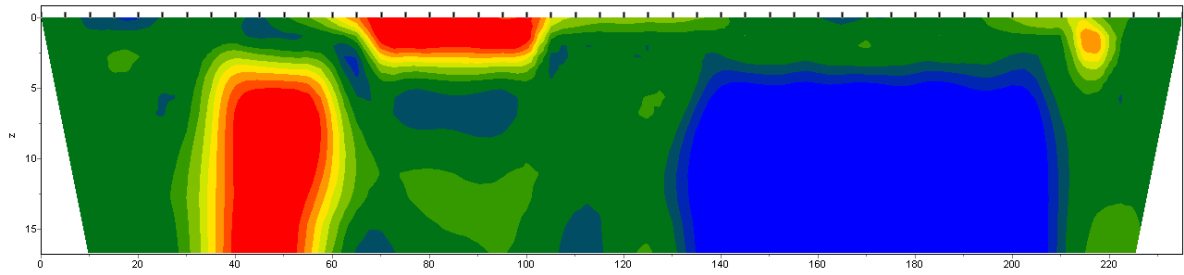


Рис. 21 Пример инверсии *smoothness constraint* для выбранной модели

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 не минимизирует контрастность модели. Данный алгоритм позволяет достичь минимальных значений невязки. Рекомендуется использовать его на начальных этапах интерпретации, в большинстве случаев.

Значение *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.

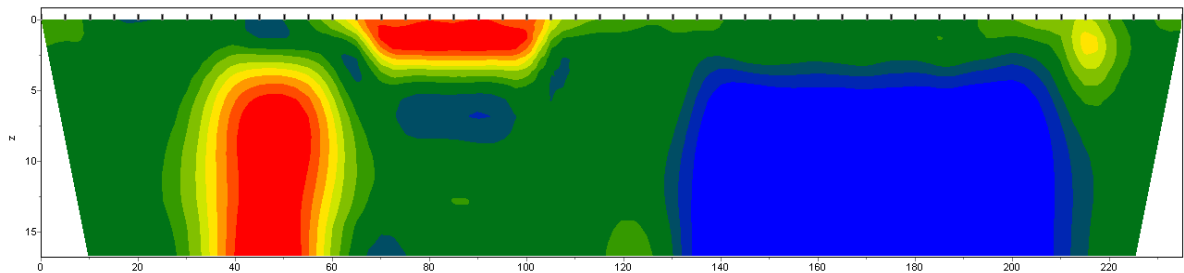


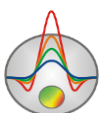
Рис. 22 Пример инверсии *Oscam* для выбранной модели

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.

Значение *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.

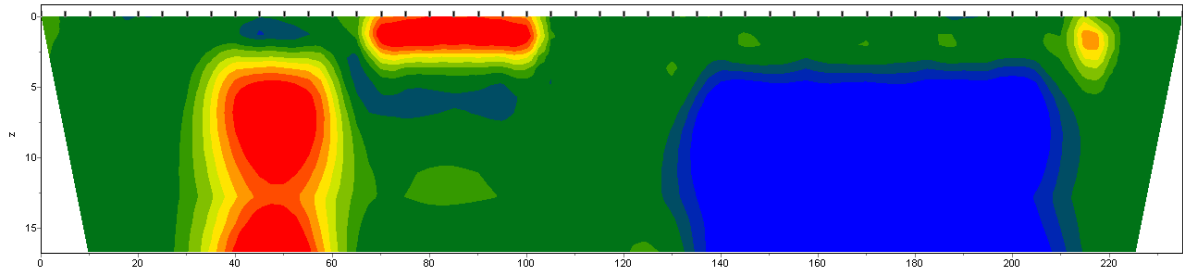


Рис. 23 Пример инверсии *Marquardt* для выбранной модели

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*.

Значение *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.

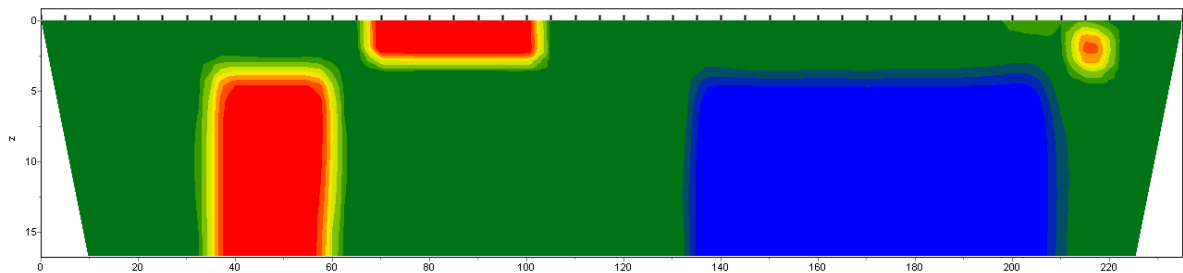
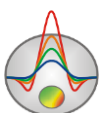


Рис. 24 Пример инверсии *Focused* для выбранной модели

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*. Этот параметр определяет пороговое значение контрастности соседних ячеек, по достижению которого параметры этих ячеек не



осредняются 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:

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

Значение *Blocks* – подбор параметров отдельных областей различающихся по значению параметра. Области с одинаковым значением параметра рассматриваются как единые блоки.

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

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

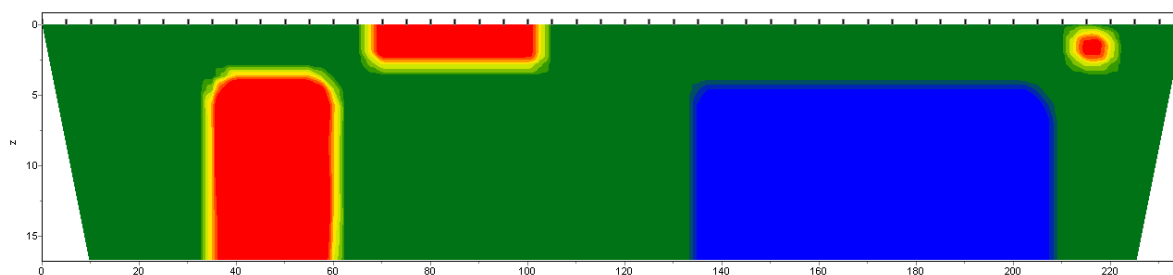
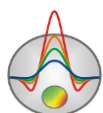


Рис. 25 Пример инверсии *Blocks* для выбранной модели

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

Поле **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 - 10; при высоком качестве измерений используются значения: 0.005 - 0.01. При больших значениях сглаживающего параметра чаще всего получают большие значений невязки данных. Используется в алгоритмах инверсии *Occam* и *Focused*.

На рисунках ниже приведены результаты инверсии с параметром **Smoothing factor**: 0.01 и 1.



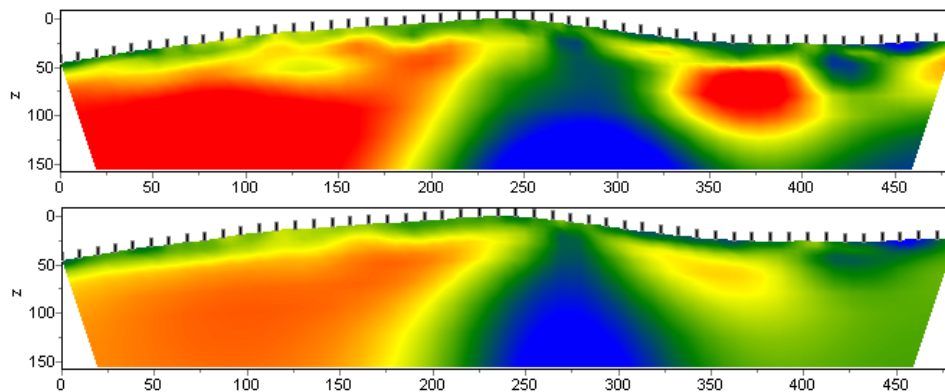


Рис. 26 Результаты инверсии с разным параметром *Smoothing factor*

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

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

Опция **RMS error** – если опция включена, то процесс инверсии останавливается по достижении установленного значения невязки.

Область **Focusing parameters**

Значение **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). 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.

На рисунках ниже приведены результаты фокусирующей инверсии с параметром **Threshold: 0.01** и **0.1**.

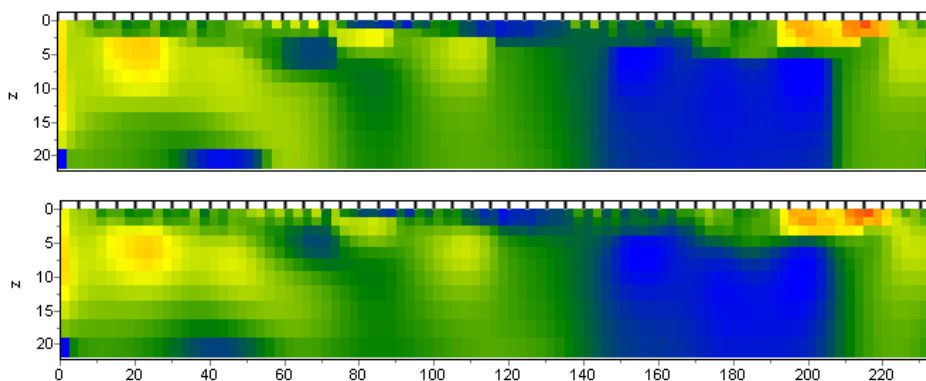
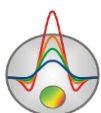


Рис. 27 Результаты фокусирующей инверсии с разным параметром *Threshold*



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

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

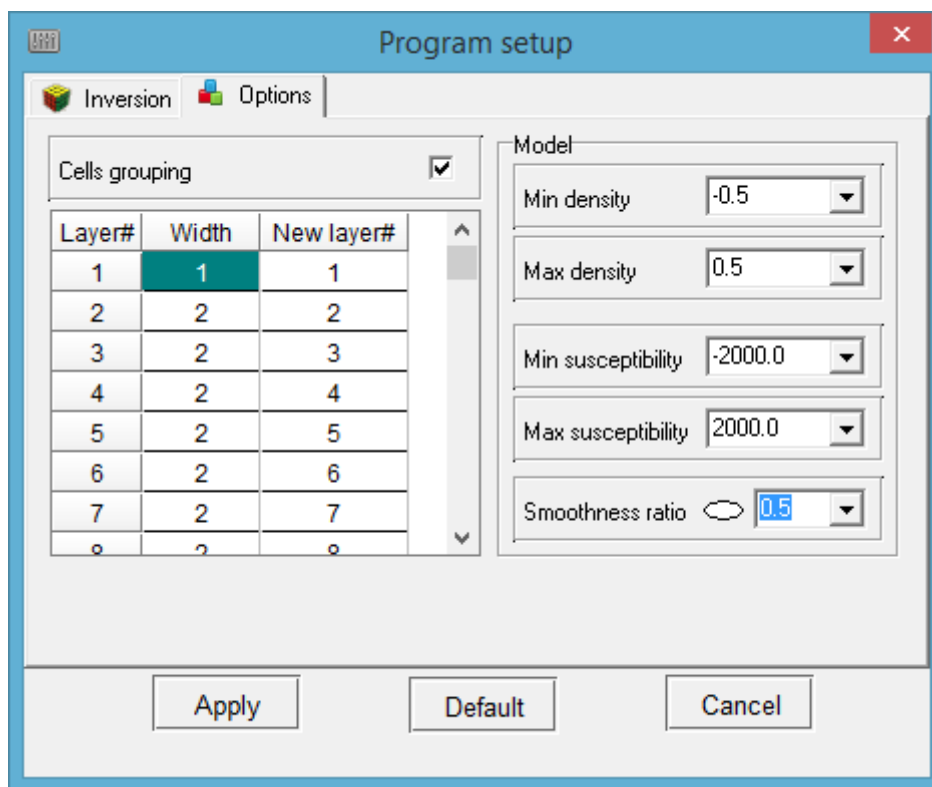


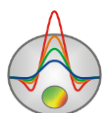
Рис. 28 Окно диалога **Program setup**, вкладка **Options**

Область **Model**.

Поле **Min susceptibility**, **Max susceptibility** – устанавливает пределы изменения параметров модели при инверсии. Значения магнитной восприимчивости задаются в системе СГС ($n \cdot 10^{-5}$).

Поле **Min density**, **Max density** – устанавливает пределы изменения параметров модели при инверсии. Значения плотности задаются в $г/см^3$.

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 **Options / Inversion / Optimization / Lim based inv**. Данный вариант инверсии с одной стороны уменьшает вклад ячеек, выходящий за заданные пределы, а с другой – использует специальные нормы параметров, затрудняющий такой выход.



Поле **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.

На картинках ниже представлены результаты инверсии для двух значений параметра **Smoothness ratio**: 1 и 0.3.

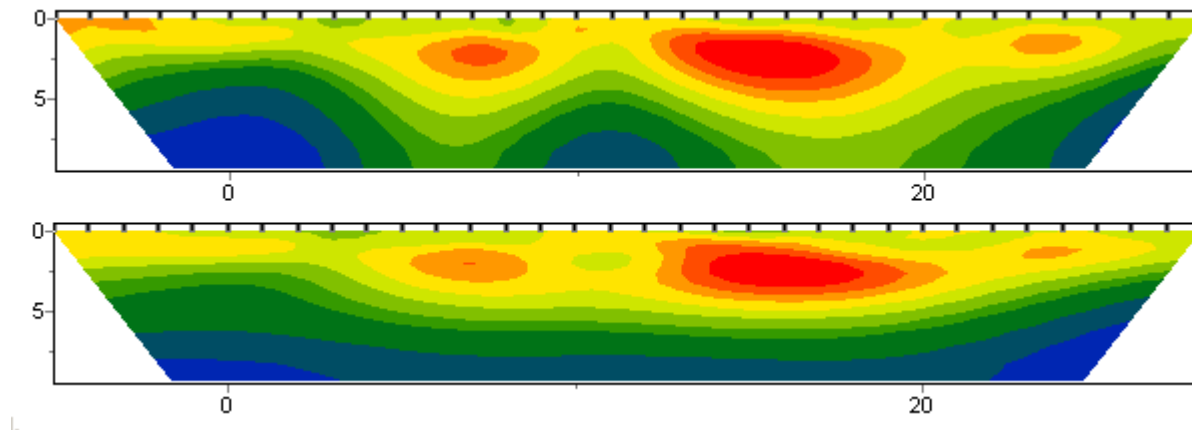


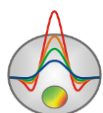
Рис. 29 Результаты инверсии для двух значений параметра **Smoothness ratio**

Опция **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 близко к количеству данных.

Таблица содержит три столбца: в первом (**Layer**) указан номер слоя исходной модели; в третьем (**New Layer**) устанавливается номер слоя инверсионной сети; во втором (**Width**) необходимо указать количество ячеек (в горизонтальном направлении), содержащихся в каждой ячейки инверсионной сети, для данного слоя. Инверсионная сеть будет изображаться в редакторе модели во время ее настройки. Двойное нажатия левой кнопки мыши на ячейки в столбце **Width** позволяет объединять ячейки в горизонтальном направлении для данного слоя, а нажатие правой кнопкой - для данного и всех нижележащих слоев.

Двойное нажатия левой кнопки мыши на ячейки в столбце **New Layer** позволяет объединять ячейки в вертикальном направлении, а нажатие правой кнопкой - для данного и всех нижележащих слоев.

Ниже на рис.30 приведены примеры трех инверсионных сетей: в первой (А), инверсионная сеть соответствует модельной, во второй (В), начиная со второго слоя, ячейки



объединены в группы по две, в третьей (С), начиная со второго слоя, ячейки объединены в группы по четыре ячейки.

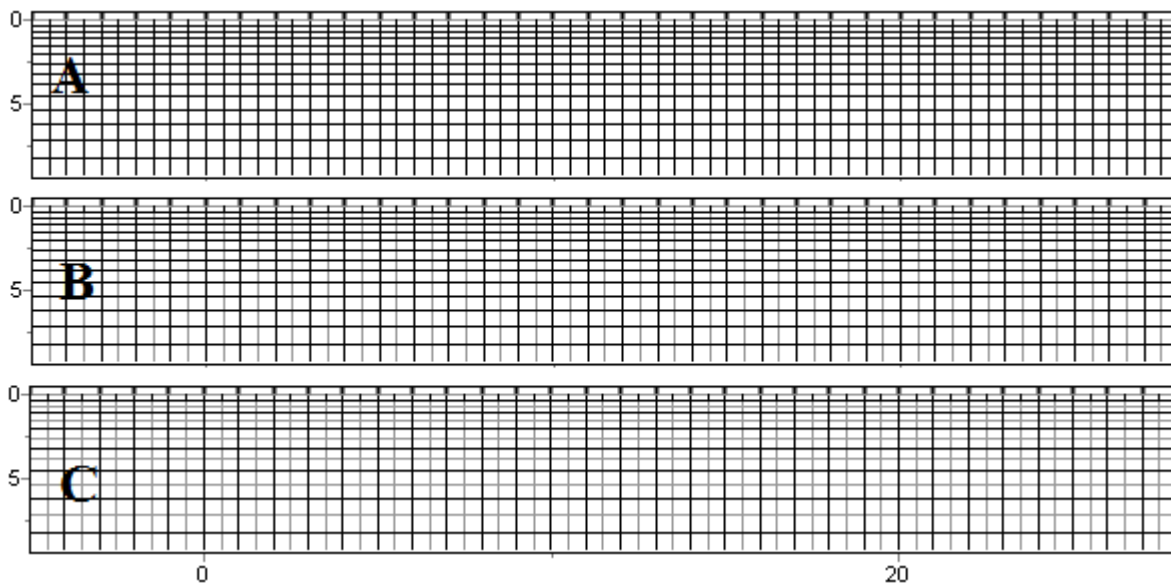
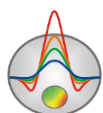


Рис. 30 Примеры трех инверсионных сетей

Деконволюция Эйлера

Дополнительно к инверсии в программе **ZondGM2D** реализован алгоритм деконволюции Эйлера, позволяющий получить распределение магнитных и гравитационных источников (особых точек). Данная опция вызывается нажатием кнопки **ED** на панели инструментов главного окна программы, после чего появляется следующее диалоговое окно:



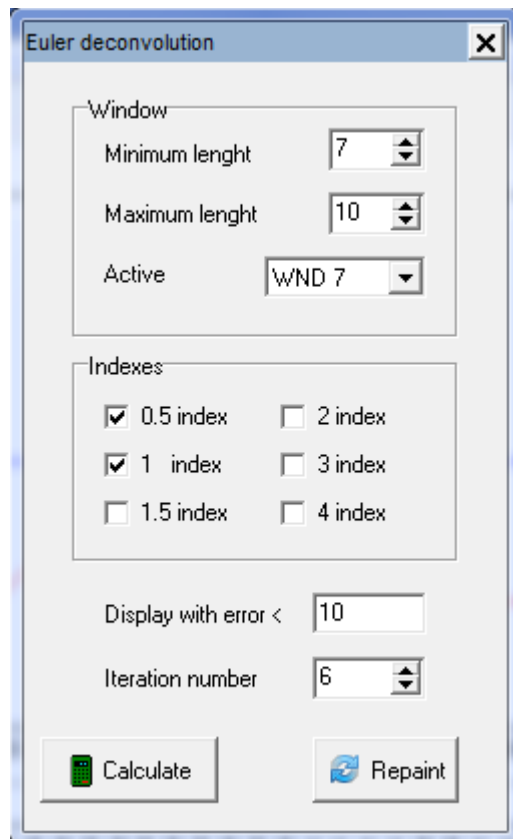
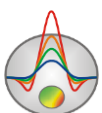


Рис. 31 Окно диалога Деконволюция Эйлера

Область **Window** предназначена для настройки параметров окна расчета. Окна **Minimum** и **Maximum length** предназначены для задания минимальной и максимальной ширины окна данных соответственно. Поле **Active** позволяет выбрать окна, которые будут отображены на модели.

Область **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.



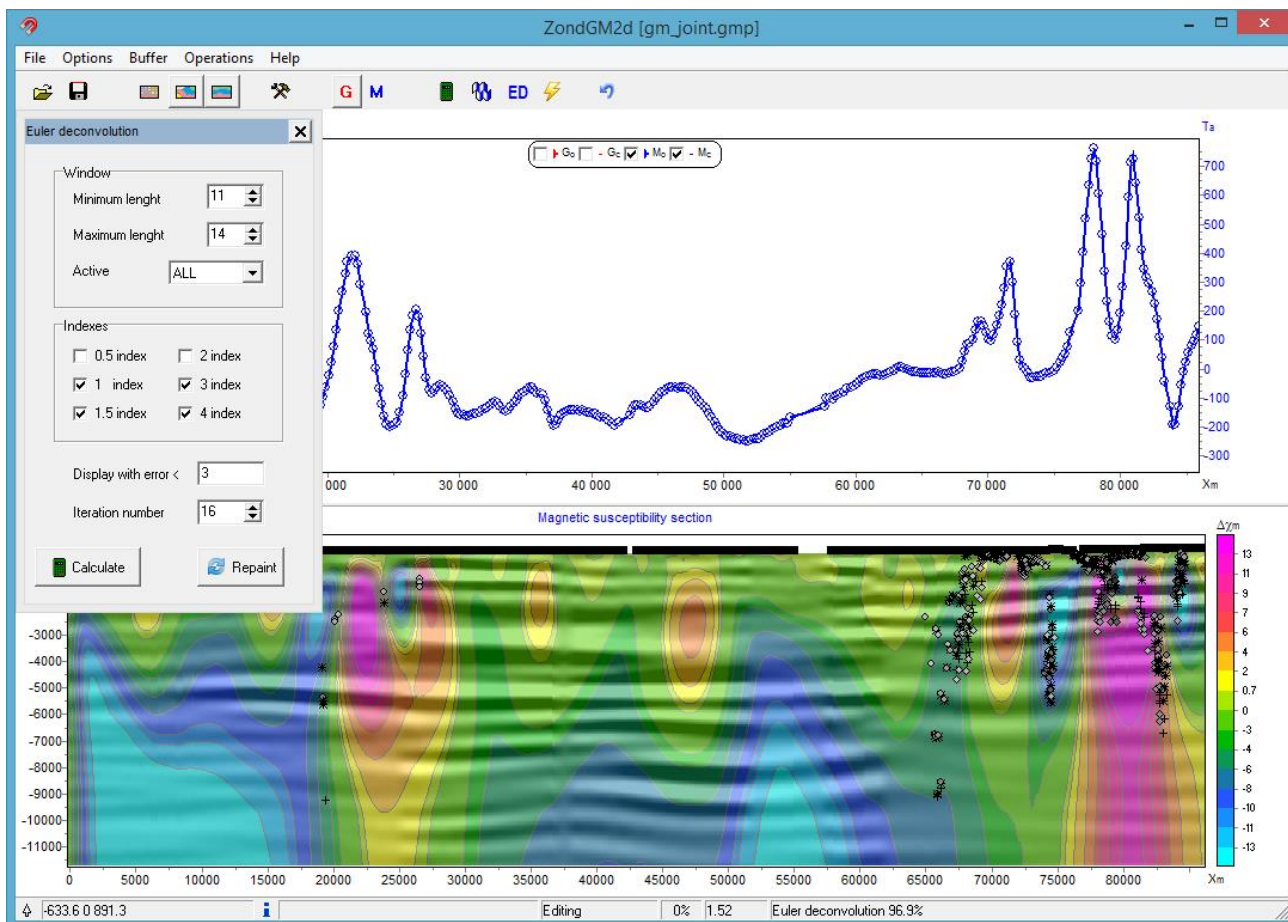


Рис. 32 Пример деконволюции Эйлера для профильных данных

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

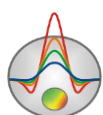
Поле **Iteration number** – количество итераций при локальной оптимизации задачи для окна.

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

Кнопка **Repaint** – обновить изображение.

Пересчет поля вниз (Downward continuation)

Пересчет поля вниз является одним из видов трансформаций, направленной на выделение высокочастотной или низкочастотной компоненты поля. Вызывается пунктом меню **Options/ Modules/Downward continuation**). В программе реализован пересчет вниз измеренного поля – Downward continuation/Standard, и вертикальной производной поля – Downward continuation/Normed.



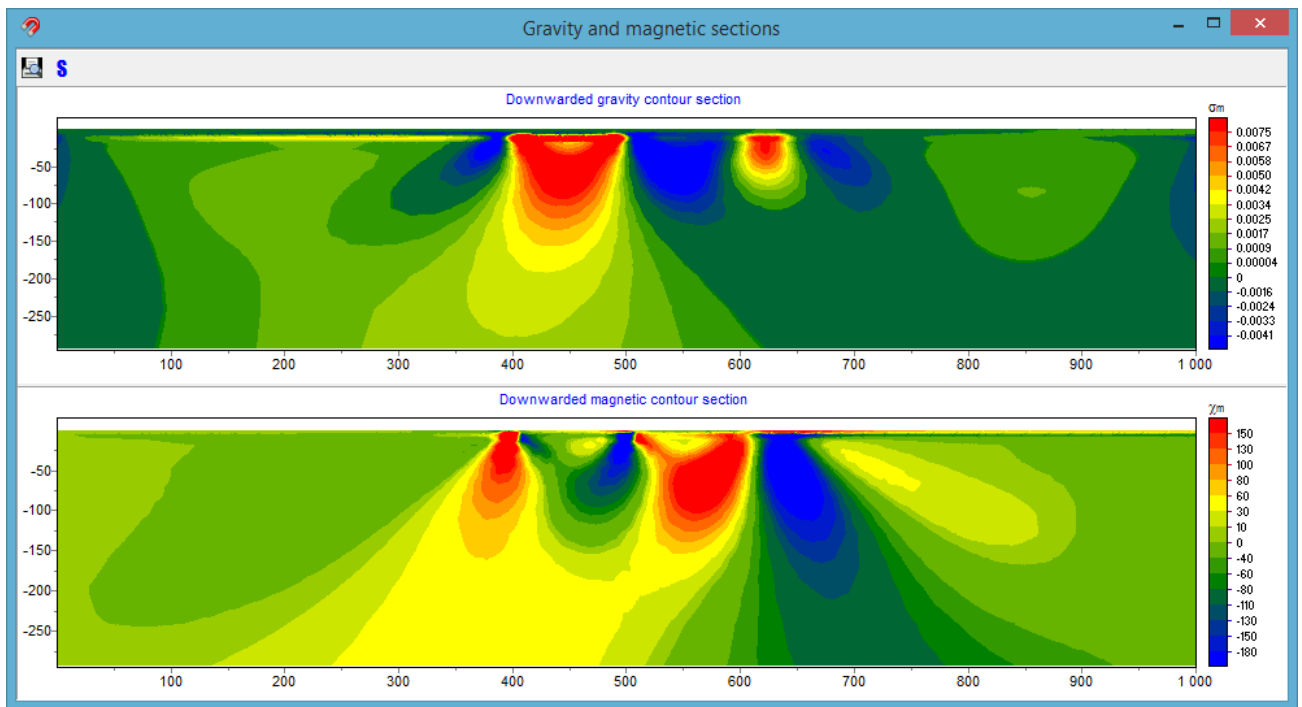



Рис. 33 Результат продолжения поля вниз для одного профиля гравитационных и магнитных данных

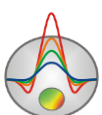
Быстрые трансформации поля в разрез

Этот, основанный критерии максимального правдоподобия алгоритм, позволяет очень быстро получать плотностные и магнитные разрезы, без дополнительных настроек. Быстрая трансформация запускается кнопкой  главной панели инструментов. Выбор типа трансформации осуществляется в меню, появляющемся при нажатии правой кнопкой мыши на кнопке. Возможные варианты трансформаций:

Значение *Probability inversion*: простая вероятностная трансформация поля.

Значение *Compact Probability inversion*: компактная вероятностная трансформация поля.

Значение *Downwarding*: продолжения поля вниз с калибровкой параметра.



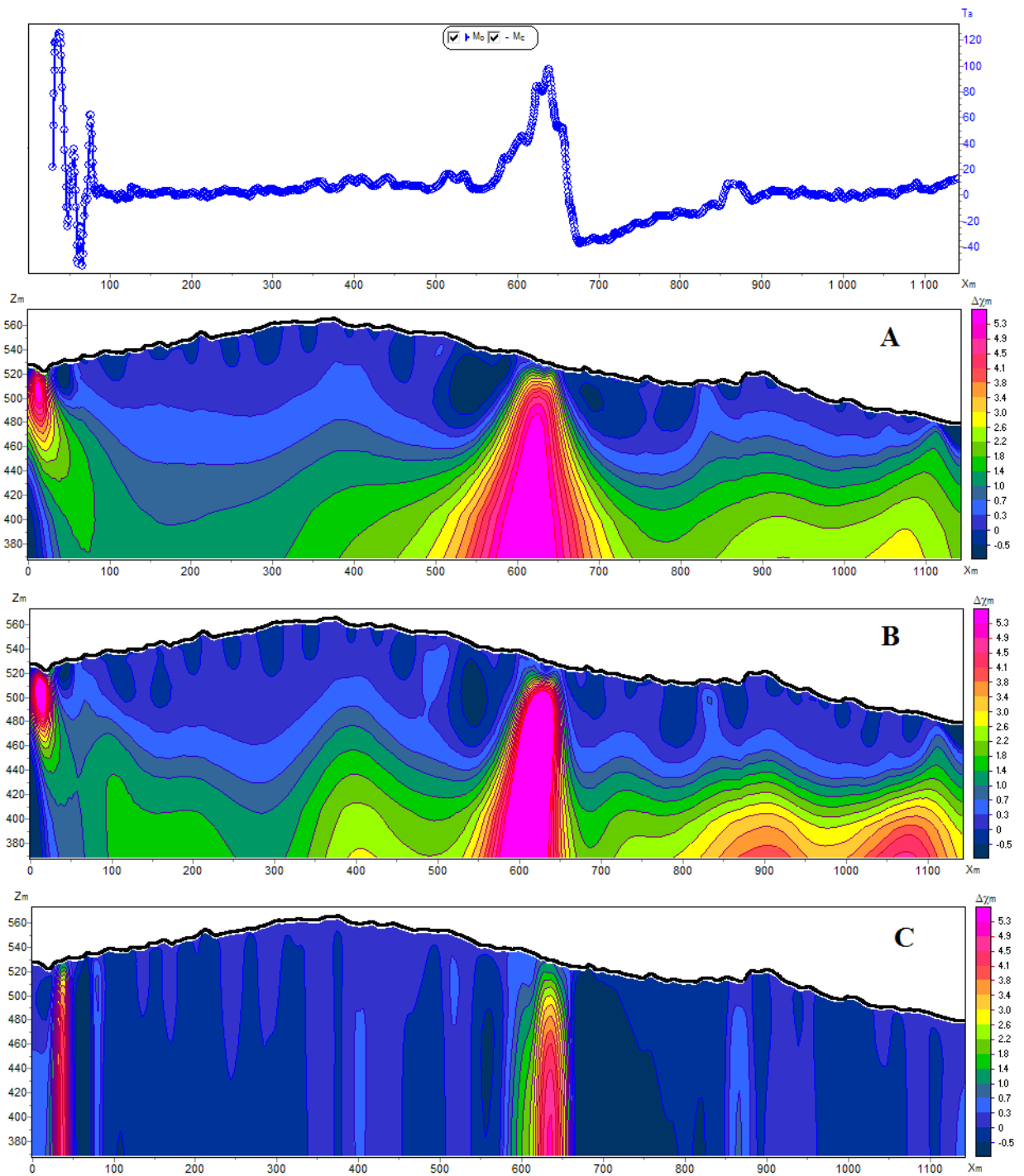
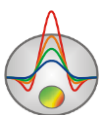


Рис. 34 Результаты быстрой трансформации магнитного поля , где **A** - *Probability inversion*, **B** - *Compact Probability inversion*, **C** -*Downwarding*



Априорная информация

Априорная информация позволяет существенно улучшить качество получаемых моделей. Программа позволяет ввести априорную информацию непосредственно в инверсию (в виде диапазонов изменений или границ) или просто визуализировать ее, что упрощает истолкование результатов.

Наличие априорной информации (данных по скважинам) позволяет значительно повысить достоверность получаемых разрезов. Программа **ZondGM2D** имеет встроенный модуль, позволяющий отображать априорные данные в графическом виде на разрезах.

Программа позволяет визуализировать следующую информацию:


- литологические колонки;
- данные каротажа;
- профильные измерения в виде графиков;
- модели из проектов других программ пакета **Zond**;
- графическое изображение в виде подложки под разрез (например, геологический или сейсмический разрез).

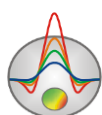
Внедрение геологических границ (Опция **Set boundaries**)




В качестве априорной информации можно ввести положение контрастных границ, известное по данным бурения или других геофизических методов. Это выполняется с использованием панели инструментов, вызываемой пунктом меню **Options/Inversion/Set boundaries**.

Для удобства ввода априорной информации программа позволяет отображать ее непосредственно на разрезе, что существенно облегчает создание опорной модели параметра или задание границ.

Диалог установки границ **Set boundaries** доступен в **Options/Inversion/Set boundaries** позволяет учесть при инверсии априорную геологическую информацию. После выбора данной вкладки появляется панель инструментов, содержащая следующие кнопки:

| | | |
|---|--|--|
|  | Enable/Disable editing boundaries mode | Включить/Отключить режим редактирования границ |
|  | Add new boundary | Добавить новую границу |



| | | |
|---|---------------------------|----------------------------|
|  | Delete boundary | Удалить все границы |
|  | Save boundaries to file | Сохранить границы в файл |
|  | Load boundaries from file | Загрузить границы из файла |

Внедрение априорных геологических границ в обратную задачу, является важным приемом повышения качества интерпретации. Это, с одной стороны, повышает устойчивость задачи, с другой – уменьшает область эквивалентности и позволяет получить более выдержанную структуру. В тех областях модели, где параметры малочувствительны – это практически единственный способ получить приемлемый результат.

При наличии внедренных границ, лучше всего воспользоваться алгоритмом Оссам. Обычно используют 1-2 границы и не следует забывать, что геологические границы не всегда совпадают с петрофизическими.

На полученный плотностной разрез или разрез магнитной восприимчивости следует наносить границы с учетом данных по скважинам, или исходя из априорных представлений о строении изучаемого участка. Установка границ осуществляется при помощи левой кнопки мыши при включенном режиме редактирования границ. Замыкание границы осуществляется правой кнопкой мыши. При нанесении границ не следует использовать много узлов. Желательно чтобы границы были максимально гладкими и проходили вблизи узлов инверсионной сети.

После нанесения границ следует снова запустить инверсию, которая будет выполняться с учетом заданных границ.

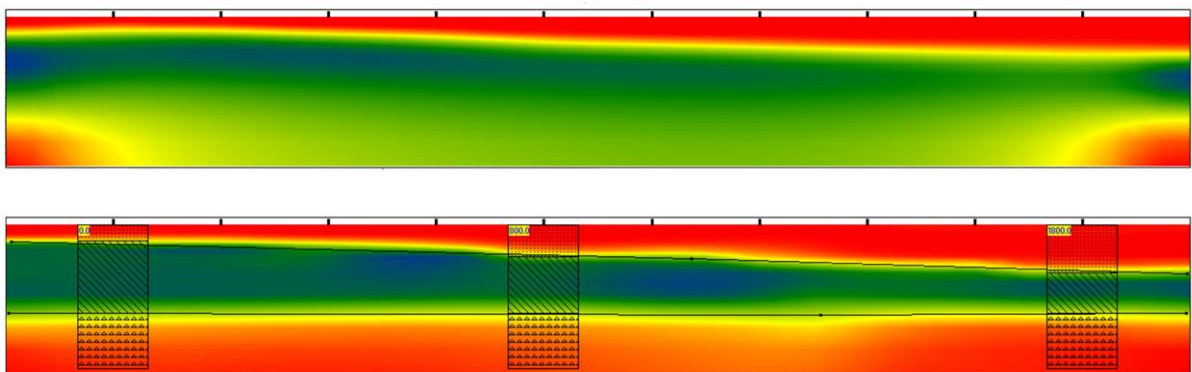
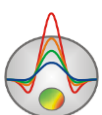


Рис. 35 Пример разреза по результатам инверсии без учета (верхний) и с учетом (нижний) геологических границ.



Создание и добавление скважинных данных

Наличие априорной информации по скважинам позволяет значительно повысить достоверность получаемых разрезов. Программа **ZondGM2D** имеет встроенный модуль, позволяющий отображать скважинные данные в графическом виде на разрезах.

Для создания скважиной информации в главном меню программы необходимо выбрать **Options/Boreholes/Create/Edit borehole data**. Появится диалоговое окно модуля **Add borehole data** (рис. 36).

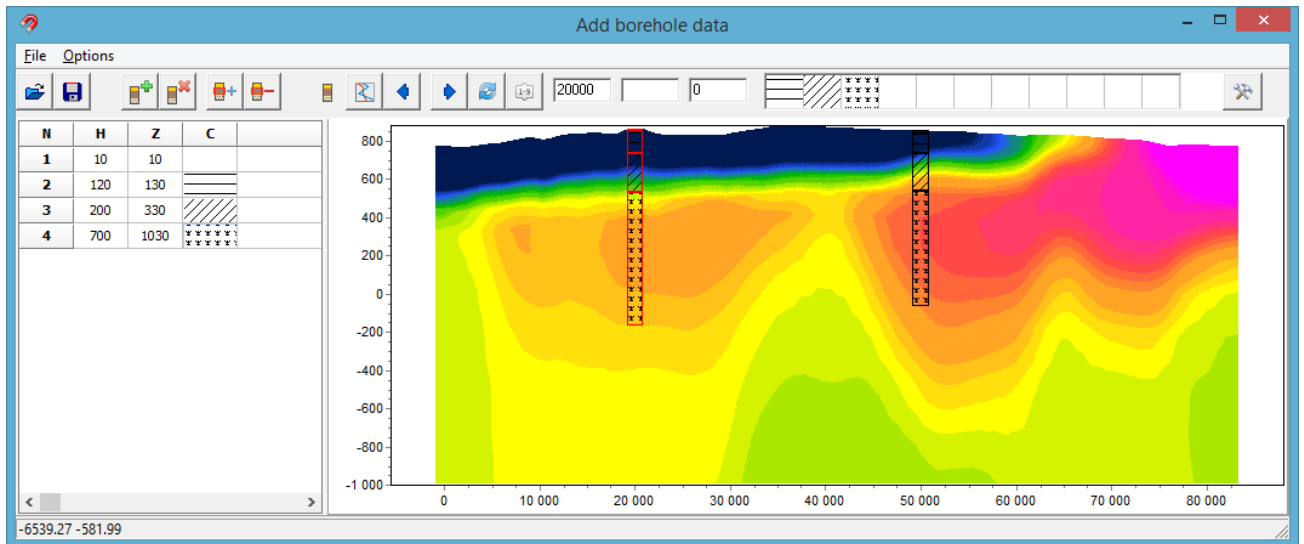








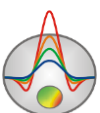







Рис. 36 Окно диалога создания файла литологии Add borehole data



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="20000"/> | Устанавливает горизонтальную координату (вдоль профиля) |
| <input type="text" value="1"/> | Номер профиля, <i>если проект состоит из нескольких линий вопрос</i> |
| <input type="text"/> | Подпись к скважине (не более 5ти символов) |
| <input type="text" value="0"/> | 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 метрах, **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 **Окне данных** 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. 37). В программе предлагается богатый выбор литологических заливок. В опции **Color** можно выбрать цвет заливки.

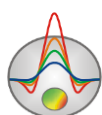








Рис. 37 Окно редактора заливки

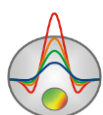
После окончания ввода данных по скважине необходимо нажать кнопку  и скважина появится в графическом окне. После этого необходимо задать горизонтальную и вертикальную координаты скважины на панели инструментов в километрах, после чего скважина будет изображаться в соответствии со своими координатами. 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 **ZondGM2D** и ***.txt** – файла для каждой скважины, имена соответствуют горизонтальной и вертикальной координате. [Подробнее](#) о формате файла литологии.

Для того, чтобы добавить данные по скважинам используйте команду **Options/Borehole/Load borehole data data**. Данные по скважинам будут отражаться на разрезе (рис. 38).



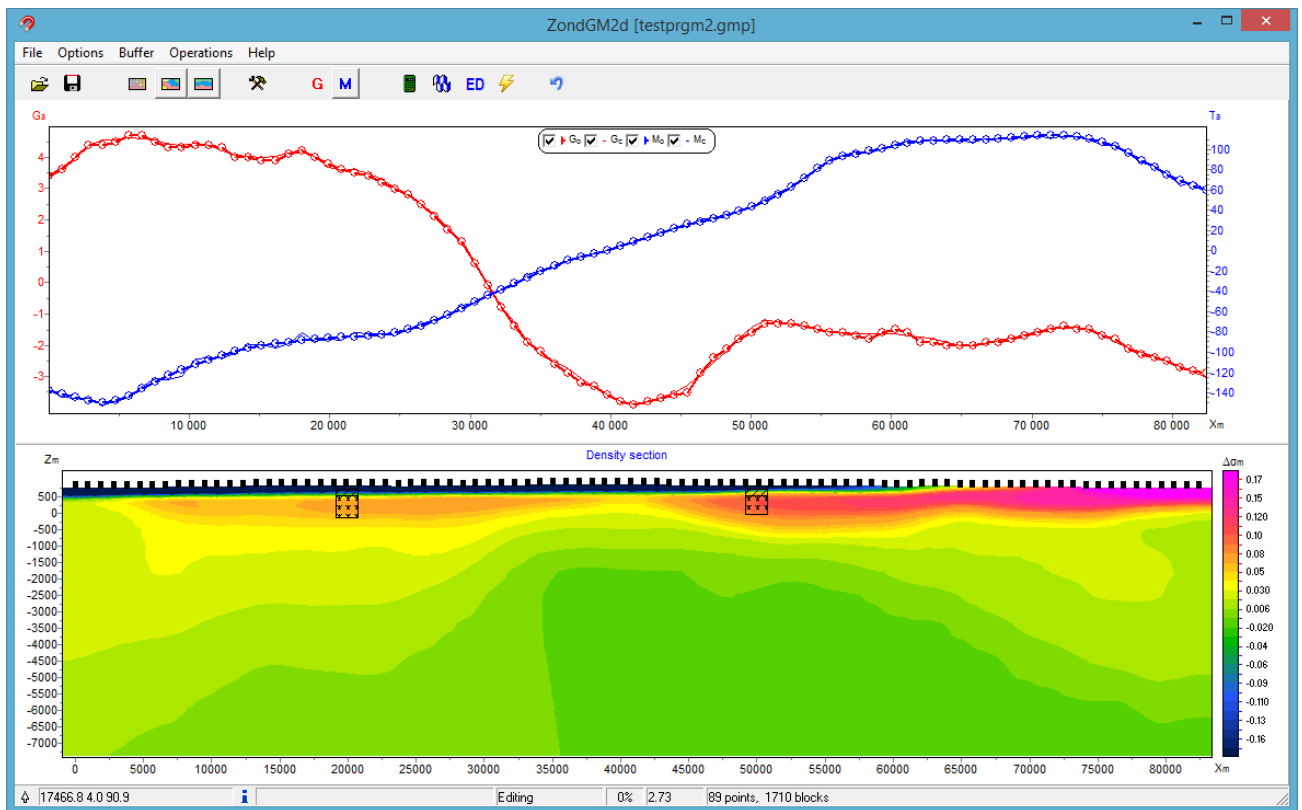



Рис. 38 Отображение данных литологии в редакторе разреза

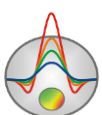
При наличии каротажных данных по скважине необходимо подготовить файл формата, описанного в разделе «[Формат файла данных каротажа и литологии](#)» и загрузить его

используя кнопку .

Модели и данные программ Zond

Options / Import/Export/Import model/data – эта опция позволяет загрузить модели среды из проектов программ пакета **Zond** в отдельные окна (см. рисунок ниже). Опция может быть полезна при сопоставлении результатов интерпретации на соседних профилях или при комплексной интерпретации данных различных методов.

Во время движения курсора в области редактора модели он будет отображаться во всех остальных импортируемых разрезах, в соответствии с размером текущей ячейки при отображении модели в виде блоков (см. рисунок ниже).



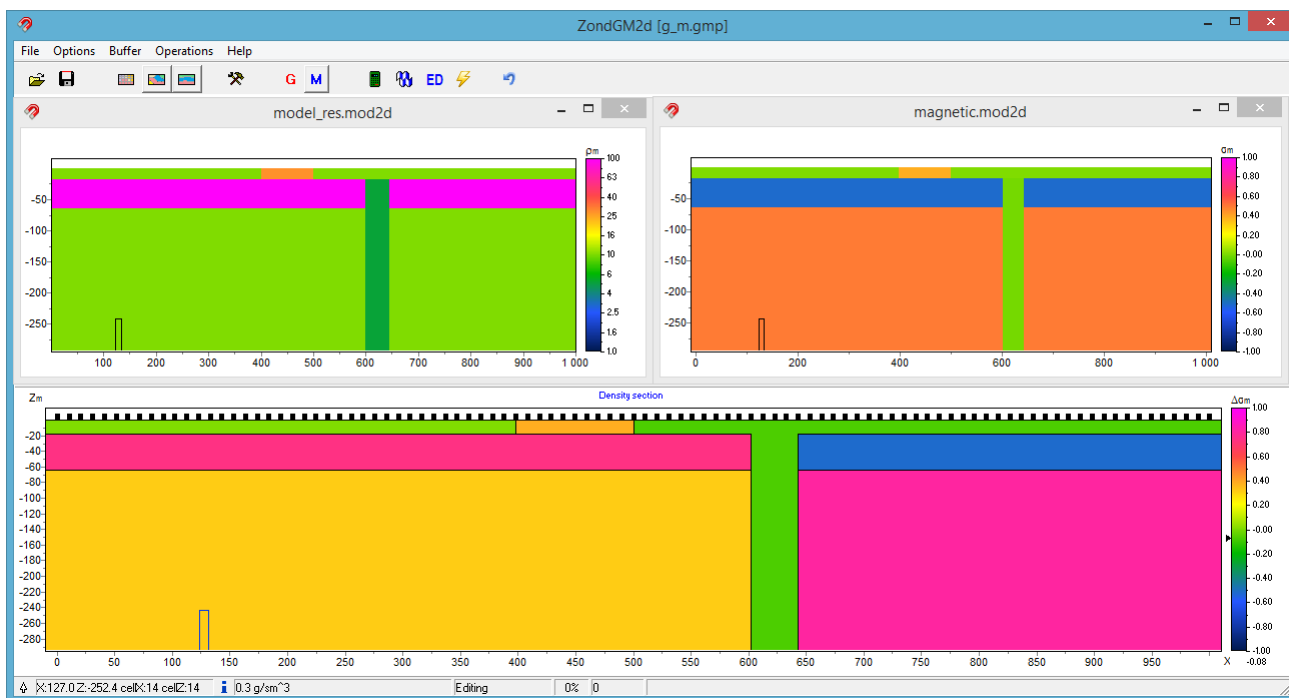


Рис. 39 Отображение импортированных моделей и рабочих, в виде блоков с подсвеченным курсором

Если в качестве импортируемого файла использовать двухколоночный файл с расширением *.dat, то в окне с данными отобразится график, связанный с правой осью (см. рисунок ниже). В первой колонке файла *.dat вводятся горизонтальные координаты точки измерения по профилю, во второй измеренные значения. Таким образом, можно изображать графики изменения любых физических величин вдоль профиля.

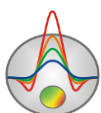
Подложка

При наличии априорной информации существует возможность ее использования (в качестве подложки под редактор модели) с помощью опции **Options/Import/Export/Background image**. Это могут быть, например, геологический, электрический или сейсмический разрезы, разрез по соседнему профилю. В программе существует два формата подложки – графический файл *.png, *.bmp, файл *.sec, *.seg-y.

После выбора файла появляется диалог настройки координат изображения, в котором указываются координаты границ изображения в системе координат разреза.

Для того чтобы сделать изображение прозрачным, в диалоге настройки модели (нажатие правой кнопки в верхней части секции модели, опция Setup) выбирается Transparency.

Файл *.sec содержит информацию о привязке изображения имеет следующую структуру:



1-я строка – название файла с изображением с указанием формата;
2-я строка – через пробел указываются последовательно четыре координаты левого верхнего и нижнего правого угла изображения X1 Y1 X2 Y2.
При выборе подложки появляется окно:

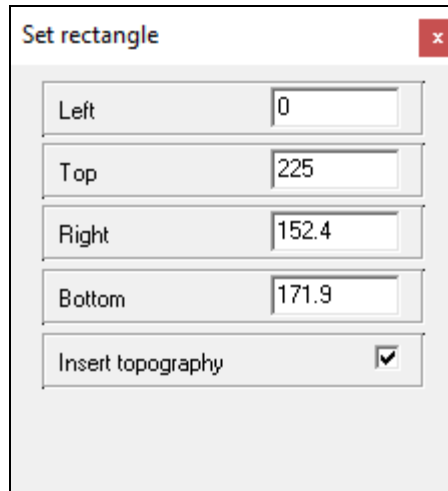
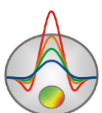
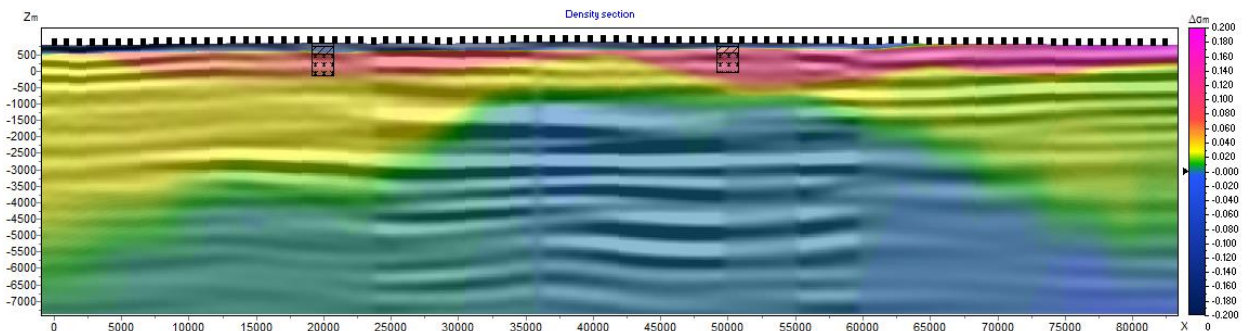


Рис. 40 Диалог настройки параметров подложки

В этом окне можно вручную задать координаты левого верхнего и нижнего правого угла изображения.

Insert topography – позволяет изменить изображение с учетом топографии (верхняя граница рисунка будет повторять топографию модели).

Использование подложки позволяет при проведении интерпретации учитывать результаты других методов исследования. Например, с использованием данных сейсморазведки или имеющегося геологического разреза можно задавать границы при создании априорной (стартовой) модели для инверсии данных потенциальных полей. На рисунке ниже приведен пример, когда в качестве подложки для плотностной модели используется сейсмический разрез.



Визуализация результатов

Опции Buffer – буфер обмена

Часто возникает необходимость в рамках одного проекта хранить несколько моделей и для сравнения одновременно их визуализировать. Например, при определении оптимальных параметров инверсии удобнее не создавать отдельный проект для каждого набора параметров, а хранить все полученные по результатам инверсии модели в одном проекте и иметь возможность сравнивать их в одном окне. Также в режиме моделирования при расчете прямой задачи от нескольких связанных по смыслу моделей их удобнее хранить и сравнивать в рамках одного проекта.

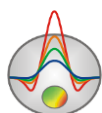
В программе описанные функции реализуются с помощью функции Buffer главного меню программы. Кнопки *Model 1 – Model 5* соответствуют пяти буферным моделям, которые можно хранить в рамках одного проекта.

Чтобы записать текущую модель в буфер, необходимо нажать одну из кнопок, соответствующих буферным моделям. Если выбранная буферная ячейка пуста, текущая модель будет в нее записана. Возникающий при этом диалог позволяет ввести название модели, которое после этого будет отображаться в соответствующем пункте меню в списке Buffer и в качестве заголовка – при отображении модели.

Кнопка *Buffer / Open* позволяет в одном окне посмотреть все созданные модели, что удобно для их сравнения (см. рисунок ниже).

После того как первая модель задана, 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.



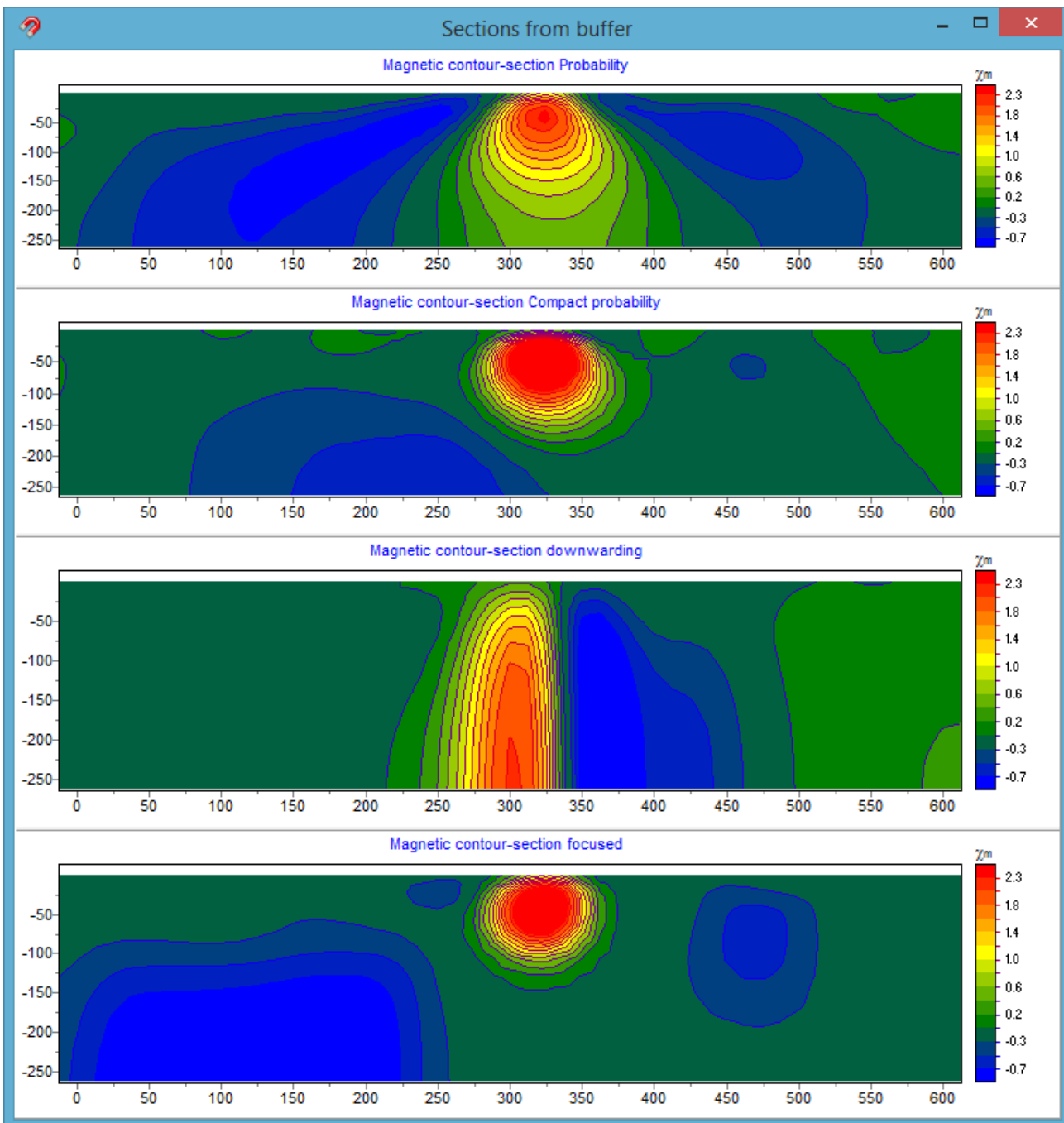
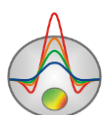


Рис. 42 Визуализация четырех различных моделей из буфера



Геологический редактор разрезов

Для построения геолого-геофизической модели (проведения геологической интерпретации) служит окно редактора геологической модели **Geological editor**, вызываемое с помощью меню **Options/Modules/Geological editor**. Редактор позволяет в интерактивном режиме создать геологическую модель на основе текущей модели проекта, скважинных данных, данных других программ пакета **Zond** и априорной растровой информации, распечатать полученные разрезы в заданном масштабе, сохранить и экспортировать результаты интерпретации.

Результаты геофизической интерпретации служат своеобразной цветовой подложкой, поверх которой строится геологическая модель. В ходе создания модели выделяются локальные объекты и слои, на которые затем наносится выбранный интерпретатором геологический крап. Модуль позволяет также отображать скважинные данные, что существенно упрощает процесс построения модели.

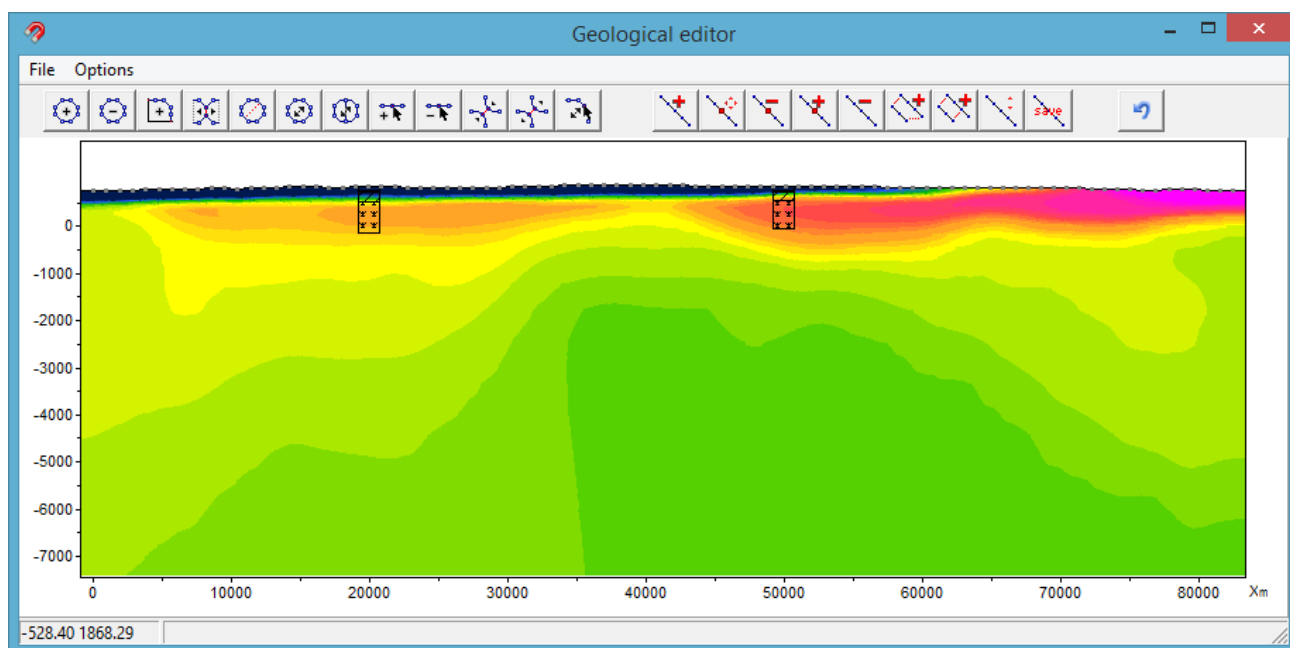
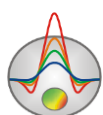


Рис. 43 Окно редактора модели перед началом работы

Таким образом, основная задача модуля состоит в быстром построении геологических разрезов на базе геофизических результатов и дальнейший экспорт в системы CAD.

Перед началом работы необходимо очень внимательно выбрать тип разреза и его графические настройки. Наилучшим вариантом является представление разреза в форме изолиний.



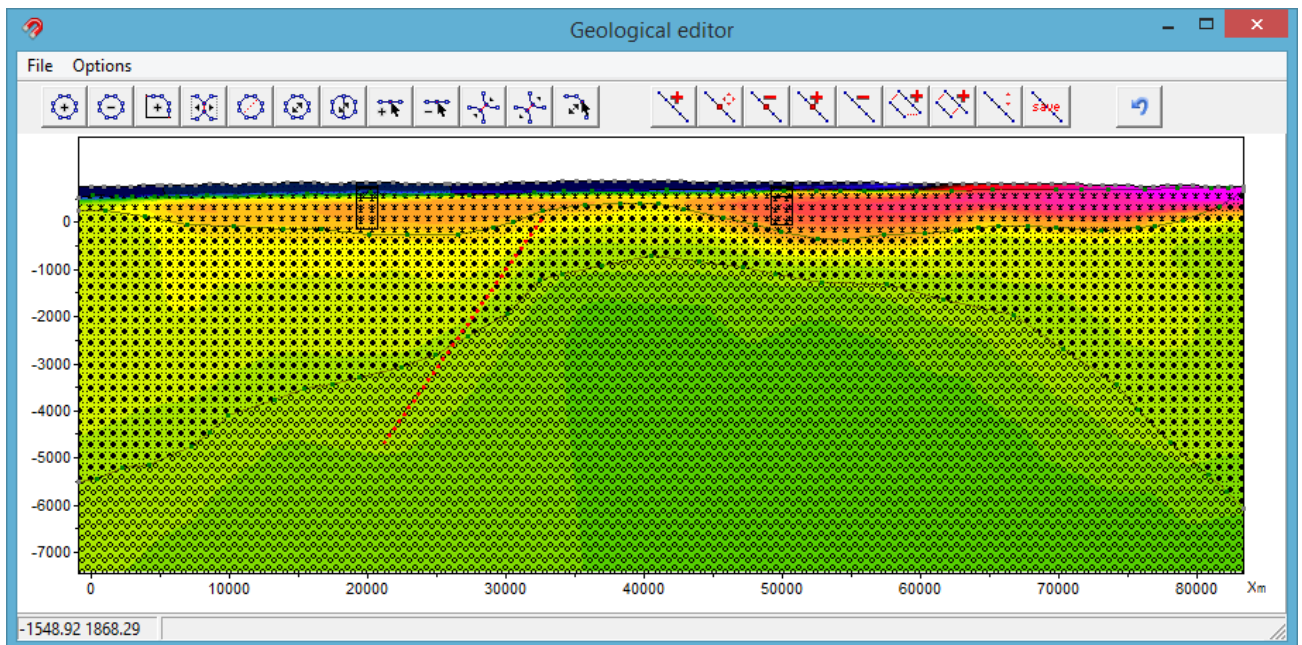


Рис. 44 Окно редактора модели: геофизический разрез и геологическая интерпретация

Далее запускается опция **Geological editor** после чего, собственно и начинается работа с разрезом. Задаются тела и слои в форме замкнутых и незамкнутых многоугольников, им задается цвет и крапп.

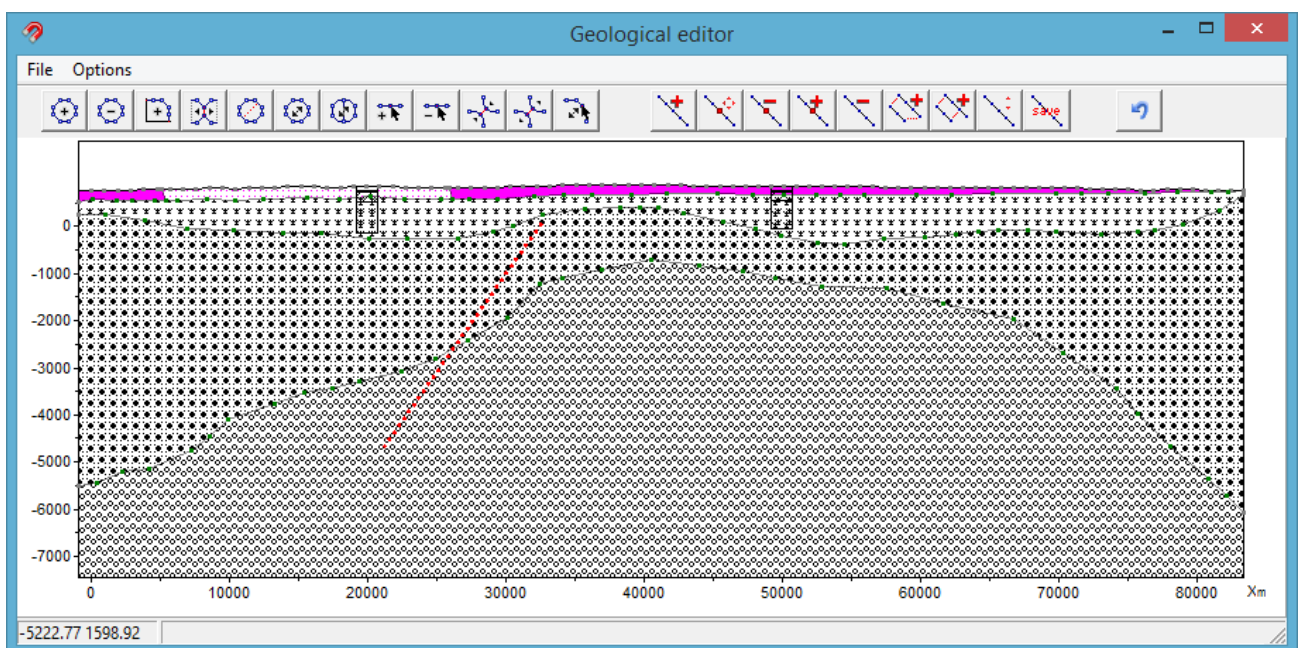
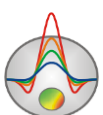





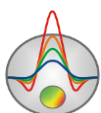









Рис. 45 Окно редактора модели: геолого-геофизический разрез по результатам интерпретации

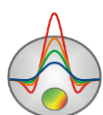
На панели инструментов окна **Geological editor** находятся кнопки для редактирования полигонов и линий:



| Инструмент | Опция |
|---|---|
|  | <p>Создание полигона. Нажатие левой кнопки мыши добавляет новый узел к полилинии - границе полигона. Описание границы полигона завершается нажатием правой кнопки мыши, после которого полилиния автоматически замыкается.</p> |
|  | <p>Удаление полигона. После выбора инструмента осуществляется нажатием правой кнопки мыши на полигон, который необходимо удалить.</p> |
|  | <p>Создание полигона, примыкающего к существующему полигону или границе области моделирования. После выбора данного инструмента необходимо задавать границу, не смежную с существующим полигоном. Первая и последняя точка задаваемой границе должна принадлежать либо границе смежного тела, либо границе области моделирования. Задание границы завершается нажатием правой кнопки мыши. Смежную границу программа выберет автоматически или предложит выбрать с помощью диалога.</p> |
|  | <p>Разъединение смежных полигонов. Если с помощью предыдущего инструмента создана модель, содержащая смежные полигоны, данный инструмент позволяет разъединить их, чтобы получить возможность несвязанного изменения границ, перемещения, удаления полигона. После выбора инструмента левой кнопкой мыши выбирается полигон, который необходимо отделить (однократное нажатие в любой точке полигона, при этом его границы меняют цвет). Нажатие правой кнопки мыши завершает процедуру разъединения.</p> |
|  | <p>Разделить полигон по прямой линии (создать из одного полигона два).левой кнопкой мыши указывается первая точка прямой, затем правой кнопкой – вторая. Обе точки должны находиться на границе разделяемого полигона.</p> |












| | |
|---|---|
|  | <p>Переместить полигон. Выбор полигона осуществляется нажатием левой кнопки мыши. При движении мыши перегон перемещается. Положение полигона фиксируется нажатием правой кнопки.</p> |
|  | <p>Переместить часть полигона</p> |
|  | <p>Добавить узел. Осуществляется нажатием правой кнопки мыши на точку границы, куда необходимо добавить узел.</p> |
|  | <p>Удалить узел. Осуществляется нажатием правой кнопки мыши на узел, который необходимо удалить.</p> |
|  | <p>Переместить узел. Выбор узла осуществляется нажатием левой кнопки мыши, перемещение – движением мыши, окончание перемещения – нажатием правой кнопки.</p> |
|  | <p>Разъединить связанные точки. Данный режим предназначен для разъединения связанных точек. Разъединение точек связанного полигона производится щелчком правой кнопки мыши по ней. В результате этой операции вместо одной связанной точки появляется набор несвязанных точек, принадлежащих каждая своему полигону. Точки полигонов изменяют цвет на красный при приближении курсора.</p> |
|  | <p>Переместить точку. Данный режим предназначен для перемещения точки полигона. Для выбора перемещаемой точки используется щелчок левой кнопки мыши; после которого точка полигона перемещается вслед за курсором. Для закрепления нового положения точки используется щелчок правой кнопки мыши. Если операция невозможна (т.е. какие - либо грани пересекаются) программа не позволяет пользователю переместить точку и возвращает ее в первоначальное положение. Точки расположенные на границе модели перемещаются только вдоль соответствующих краев. Точки полигона изменяют цвет на красный при приближении курсора.</p> |



Диалог настройки графических параметров полигона вызывается двойным щелчком мыши в его центре (подробно описан в разделе [Диалог настройки параметров полигона](#)).

Также на панели управления находятся кнопки для создания и редактирования линий:

| | |
|--|-------------------------------|
|  | Добавить линию |
|  | Переместить узел |
|  | Удалить узел |
|  | Добавить узел |
|  | Удалить линию |
|  | Создать полигон из двух линий |
|  | Переместить линию |
|  | Сохранить линию |
|  | Отмена последнего действия |

Меню **File** окна **Geological editor** содержит следующие функции:

Open section – позволяет загрузить пользовательский файл подложки (графическое изображение).

Save section – позволяет сохранить текущую геолого-геофизическую модель в графическом формате.

Remove background – скрыть подложку из редактора.

Show background – показать подложку (графическое изображение)

Print preview – вызвать диалог печати изображения.

Меню **Option** окна **Geological editor** содержит следующие функции:

Automatic scaling – включить режим автоматической настройки масштабов изображения

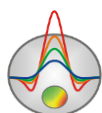
Model setup – вызвать диалог настройки размеров области модели

Get from polygonal mode – загрузить полигоны из режима полигонального моделирования

Remove all polygons – удалить все полигоны

Load polygons – загрузить полигоны из файла

Save polygons – сохранить полигоны текущей модели в файл



Load borehole data – загрузить скважинные данные из файла











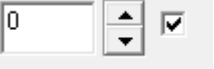

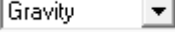
Remove borehole data – удалить скважинные данные из редактора

Output settings – вызвать диалог настройки параметров экспортируемого изображения ([подробнее](#)).

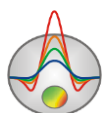
Визуализация площадных результатов в 3D (Опция 3D fence diagram)

Если на площади исследований выполнены по нескольким профилям, целесообразно проводить их совместную интерпретацию. Это позволяет изучать распространение выделенных структур в плане, а также облегчает интерпретацию каждого профиля в отдельности, упрощая выделение наиболее устойчивых элементов модели.


Данная опция предназначена для трехмерной визуализации результатов интерпретации по профилям. После выбора данной опции появляется окно **3D sections viewer**. Панель инструментов окна содержит следующие кнопки:

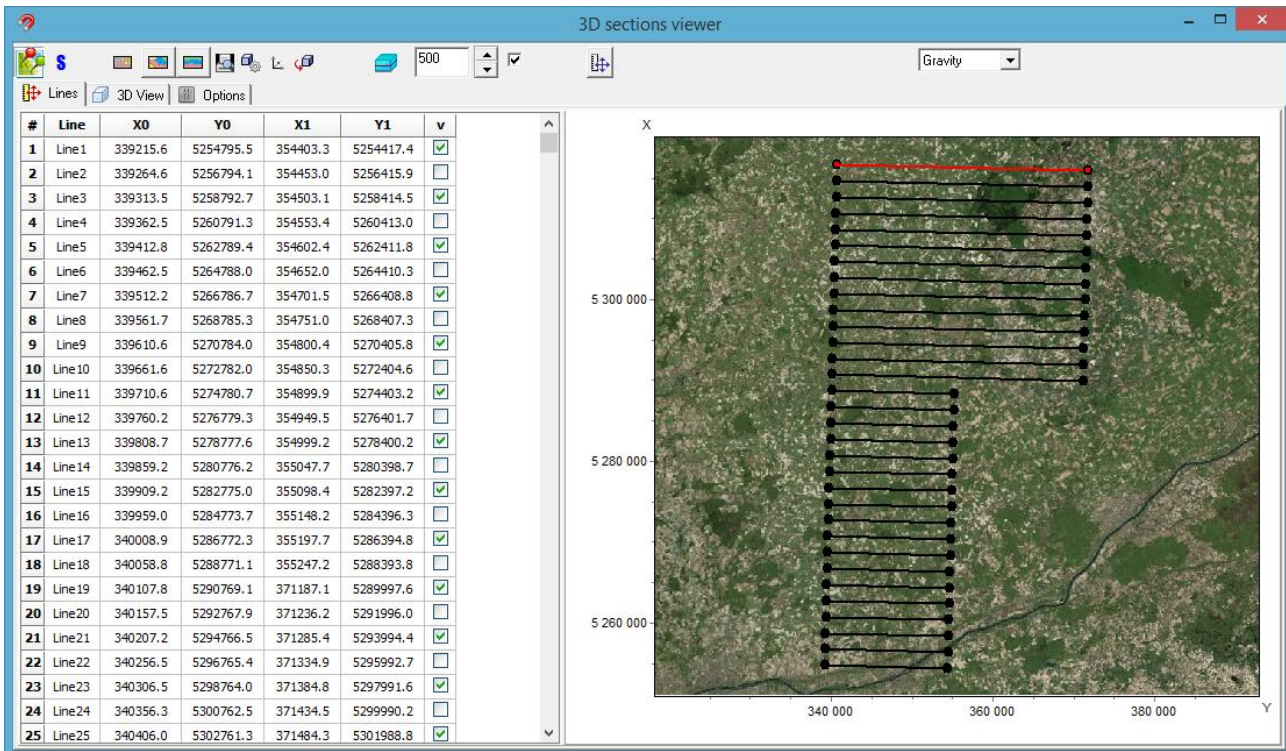
| | |
|---|---|
|  | Загружает карту участка из интернета. При этом координаты станций должны быть заданы в UTM координатах. В случае проблем с загрузкой введите актуальный ключ в поле Bing maps api_key |
|  | Построить горизонтальные срезы в surfer. |
|  | Просмотр в режиме блочной модели |
|  | Просмотр в режиме полигональной модели |
|  | Просмотр в режиме горизонтально-слоистой модели |
|  | Предварительный просмотр печати |
|  | Вызвать диалог настройки параметров 3D модели |
|  | Настройки параметров осей (подробнее) |
|  | Вращать 3D модель |
|  | Показать горизонтальный план. Глубина плана от поверхности устанавливается в километрах в окне справа  |
|  | Нажатие этой кнопки устанавливает одинаковые масштабы для всех осей. При этом справа появляется окно позволяющее задавать соотношение масштабов для каждой оси. |
|  | Задать тип параметров для просмотра |

Окно объемной визуализации состоит из трех вкладок – Lines (задание координат профилей) (см. рисунок ниже), 3D View (окно просмотра модели), Options (настройки



изображения) и панели инструментов (обеспечивает доступ к дополнительным параметрам и возможности загрузки, сохранения и экспорта построенной объемной модели).

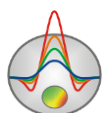
Вкладка **Lines** (рис. 46) предназначена для редактирования координат начала и конца профилей, а также для установки профилей, которые будут отображаться в 3D модели. Слева в окне расположена: таблица, содержащая названия профилей, координаты начала и конца. Для отображения профиля на 3D модели необходимо установить галочку в последнем столбце таблицы (V – visible). Справа отображается план профилей. Активный профиль отображается красным цветом. Редактирования свойств осей, осуществляется кнопкой  на панели инструментов. Подробнее о настройке параметров осей в разделе [Редактор осей](#).



| # | Line | X0 | Y0 | X1 | Y1 | v |
|----|--------|----------|-----------|----------|-----------|-------------------------------------|
| 1 | Line1 | 339215.6 | 5254795.5 | 354403.3 | 5254417.4 | <input checked="" type="checkbox"/> |
| 2 | Line2 | 339264.6 | 5256794.1 | 354453.0 | 5256415.9 | <input type="checkbox"/> |
| 3 | Line3 | 339313.5 | 5258792.7 | 354503.1 | 5258414.5 | <input checked="" type="checkbox"/> |
| 4 | Line4 | 339362.5 | 5260791.3 | 354553.4 | 5260413.0 | <input type="checkbox"/> |
| 5 | Line5 | 339412.8 | 5262789.4 | 354602.4 | 5262411.8 | <input checked="" type="checkbox"/> |
| 6 | Line6 | 339462.5 | 5264788.0 | 354652.0 | 5264410.3 | <input type="checkbox"/> |
| 7 | Line7 | 339512.2 | 5266786.7 | 354701.5 | 5266408.8 | <input checked="" type="checkbox"/> |
| 8 | Line8 | 339561.7 | 5268785.3 | 354751.0 | 5268407.3 | <input type="checkbox"/> |
| 9 | Line9 | 339610.6 | 5270784.0 | 354800.4 | 5270405.8 | <input checked="" type="checkbox"/> |
| 10 | Line10 | 339661.6 | 5272782.0 | 354850.3 | 5272404.6 | <input type="checkbox"/> |
| 11 | Line11 | 339710.6 | 5274780.7 | 354899.9 | 5274403.2 | <input checked="" type="checkbox"/> |
| 12 | Line12 | 339760.2 | 5276779.3 | 354949.5 | 5276401.7 | <input type="checkbox"/> |
| 13 | Line13 | 339808.7 | 5278777.6 | 354999.2 | 5278400.2 | <input checked="" type="checkbox"/> |
| 14 | Line14 | 339859.2 | 5280776.2 | 355047.7 | 5280398.7 | <input type="checkbox"/> |
| 15 | Line15 | 339909.2 | 5282775.0 | 355098.4 | 5282397.2 | <input checked="" type="checkbox"/> |
| 16 | Line16 | 339959.0 | 5284773.7 | 355148.2 | 5284396.3 | <input type="checkbox"/> |
| 17 | Line17 | 340008.9 | 5286772.3 | 355197.7 | 5286394.8 | <input checked="" type="checkbox"/> |
| 18 | Line18 | 340058.8 | 5288771.1 | 355247.2 | 5288393.8 | <input type="checkbox"/> |
| 19 | Line19 | 340107.8 | 5290769.1 | 371187.1 | 5289997.6 | <input checked="" type="checkbox"/> |
| 20 | Line20 | 340157.5 | 5292767.9 | 371236.2 | 5291996.0 | <input type="checkbox"/> |
| 21 | Line21 | 340207.2 | 5294766.5 | 371285.4 | 5293994.4 | <input checked="" type="checkbox"/> |
| 22 | Line22 | 340256.5 | 5296765.4 | 371334.9 | 5295992.7 | <input type="checkbox"/> |
| 23 | Line23 | 340306.5 | 5298764.0 | 371384.8 | 5297991.6 | <input checked="" type="checkbox"/> |
| 24 | Line24 | 340356.3 | 5300762.5 | 371434.5 | 5299990.2 | <input type="checkbox"/> |
| 25 | Line25 | 340406.0 | 5302761.3 | 371484.3 | 5301988.8 | <input checked="" type="checkbox"/> |

Рис. 46 Окно 3D section viewer, вкладка Lines

Вкладка **3D view** (рис. 47) предназначена для просмотра 3D модели.



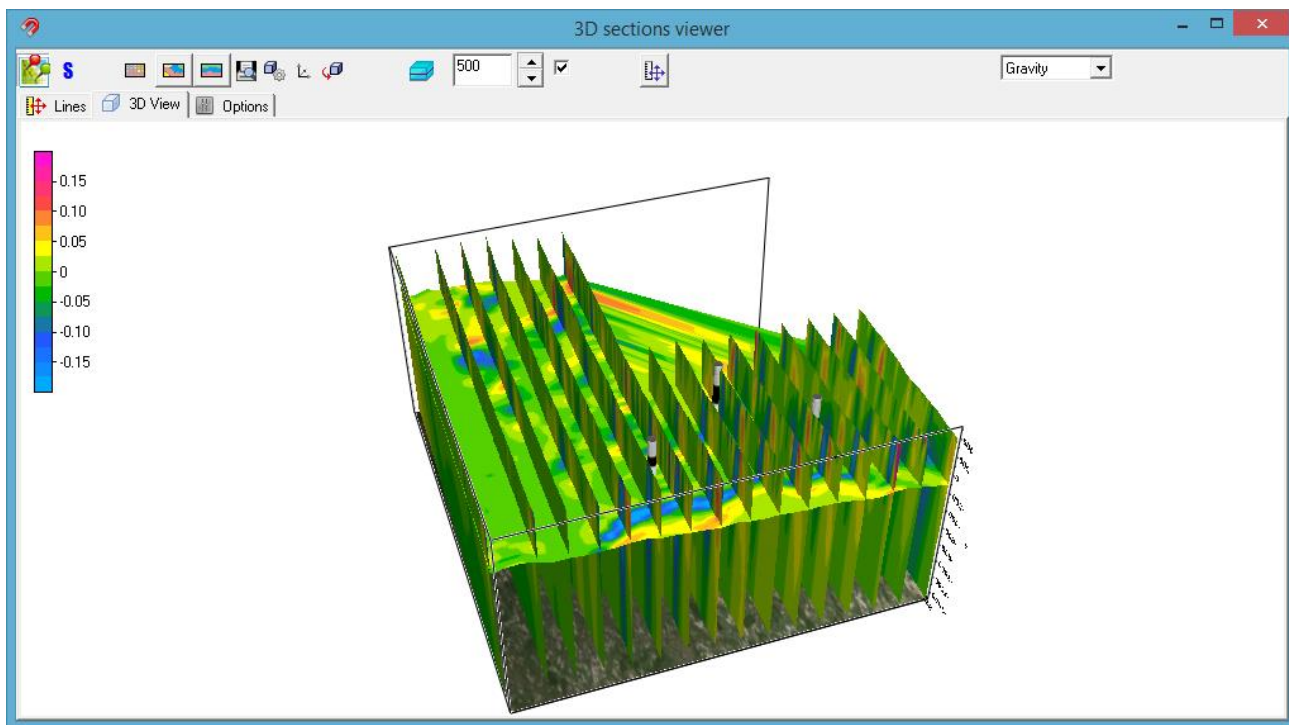
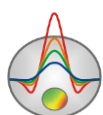


Рис. 47 Окно 3D section viewer, вкладка 3D view

Вкладка **Options** (рис.48) предназначена для настройки параметров изображения.

Область *Color scale* позволяет настроить параметры заливки. Кнопка **Palette** вызывает диалоговое окно настройки заливки ([подробнее](#)). Область *Color scale limits* позволяет установить минимум и максимум для цветовой шкалы в ручную или выбрать автоматический режим определения пределов, установив соответствующую галочку.

Опция *Continuous* позволяет визуализировать разрезы в сглаженном или контурном виде.



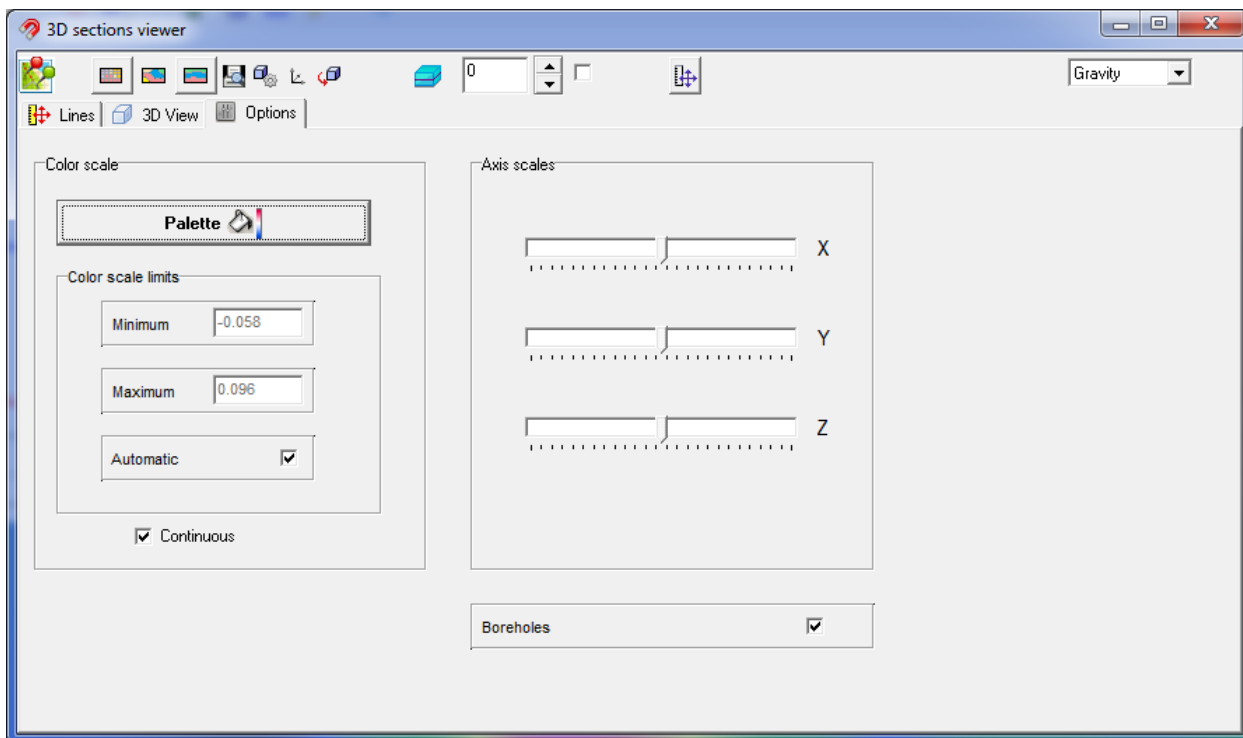



Рис. 48 Окно 3D section viewer, вкладка Options

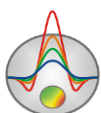
Область *Axis scales* предназначена для установки масштабов осей. Масштабы устанавливаются только при нажатой кнопке  на панели инструментов окна.


Опция *Boreholes* позволяет показать скважинные данные в трехмерном изображении. При большом количестве скважин в проекте, их отображение может занимать значительное время.

Сохранение и экспорт результатов интерпретации

Сохранение проекта из главного меню

Результат интерпретации профиля данных хранится в файле формата **ZondGM2D** (расширение *.GMP). В этом файле сохраняются полевые данные, значения относительных весов измерений и текущая модель среды, параметры нормального магнитного поля и многое другое. При последующей загрузке, для создания модели среды, используются данные из файла.



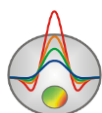
Сохранить результат интерпретации, можно нажав кнопку  панели инструментов или соответствующий ей пункт меню. В появившемся диалоге, также возможно выбрать формат:

| | |
|---|---|
| Zond project data (*.gmp) | Сохранить измеренные значения и текущую модель и все настройки в файл проекта. |
| Zond project with calculated data (*.gmp) | Сохранить измеренные значения и текущую модель среды и все настройки в файл проекта. В данном режиме наблюдаемые значения заменяются расчетными. Это очень удобно для тестирования инверсии на различных моделях. |
| Worksheet (*.bmp) | Сохранить три графические секции окна в формате BMP. |
| Model (*.bmp) | Сохранить нижнюю графическую секцию окна в формате BMP. |
| Grid file (*.dat) | Сохранить текущую модель в виде грид-файла. |
| Section file (*.sec) | Сохранить текущую модель в графическом формате программы с привязкой к координатам углов изображения, не географических. |
| Save data as text | Сохранить исходные, рассчитанные данные и дополнительную информацию в текстовом формате |

Расширенные опции программы

Диалог Model smooth/raster

Опция **Option/Extra/Model smooth/raster** позволяет сгладить или загрузить (разбить на блоки) текущую модель. Блочная модель может быть использована при инверсии типа Blocks. В этом случае производится подбор параметра для каждого блока. Перед разбиением на блоки лучше всего использовать фокусирующую инверсию.



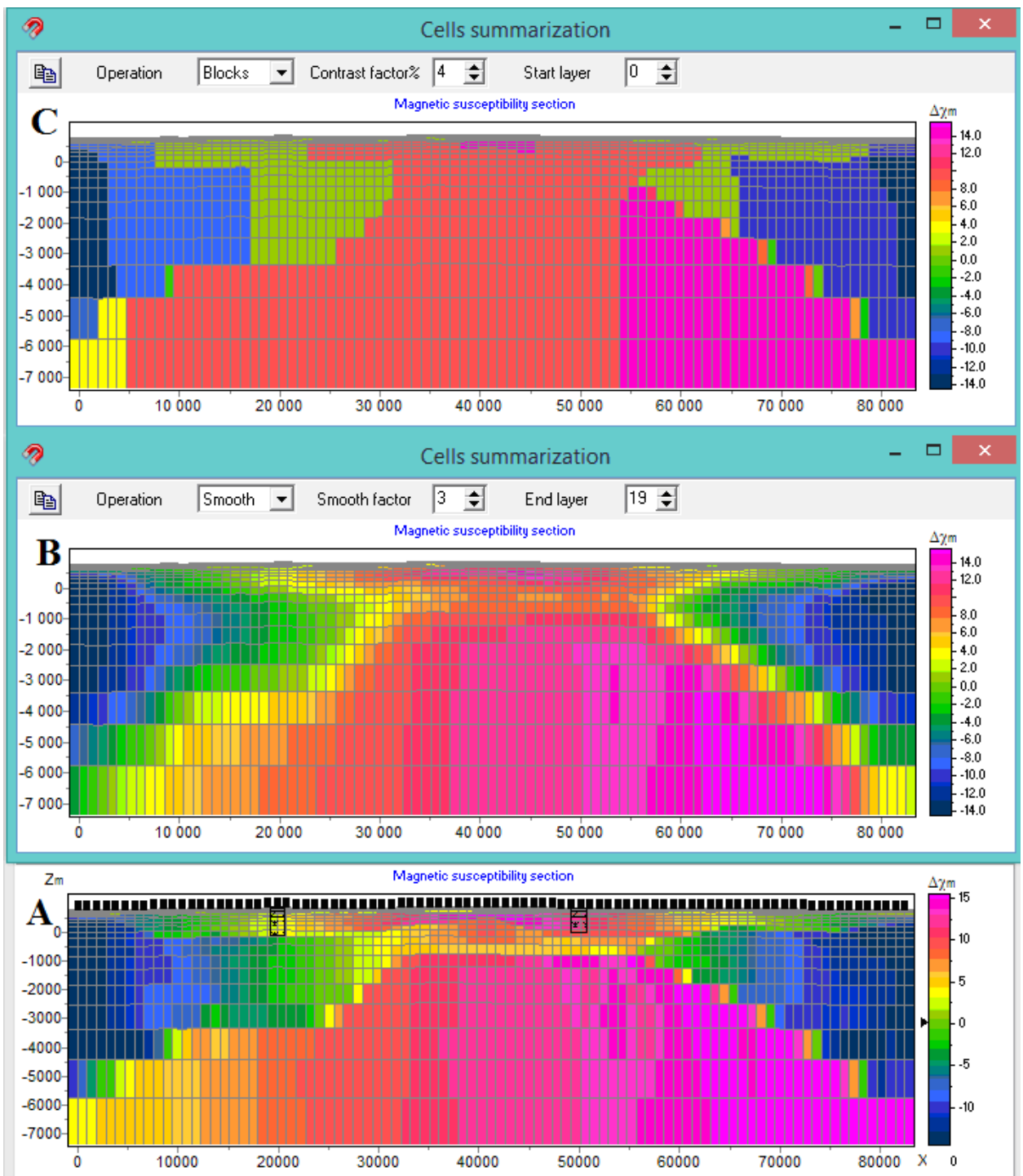
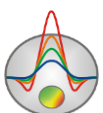


Рис. 49 Пример применения опции **Model smooth/raster**, где **A** – исходная модель, **B** – при использовании режима **Smooth**, **C** - при использовании режима **Blocks**

При использовании режима *Blocks* в зависимости от параметра контрастности (*Contrast factor %*), производится объединение ячеек со сходными параметрами в области с постоянным значением. Опция *Start layers* задает номер слоя, начиная с которого производится данная операция.



В режиме *Smooth* в зависимости от сглаживающего фактора (*Smooth factor*), производится осреднение параметров ячеек модели. Опция *End layers* задает номер слоя, до которого производится данная операция.

Кнопка  копирует полученную модель в редактор модели.

Диалоги настроек

Диалог настройки плана графиков

Диалог вызывается нажатием правой кнопки мыши на цветовой шкале плана графиков.

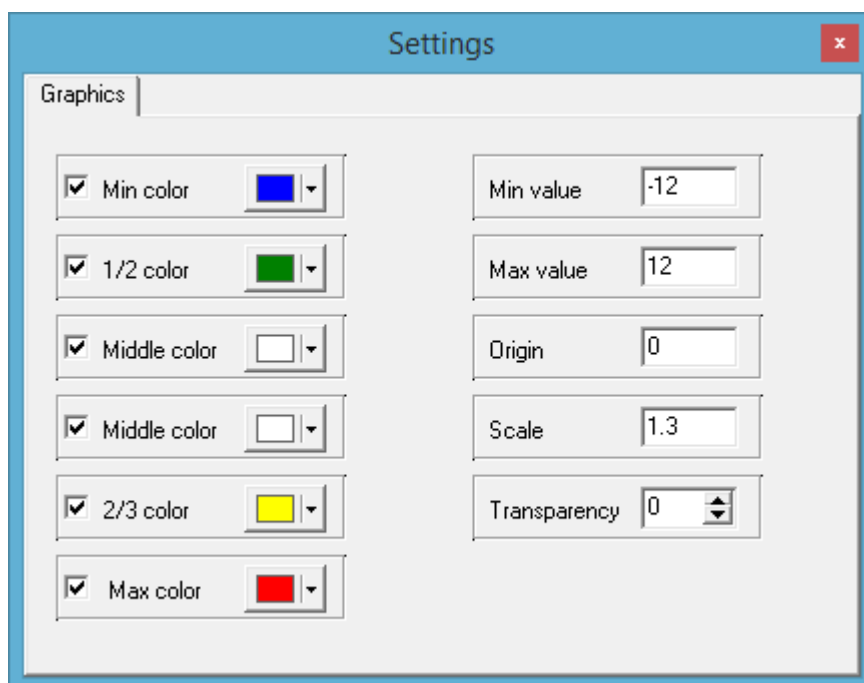
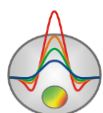


Рис. 50 Окно диалога Диалог настройки плана графиков

Левая колонка опций задает цветовые настройки для положительных и отрицательных пиков графиков. Набор цветов задает непрерывную градиентную палитру для их отображения. Правая колонка устанавливает соответствие между цветами и значениями на графиках. Значение *Min value* – соответствует цвету *Min color*, *Origin* - цвету *Middle color* и *Max value* –цвету *Max color*. Поле *Scale* устанавливает масштаб графиков, его также можно изменять колесом мыши. И наконец, опция *Transparency* – задает уровень прозрачности графиков (0-100).



Диалог Bitmap output settings

Диалог **Options/Extra/ Bitmap 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.

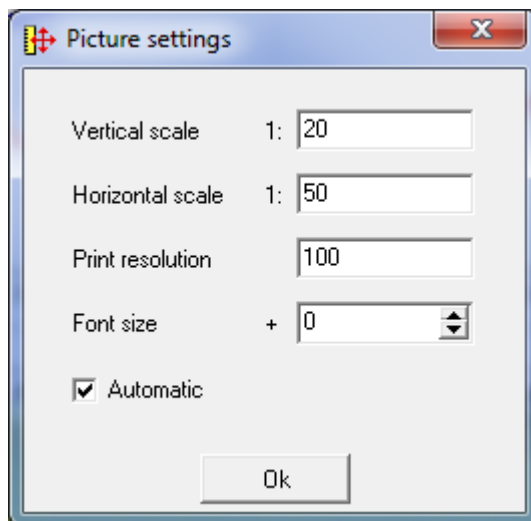

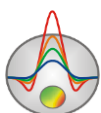


Рис. 51 Окно диалога Bitmap output settings

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

Диалог настройки параметров контурного разреза

Диалог вызывается из контекстного меню (**Setup**) в области контурного разреза.



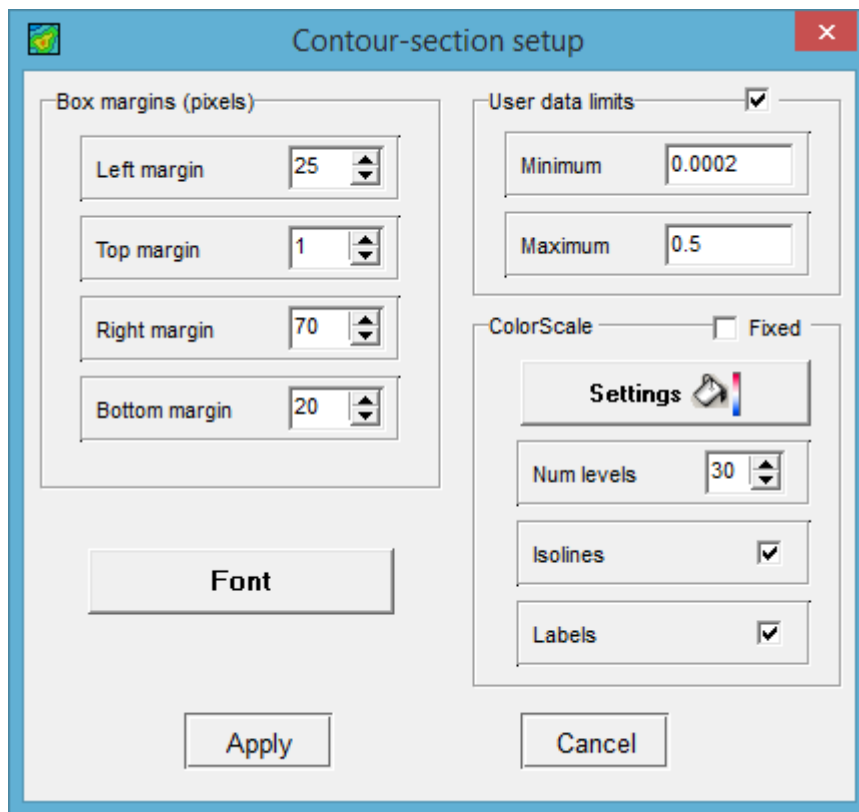


Рис. 52 Окно диалога «Contour-section setup»

Диалог служит для настройки параметров контурного и 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.

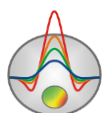
Опция **User data limits** - указывает программе использовать минимальное и максимальное значения данных или использовать значения полей Minimum и Maximum при задании сечений изолиний.

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):



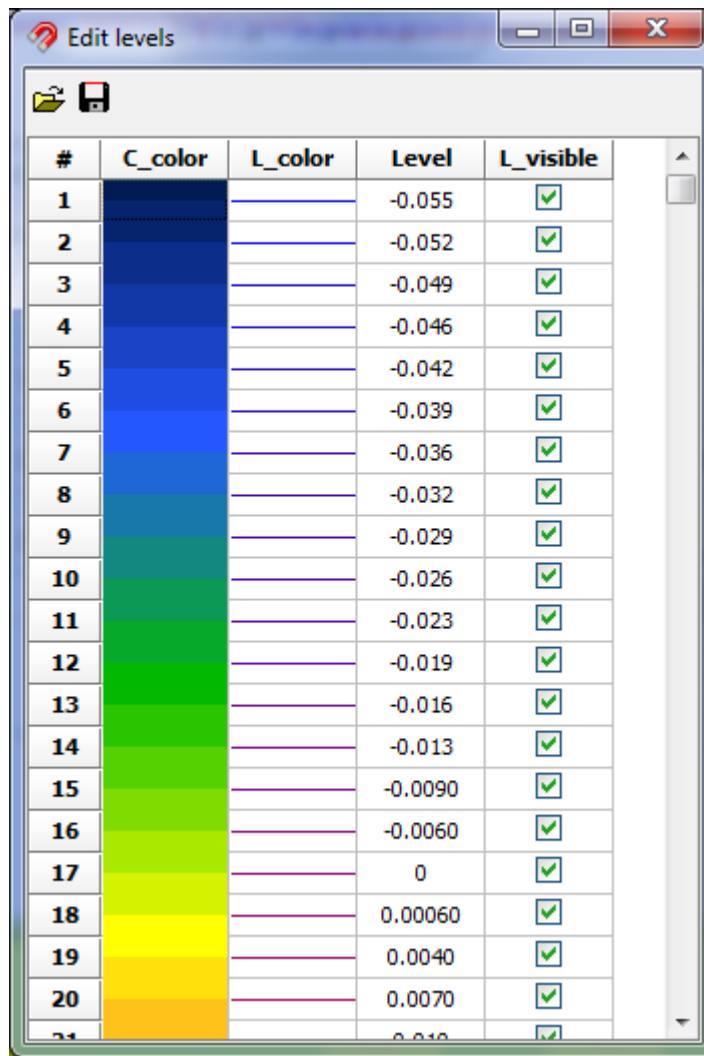


Рис. 53 Окно диалога «Edit levels»

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.

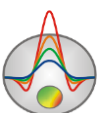
Level – вызывает окно редактирования пределов цветовой шкалы.

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.

Диалог настройки палитры

Диалог предназначен для настройки палитры объекта программы и вызывается кнопкой **Palette** (Рис. 54). Диалог позволяет выбрать одну из палитр по умолчанию (прямая и обратная радуги, оттенки серого и т.д.) или создать пользовательскую шкалу. Для добавления бегунка на шкале используйте правую кнопку мыши с нажатой клавишей **Ctrl**. Для того чтобы удалить бегунок используйте клавишу **Delete**. Также можно сохранить пользовательскую палитру, используя кнопку , или загрузить уже имеющуюся, используя кнопку .

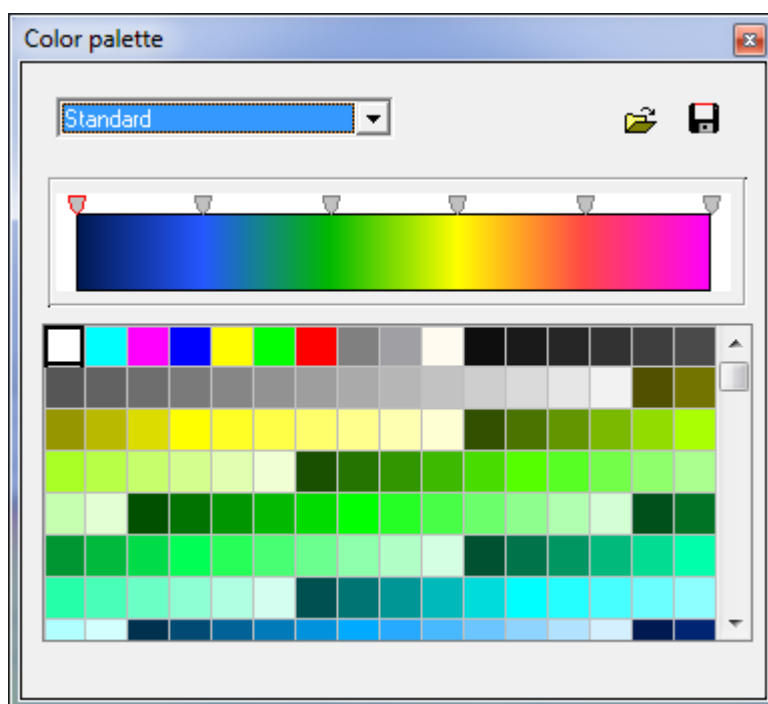
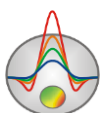


Рис. 54 Диалог настройки параметров палитры.

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

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).

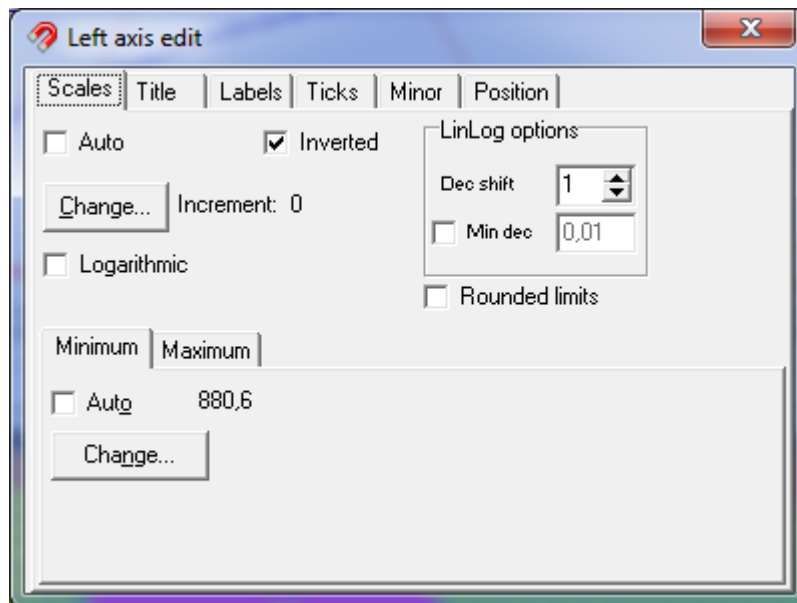


Рис. 55 Пример диалога редактора левой оси

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*.

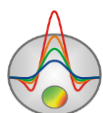
Опция **Inverted** определяет ориентацию оси.

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.

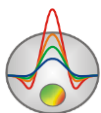
Кнопка **Axis** вызывает диалог настройки линии оси.

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).

Редактор графика

Редактор предназначен для настройки внешнего вида графика. Его можно вызвать щелчком правой кнопки мыши с нажатой клавишей SHIFT на графике.

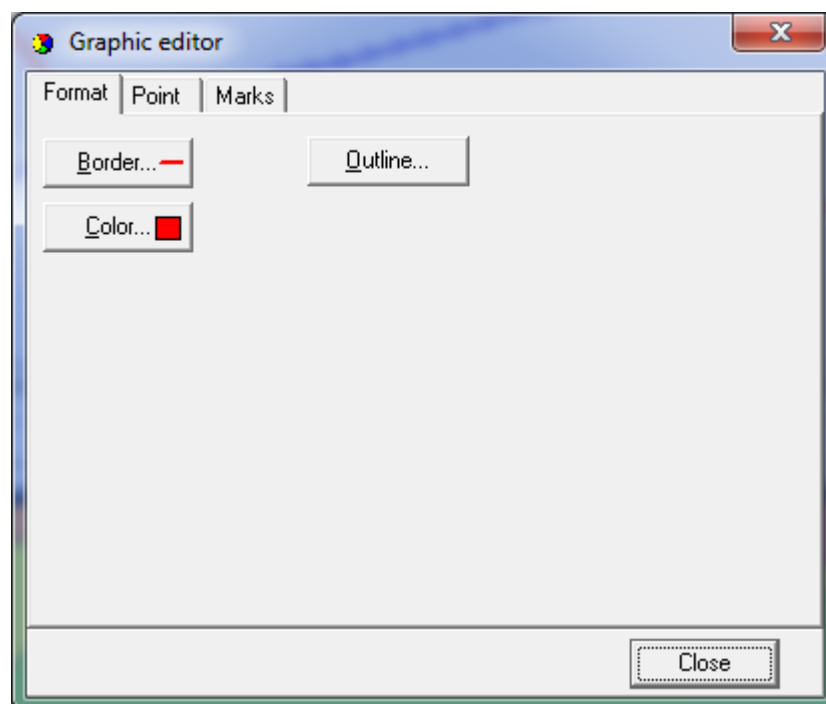
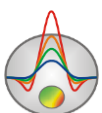


Рис. 56 Диалог редактора настройки графиков

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 кончиком 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.

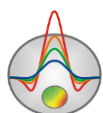
Опция **Round Frame** позволяет отображать рамку с закругленными углами.

Опция **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 (Print preview)

Диалог предварительного просмотра печати может быть вызван в главном меню программы **File/Print preview**.

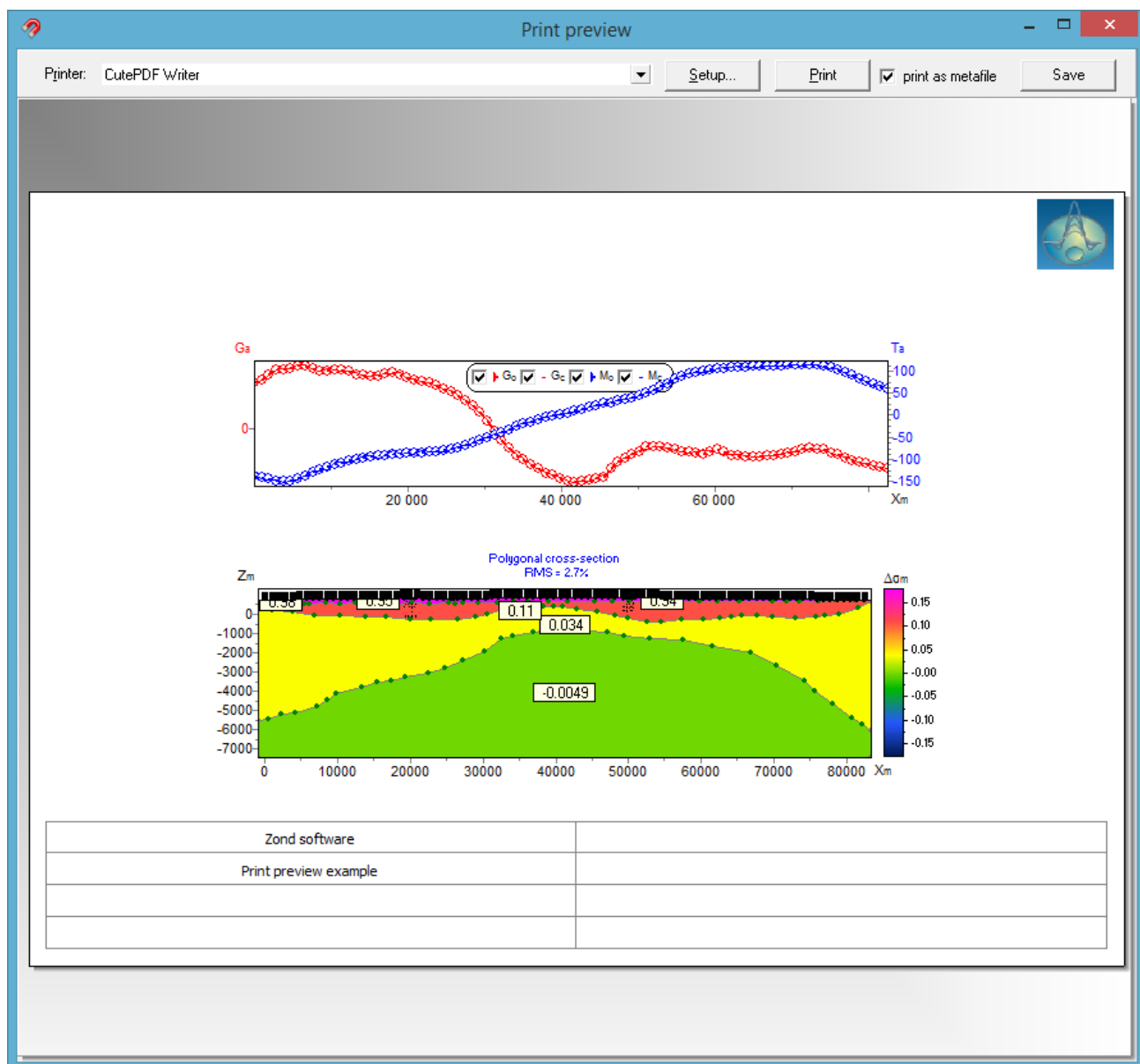
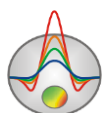


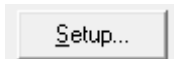
Рис. 57 Окно Print preview

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.

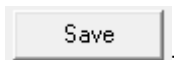




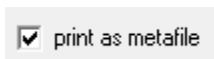
- кнопка настройки печати. В открывающемся окне можно выбрать размер и ориентацию бумаги, свойства печати, количество страниц на листе и другие параметры.



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





- сохранение в bitmap files.



- отправить на печать или сохранить изображение в векторном виде.

Квадраты в верхней части листа предназначены для печатей, штампов или эмблем компании. Щелкните правой кнопкой мыши по квадрату и в появившемся окне выберите растровое изображение, которое необходимо вставить. Размеры квадрата могут быть изменены при помощи мыши.

В нижней части листа расположена редактируемая таблица. Для того, чтобы добавить текст нажмите правой кнопкой мыши в области таблицы и в появившемся окне наберите необходимый текст. Также можно сохранить все комментарии в table files с помощью нажатия на кнопку , или загрузить уже сохранённые надписи, нажав на кнопку .

Диалог настройки параметров отображения модели

Вызывается нажатием правой кнопкой мыши в области модели, в выпадающем меню опция **Setup**.

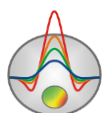
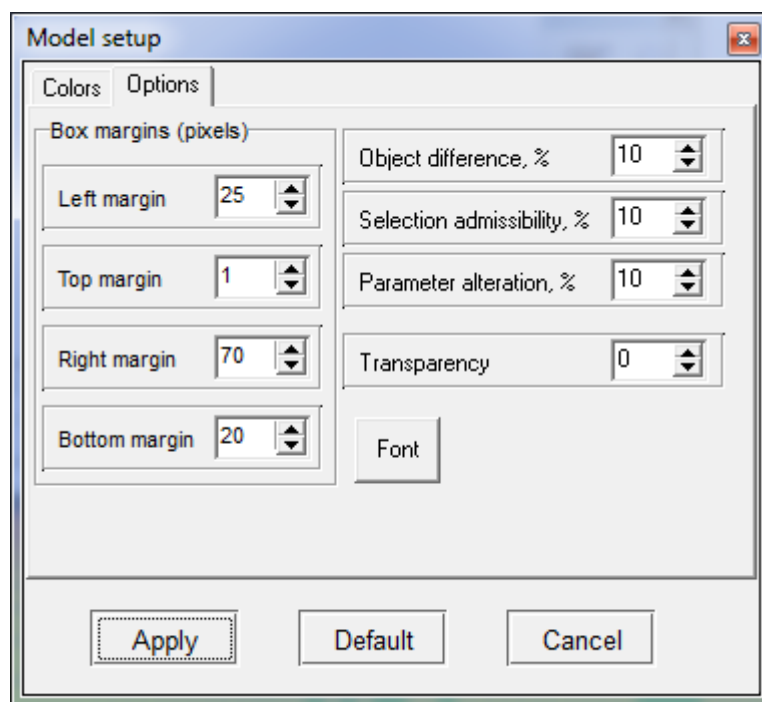


Рис. 58 Окно настройки параметров модели, вкладка Options

Область **Box margins (pixels)**

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.

Поле **Object difference, %** - устанавливает максимальное значение отношения параметров смежных ячеек, при превышении которого между ними рисуется граница.

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

Поле **Parameter alteration, %** – определяет величину приращения к параметрам выделенных ячеек (в процентах относительно значения параметра), при работе в режиме **Edit**, с нажатой клавишей Shift.

Поле **Transparency** – устанавливает прозрачность.

Кнопка **Font** вызывает диалог настройки шрифта.

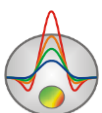
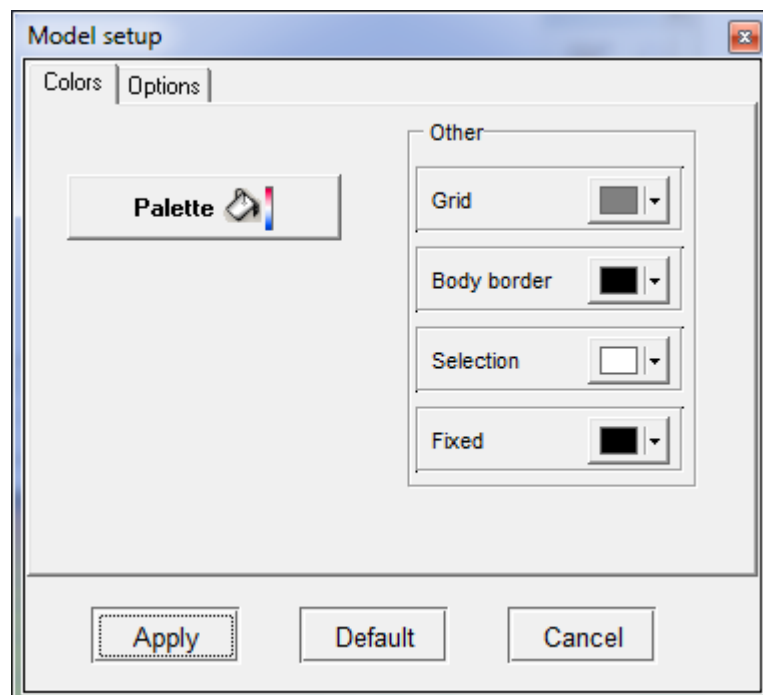


Рис. 59 **Окно настройки параметров модели, вкладка Colors**

Кнопка **Palette** вызывает диалог настройки параметров заливки (подробнее)

Область **Others**

Поле **Grid** – устанавливает цвет сети.

Поле **Body border** – позволяет задать цвет границы между соседними ячейками, если степень различия между ними больше чем заданное в опции **Parameter alteration** значение.

Поле **Selection** - устанавливает цвет метки выделенной ячейки.

Поле **Fixed** - устанавливает цвет метки зафиксированной ячейки.

Форматы данных программы

Формат данных программы ZondGM2D

Программа представляет универсальный формат данных, включающий информацию о координатах и относительных высотах точек измерений. Все геометрические величины, используемые программой, задаются в метрах.

Текстовый файл данных содержит следующие столбцы:

line – номер профиля

Y – вертикальная координата(м)

X – горизонтальная координата

z – высота(м)

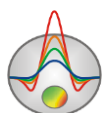
rgros – дистанция вдоль профиля(если не заданы X,Y)

GRAV – измеренные значение гравитационного поля (в млГал)

MAG – измеренные значения магнитного поля (в нТл)

Пример файла данных:

| line | x | y | mag |
|------|----|---|-------|
| 100 | 0 | 0 | 55321 |
| 100 | 5 | 2 | 55324 |
| 100 | 10 | 4 | 55327 |
| 100 | 15 | 6 | 55322 |



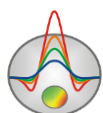
Формат файла данных каротажа и литологии

Для создание файла литологии рекомендуется использовать встроенный модуль программы **ZondGM2D** ([подробнее](#)). Каротажные данные и литологические колонки хранятся в файлах определенного формата. Первый тип файлов с расширением txt – это собственно данные, каротажные или литологические. При создании файла каротажных данных используется следующая структура файла:

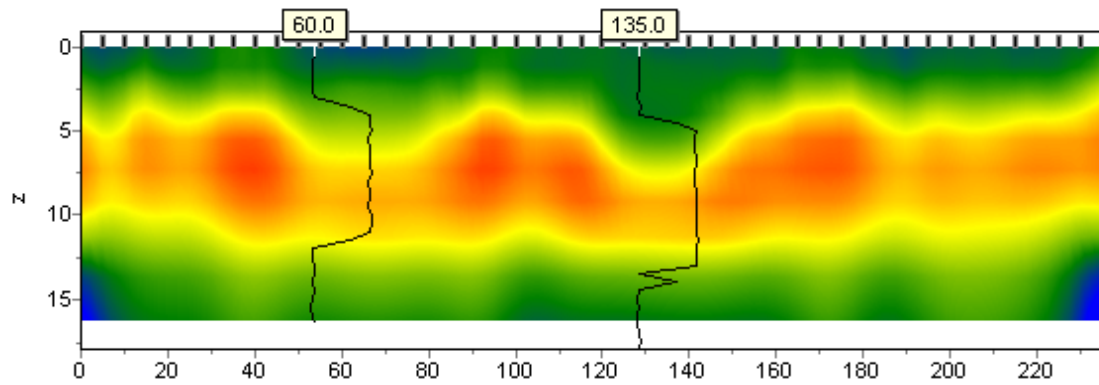
Первая колонка содержит глубину точки записи (от поверхности земли), вторая колонка содержит каротажные измерения. Третья и четвертая колонки содержат нули.

Ниже приведен пример файла каротажных данных:

| | | | |
|------|-------------|---|---|
| 0.5 | 118.3035394 | 0 | 0 |
| 1 | 126.9002384 | 0 | 0 |
| 1.5 | 123.4170888 | 0 | 0 |
| 2 | 116.1519574 | 0 | 0 |
| 2.5 | 117.240884 | 0 | 0 |
| 3 | 111.9424174 | 0 | 0 |
| 3.5 | 142.0405875 | 0 | 0 |
| 4 | 125.3686538 | 0 | 0 |
| 4.5 | 521.0730567 | 0 | 0 |
| 5 | 735.5232592 | 0 | 0 |
| 5.5 | 707.7315998 | 0 | 0 |
| 6 | 706.3561614 | 0 | 0 |
| 6.5 | 725.9945623 | 0 | 0 |
| 7 | 722.433627 | 0 | 0 |
| 7.5 | 717.0991126 | 0 | 0 |
| 8 | 716.9836552 | 0 | 0 |
| 8.5 | 725.5024012 | 0 | 0 |
| 9 | 722.3551713 | 0 | 0 |
| 9.5 | 731.5717173 | 0 | 0 |
| 10 | 723.5097884 | 0 | 0 |
| 10.5 | 726.8844987 | 0 | 0 |
| 11 | 725.962034 | 0 | 0 |

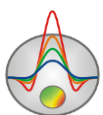
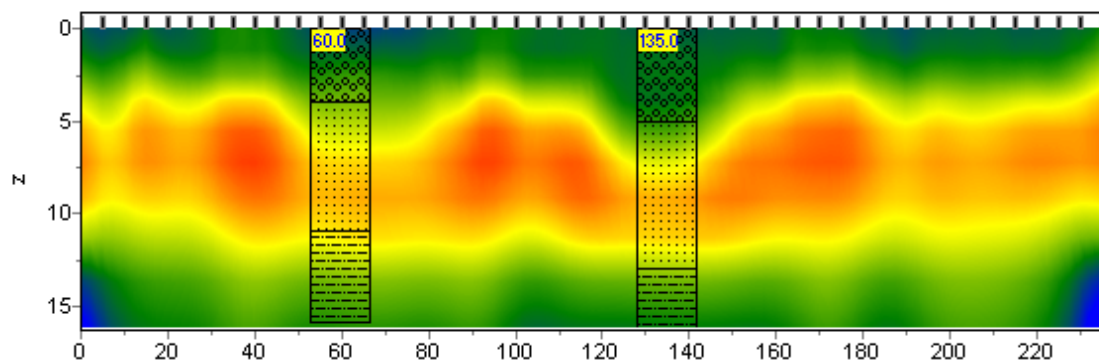


| | | | |
|------|-------------|---|---|
| 11.5 | 743.2485878 | 0 | 0 |
| 12 | 726.4061156 | 0 | 0 |
| 12.5 | 734.399887 | 0 | 0 |
| 13 | 727.9166309 | 0 | 0 |
| 13.5 | 116.1921851 | 0 | 0 |
| 14 | 517.9613065 | 0 | 0 |
| 14.5 | 125.3706264 | 0 | 0 |
| 15 | 111.2952478 | 0 | 0 |
| 15.5 | 131.911879 | 0 | 0 |
| 16 | 107.9217309 | 0 | 0 |
| 16.5 | 114.9327361 | 0 | 0 |
| 17 | 134.0939196 | 0 | 0 |
| 17.5 | 138.4457143 | 0 | 0 |
| 18 | 129.1165104 | 0 | 0 |

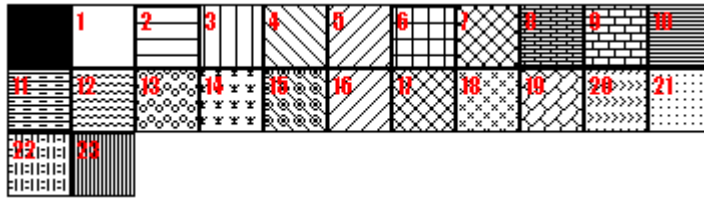


При создании файла с литологической информацией используется следующая структура файла:

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.



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



Ниже приведен пример файла литологических данных.

```

0 1 0 13 Кровля 1 слоя
4 1 0 13 Подошва 1 слоя
4 1 0 19 Кровля 2 слоя
11 1 0 19 Подошва 2 слоя
11 1 0 27 Кровля 3 слоя
16 1 0 27 Подошва 3 слоя

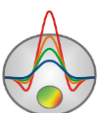
```

Второй тип файлов (расширение *.crt) – управляющий файл, указывающий тип данных и способ отображения. Далее следует описание структуры файла CRT для отображения литологических или каротажных для произвольного количества скважин.

```

2280.txt          Первая строка - имя файла с данными каротажа или литологии
скв2280          Вторая строка - Подпись скважины (будет отображаться на скважине)
18 2 2 1 0 1 0 0  Третья строка содержит управляющие параметры -
Запись 18 – координата скважины на профиле.
2 - ширина изображения (в процентах от длины профиля, обычно 1 - 20).
2 - тип отображения данных 0 - 3.
0 - каротажные данные (в виде график);
1 - каротажные данные (интерполяционная цветовая колонка) для отображения данных
используется цветовая шкала разреза;
2 - литологическая колонка;
3 - каротажные данные (цветная колонка) цвета отображаемых данных
соответствуют шкале модели, цвет на колонке выбирается в соответствии со
значением цветовой шкалы модели;
1 - Параметр нормировки данных каротажных диаграмм 0 - 2.
0,1 – для всех данных используется общий минимум и максимум;
1,2 - вычесть из каждой каротажной диаграммы ее среднее значение;

```



0 - Индекс метода каротажа (если необходимо отображать одновременно несколько типов каротажа, следует ввести индексы для каждого из методов) 0 – n-1, где n – количество методов.

1 - Цвет графика.

0 - Масштаб данных логарифмический 0, линейный 1.

0 – Вертикальное смещение скважины относительно земной поверхности.

3246.txt описание следующей скважины на профиле

скв3246

102 2 2 1 0 1 0 0

Дополнительные материалы:

Видеоуроки на канале youtube:

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

1) 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. В диспетчере устройств донгл должен появиться как “Senselock Elite”

2) Закончился период бесплатных обновлений. В этом случае нужно использовать последнюю работающую версию или приобрести дополнительные 2 года обновлений.

3) 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

