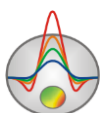


**Программа одномерной интерпретации данных ВЭЗ и
ВЭЗ-ВП (наземные и акваторные измерения).**

ZONDIP1D

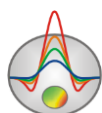
Руководство пользователя



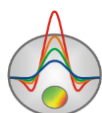
Zond geophysical software

Оглавление

<i>Назначение и возможности программы.....</i>	<i>4</i>
<i>Требования к системе</i>	<i>7</i>
<i>Установка и удаление программы</i>	<i>7</i>
<i>Условные обозначения, принятые в программе.....</i>	<i>8</i>
<i>Создание и открытие файла данных</i>	<i>8</i>
<i>Формат файла данных.....</i>	<i>9</i>
<i>Диалог ввода полевых данных (VES notepad).....</i>	<i>14</i>
<i>Обработка полевых данных</i>	<i>16</i>
<i>Сохранение результатов интерпретации</i>	<i>16</i>
<i>Экспорт данных</i>	<i>17</i>
<i>Порядок работы с программой.....</i>	<i>19</i>
Главное окно программы	19
Библиотека стилей программы.....	20
Панель инструментов главного окна программы.....	21
Меню функций главного окна программы.....	22
“Горячие” клавиши	25
Окно свойств программы.....	26
<i>Интерпретация полевых данных.....</i>	<i>35</i>
Автоматический подбор параметров модели	35
Объекты программы	36
Редактор модели (Model editor)	36
Граф теоретических и экспериментальных кривых (Data Editor)	39
Таблица параметров	44
Разрез (Section)	52
Псевдоразрез (Pseudosection)	57
Графики профилирования (Profile)	61
Работа с площадными данными и 3D визуализация	63
Введение априорной информации	70
Опции совместной интерпретации данных ВЭЗ и МТ (AMT, PMT) зондирований.....	75
Меню Buffer для сравнения результатов инверсии	76
<i>Настройка графических объектов.....</i>	<i>77</i>
Диалог настройки палитры	77
Редактор осей	78
Редактор набора графиков	81



Редактор графика.....	81
Диалог предварительного просмотра печати (Print preview).....	83
<i>Геологический редактор разрезов.....</i>	<i>85</i>
<i>Приложение 1. Формат файла данных литологии.....</i>	<i>90</i>
<i>Дополнительные материалы:</i>	<i>92</i>



Назначение и возможности программы

Программа **ZondIP1D** предназначена для одномерной интерпретации профильных данных различных модификаций вертикального электрического зондирования. Удобный интерфейс и широкие возможности представления данных позволяют максимально эффективно решить поставленную геологическую задачу.

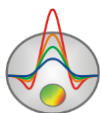
Программа **ZondIP1D** представляет удобный аппарат для автоматической и полуавтоматической (интерактивной) интерпретации профильных данных и может быть использована на IBM PC-совместимых персональных компьютерах с операционной системой Windows.

Метод вертикального электрического зондирования (ВЭЗ) является одним из старейших методов электроразведки. Первые применения метода относятся к 20-м г.г. XX века. Сравнительная простота и наглядность ВЭЗ привела к его широкому распространению и развитию во всем мире.

На сегодняшний день электрические зондирования остаются одним из самых применяемых электроразведочных методов. На основе ВЭЗ разработаны и другие современные технологии – например, электротомография, базирующиеся на тех же принципах, что и для «классических» электрических зондирований. Одним из основных требований к применению геофизических методов является контрастность по физическим свойствам объекта изучения относительно вмещающей среды. Для электроразведки методами сопротивлений, к которым относится ВЭЗ – это означает, что изучаемый объект (тело, слой, пласт и пр.) должен заметно отличаться по удельному электрическому сопротивлению от вмещающих пород [МГУ, 2007].

Удельное электрическое сопротивление ($\rho_{\text{ЭС}}$), измеряемое в омметрах (Омм), характеризует способность пород оказывать электрическое сопротивление прохождению тока и является наиболее универсальным электромагнитным свойством. Оно меняется в горных породах и рудах в очень широких пределах: от 10^{-3} до 10^{15} Омм. Для наиболее распространенных осадочных, изверженных и метаморфических горных пород $\rho_{\text{ЭС}}$ зависит от минерального состава, физико-механических и водных свойств горных пород, концентрации солей в подземных водах и в меньшей мере от их химического состава, а также от некоторых других факторов (температуры, глубины залегания, степени метаморфизма и др.) [Хмелевской, 1997].

Удельное электрическое сопротивление минералов зависит от их внутрикристаллических связей. Для минералов-диэлектриков (кварц, слюды, полевые шпаты и др.) с преимущественно ковалентными связями характерны очень высокие сопротивления (10^{12} - 10^{15} Омм). Минералы-полупроводники (карбонаты, сульфаты, галоиды и др.) имеют ионные



связи и отличаются высокими сопротивлениями ($10^4 - 10^8$ Ом). Глинистые минералы (гидрослюды, монтмориллономит, каолинит и др.) обладают ионно-ковалентными связями и выделяются достаточно низкими сопротивлениями.

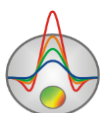
Рудные минералы (самородные, некоторые окислы) отличаются электронной проводимостью и очень хорошо проводят ток. Первые две группы минералов составляют "жесткий" скелет большинства горных пород. Глинистые минералы создают "пластичный" скелет, способный адсорбировать связанную воду, а породы с "жесткими" минералами могут насыщаться лишь растворами и свободной водой, т.е. той, которая может быть выкачана из породы.

Удельное электрическое сопротивление свободных подземных вод меняется от долей Ом при высокой общей минерализации до 1000 Ом при низкой минерализации. Химический состав растворенных в воде солей не играет существенной роли, поэтому по данным электроразведки можно судить лишь об общей минерализации подземных вод. Удельное электрическое сопротивление связанных вод, адсорбированных твердыми частицами породы, низкое и мало меняется (от 1 до 100 Ом). Это объясняется достаточно постоянной их минерализацией (3-1 г/л). Средняя минерализация вод мирового океана равна 36 г/л.

Так как поровая вода (свободная и связанная) отличается значительно более низким удельным электрическим сопротивлением, чем минеральный скелет большинства минералов, то сопротивление горных пород практически не зависит от его минерального состава, а определяется такими параметрами пород, как пористость, трещиноватость, водонасыщенность. С их увеличением сопротивление пород уменьшается за счет увеличения ионов в подземной воде. Поэтому электропроводность большинства пород является ионной (электролитической).

С ростом температуры на 40° сопротивление уменьшается примерно в 2 раза, что объясняется увеличением подвижности ионов. При замерзании сопротивление горных пород возрастает скачком, так как свободная вода становится практически изолятором, а электропроводность определяется лишь связанной водой, которая замерзает при очень низких температурах (ниже -50° C). Возрастание сопротивлений при замерзании разных пород различно: в несколько раз оно увеличивается у глин, до 10 раз - у скальных пород, до 100 раз - у суглинков и супесей и до 1000 и более раз - у песков и грубообломочных пород.

Несмотря на зависимость удельного сопротивления от множества факторов и широкий диапазон изменения у разных пород, основные закономерности УЭС установлены достаточно четко. Изверженные и метаморфические породы характеризуются высокими сопротивлениями (от 500 до 10000 Ом). Среди осадочных пород высокие сопротивления (100 - 1000 Ом) у каменной соли, гипсов, известняков, песчаников и некоторых других.



Обломочные осадочные породы, как правило, имеют тем большее сопротивление, чем больше размер зерен, составляющих породу, т.е. зависят прежде всего от глинистости. При переходе от глин к суглинкам, супесям и пескам удельное сопротивление изменяется от долей и первых единиц омметров к первым десяткам и сотням омметров [Хмелевской, 1997].

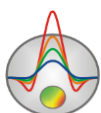
Способность пород поляризоваться, т.е. накапливать заряд при пропускании тока, а затем разряжаться после отключения этого тока оценивается коэффициентом поляризуемости. Величина η вычисляется в процентах как отношение напряжения, которое остается в измерительной линии по истечении определенного времени (обычно 0,5-1 с) после размыкания токовой цепи к напряжению в той же линии при пропускании тока.

Поляризация - это сложный электрохимический процесс, протекающий при пропускании через породу постоянного или низкочастотного переменного (до 10 Гц) тока. Наибольшей поляризуемостью отличаются руды с электронной проводимостью (сульфиды, сульфосоли, некоторые самородные металлы, отдельные окислы, графит, антрацит). Природа этих потенциалов ВП связана с так называемой концентрационной и электродной поляризацией рудных минералов. Коэффициенты поляризуемости до 2-6% наблюдаются над обводненными рыхлыми осадочными породами, в которых имеются глинистые частицы. Поляризуемость их обусловлена деформациями внешних обкладок двойных электрических слоев, возникающих на контакте твердой и жидкой фазы. Большинство изверженных, метаморфических и осадочных пород, насыщенных минеральной водой, слабо поляризуются [Хмелевской, 1997].

Идея метода ВЭЗ чрезвычайно проста. На поверхности земли собирают электроразведочную установку, которая, как правило, состоит из двух питающих и двух приемных электродов (рис. 1).

В земле возникает электрическое поле и, соответственно, электрический ток. Силу тока в питающей линии измеряют с помощью *амперметра*, включенного в цепь. На приемных электродах М и N возникает разность электрических потенциалов, которая измеряется с помощью *вольтметра*.

По результатам измерений можно судить об электрических свойствах горных пород на глубинах проникновения тока в землю. Глубина «погружения тока» зависит, в основном, от расстояния между питающими электродами.



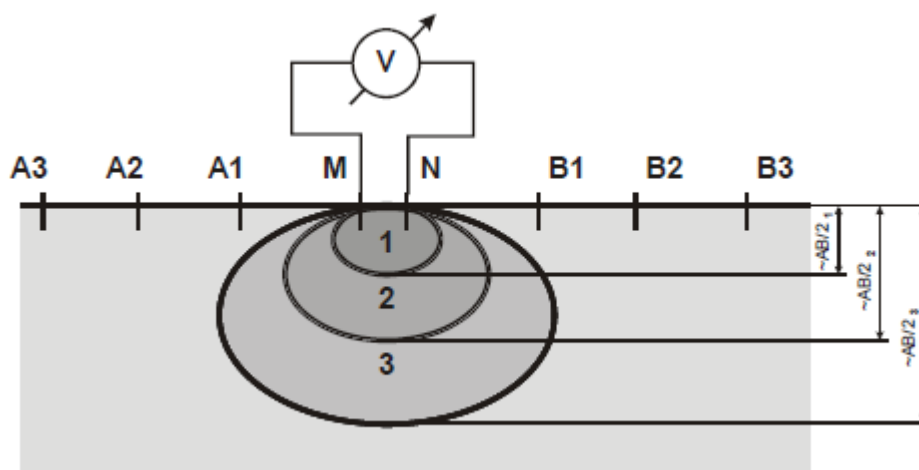


Рис. 1 Схема измерений в методе ВЭЗ.

По результатам выполненных измерений вычисляют кажущееся электрическое сопротивление [МГУ, 2007].

Программа решает прямую и обратную задачи для произвольных установок на поверхности горизонтально-слоистой среды. Параметрами слоя являются: мощность слоя (в метрах), удельное электрическое сопротивление (в Ом м) и поляризуемость (в процентах).

При решении прямой задачи расчет потенциала точечного источника производится по следующей формуле:

$$U(r) = \frac{\rho}{\pi} \left(\frac{1}{r} + \int_0^{\infty} R(m) \cdot J_0(mr) dm \right)$$

Кажущаяся поляризуемость (в процентах) вычисляется по формуле Комарова-Сигела:

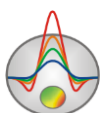
$$\eta_k = \frac{\rho_k(\rho)}{\rho_k[\rho \cdot [1 + \eta/100]]} \cdot 100\%$$

Требования к системе

Программа **ZondIPD** может быть установлена на компьютере с операционной системой Windows XP и выше. Рекомендуемые параметры системы: процессор P IV-2 ГГц, 512 мб. 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 **ZondIPD** поставляется через интернет. В комплект поставки входит настоящее Руководство. Последние обновления программы Вы можете загрузить на сайте: www.zond-geo.com. Для установки программы загрузите программу с сайта 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 рабочие директории программы.

Условные обозначения, принятые в программе

Ro_a – кажущееся сопротивление. $\rho_a = G \cdot \frac{\Delta U}{I}$, где G коэффициент установки.

Eta_a - кажущаяся поляризуемость. $\eta_a = \frac{\Delta U^{ВП}}{\Delta U^{ПП}} \cdot 100\%$, в процентах.

Разнос: АВ/2 для установки Шлюмберже, Венера и симметричной; АМ для двухэлектродной установки; АО для трехэлектродной установки; О'О для диполь-дипольной установки.

Псевдоглубина – приблизительная глубина исследований, связанная с коэффициентом установки (в данном случае разнос установки).

Точка зондирования – положение центра питающей линии для установки Шлюмберже, Венера и симметричной; для других видов зондирований, точка зондирования неопределенна (обычно это положение неподвижного электрода).

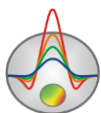
Все геометрические величины программы определяются в метрах.

Создание и открытие файла данных

Для начала работы с программой **ZondIP1D** необходимо создать файл данных определенного формата, содержащий информацию о системе наблюдений и измеренные значения кажущегося сопротивления и поляризуемости. Обычно один файл содержит данные по одному профилю наблюдений.

При использовании многоэлектродных установок, следует иметь в виду, что в качестве элемента данных в программе **ZondIP1D** рассматривается кривая зондирования. Поэтому данные следует представить в виде совокупности кривых зондирования.

Текстовые файлы данных, организованные в формате программы **ZondIPD**, имеют расширение «*.zlf», «*.zlp» и «*.ves». Также программа поддерживает файлы индукционных зондирований с вертикальным магнитным диполем формата *.vmd. Подробно формат файла



данных описан в разделе [Формат файла данных](#). Программа также поддерживает текстовые файлы программы IPI2WIN(dat, dtg) и некоторые другие форматы (USF, es).

Для правильной работы программы файл данных не должен содержать:

- кривые с количеством разносов менее 3
- 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 50000.

При открытии бинарного файла проекта с расширением «*.zlp» загружаются не только полевые данные, но и модель соответствующая проведенной ранее интерпретации.

Формат файла данных

Программа представляет универсальный формат данных, включающий информацию о геометрии установки, координатах и относительных высотах пунктов зондирования.

Формат данных программы Zond-IP data files (расширение *.zlf).

Три первые строки содержат информацию о параметрах измерений, общих для всего профиля.

Первая строка – должна содержать следующие записи, разделенные пробелом или символом табуляции:

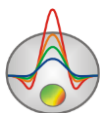
Первая запись – зарезервирована программой **ZondIP1D** для частоты или для данных измерений (значение 8). Вторая запись – (0-5) – тип установки: “0” – Шлюмберже, Веннера (для нее необходимо задавать длину приемной линии), трехэлектродная установка; “1” – дипольно-осевая установка; “2” – двухэлектродная установка; “3” – трехэлектродная универсальная установка; “4” – четырехэлектродная универсальная установка “5” – универсальная любая установка (рис. 2). Последовательность записей в строке для различных установок:

“0” – 0 0 1 (третья запись задает смещение приемной линии относительно питающей вдоль оси Y (задается при необходимости, обычно при измерениях ВП в частотном режиме)).

“1” – 0 1 Len_dip, где Len_dip - длина питающего диполя.

“2” – 0 2

“3” – 0 3 delt_y dircosX dircosY, где delt_y – смещение профиля измерений вдоль оси Y, dircosX и dircosY – направляющие косинусы приемной линии.



“4” – $0.3 \cdot B_x \cdot B_y \cdot \Delta y \cdot \cos X \cdot \cos Y$, где B_x и B_y – координаты второго питающего электрода, Δy – смещение профиля измерений вдоль оси Y , $\cos X$ и $\cos Y$ – направляющие косинусы приемной линии.

Универсальные установки (3,4). Координаты первого питающего электрода равны нулю. Разносы вводятся без учета смещений относительно первого питающего электрода. Измерения производятся вдоль оси X , в положительном направлении. Направляющие косинусы определяют ориентацию приемной линии относительно профиля. Смещение профиля измерений производится в положительном направлении вдоль оси Y . Вообще в универсальных установках (в последних версиях программы) нет надобности. Их можно заменить произвольной установкой типа (5).



Рис. 2 Установки ВЭЗ.

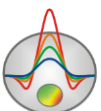
Если выбрана донная система измерений, т.е. электроды располагаются на дне водоема, в первой записи должно стоять число 8. В следующей строке записывается сопротивление воды после ключа “water”. Глубина зондирования вводится в блоке описания зондирования, вместо значения превышения, со знаком минус. Пример описания донной системы:

8 0

Water 30

Вторая строка – должна содержать значения разносов, на которых были проведены измерения. Для установок 0, 3, 4 это расстояние от первого питающего электрода до центра приемной линии. Для дипольно-осевой установки (1) – расстояние между центрами диполей. Для произвольной установки (5) пользователь сам выбирает значения разносов. Для двухэлектродной установки (2) – расстояние между приемным и питающим электродами.

Также может использоваться произвольная установка.



Описание произвольной установки:

произвольная установка типа “5” подразумевает задание положений питающих и приемных электродов в явном виде. При описании данной установки следует ввести X и Y координаты электродов, в строках сразу после строки описания разносов. При этом разносы можно задавать произвольно, т.е. значения выбираются пользователем (они будут использованы только для отображения кривых). Координаты электродов задаются строками начинающимися с ключа, указывающего программе какие координаты и какого электрода содержаться в данной строке. В программе доступны следующие ключи: Ax, Ay, Bx, By, Mx, My, Nx, Ny. Если электрод отсутствует – его значение заменяется символом *. Y – координаты вводятся только при необходимости. Пример задания установки типа “5”:

0 5

1 2 3 4 5 // разносы – задаются пользователем

Ax -1 -2 -3 -4 -5 //X –координаты электрода А для каждого разноса

Bx -2 -3 -4 -5 -6 //X –координаты электрода В для каждого разноса

Mx 1 2 3 4 5 //X –координаты электрода М для каждого разноса

Nx 2 3 4 5 6 //X –координаты электрода N для каждого разноса

В этом примере, как мы видим, Y координаты электродов отсутствуют. Их можно ввести таким же образом, как и X координаты.

Третья строка – может содержать значения разносов приемной линии.

Если третья строка отсутствует, разносы приемной линии считаются бесконечно малыми. Так как программа при расчете прямой задачи учитывает длину приемных линий, эту строку рекомендуется вводить. Для произвольной установки (5) эта строка не вводится.

При использовании сложных систем наблюдений, с изменяющейся от пункта к пункту системой разносов, во вторую и третью строки необходимо вписать все уникальные пары (разнос приемной и питающей линии), использовавшиеся на профиле, по выше описанным правилам.

Далее следуют записи, содержащие информацию о каждом пункте зондирования на профиле, объединенные в описанные ниже блоки.

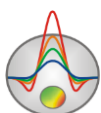
Блок описания пункта зондирования:

Первая строка – индикатор начала блока описания пункта зондирования (должна содержать запись «{»).

Вторая строка – название пункта зондирования.

Третья строка – дополнительные параметры зондирования.

Первая запись - координата пункта зондирования вдоль профиля, вторая запись – превышение рельефа или глубина (положительное число для наземной системы, отрицательное для донной; (в метрах)).



Четвертая и пятая строки содержат, собственно, полевые измерения.

Каждая из описываемых строк должна начинаться с записи-ключа указывающей программе, к какому типу данных относить следующие за нею значения.

Значения управляющих ключей контролирующих тип данных:

«Ro_a» – кажущиеся сопротивления.

В случае использования донной системы (8), во избежание ошибок при расчете кажущегося сопротивления, в эту строку вводятся отношения измеренного сигнала к току (нормированный сигнал).

«Eta_a» – кажущиеся поляризуемости.

Если к ключу добавлено «_w» - то в данной строке задаются веса отдельных измерений.

Число и последовательность записей в строках должна соответствовать системе разносов описанных во второй строке файла. При отсутствии измерения на каком либо разносе, его значение заменяется символом «*».

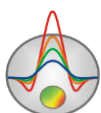
Шестая строка – индикатор конца блока описания пункта зондирования (должна содержать запись «{»).

Далее идет описание следующего пункта зондирования начиная с символа «{» и так далее.

Также программа работает с файлами с расширением *.ves. Данный формат удобен для подготовки полевых данных в любом текстовом редакторе. Ниже приведен пример файла *.ves формата:

Первая строка содержит значение частоты тока (Гц), во второй указано имя точки зондирования, в третьей строке указываются координаты, затем следует таблица из параметров установки и значений кажущихся сопротивлений. После блока, содержащего информацию для первой точки, следует блок для следующей, начинающийся с поля title и т.д.

```
frequency 4.88
name: 1
X 10
Y 0
Z 0
ab/2 mn rk nk
1 1 100 2
2.5 1 101 2
5 1 90 2
8 1 80 2
10 1 70 2
25 1 80 2
50 1 90 2
80 1 101 2
```



Программа **ZondIP1D** поддерживает файлы индукционных зондирований с вертикальным магнитным диполем формата *.vmd. Данные файлы включают информацию о геометрии установки, координатах и относительных высотах пунктов зондирования.

Первая строка – должна содержать высоту установки.

Вторая строка – должна содержать значения разносов (расстояний между приемным и питающим диполем) на которых были проведены измерения, отсортированные в порядке возрастания.

Третья строка – должна содержать значения частот (Гц) на которых произведены измерения, отсортированные в порядке убывания.

При использовании сложных систем наблюдений, с изменяющейся от пункта к пункту системой разносов, во вторую строку необходимо вписать все уникальные разносы, использовавшиеся на профиле, по выше описанным правилам.

Далее следуют записи, содержащие информацию о каждом пункте зондирования на профиле, объединенные в описанные ниже блоки.

Блок описания пункта зондирования.

Первая строка – индикатор начала блока описания пункта зондирования (должна содержать запись «{»).

Вторая строка – название пункта зондирования.

Третья строка – дополнительные параметры зондирования.

Первая запись - координата пункта зондирования вдоль профиля, *вторая запись* – превышение рельефа (положительное число; минимальная высота принимается равной 0, остальные вычисляются, как превышения над нею (в метрах)).

Четвертая и последующие строки содержат, собственно, полевые измерения.

Каждая из описываемых строк должна начинаться с записи-ключа указывающей программе, к какому типу данных относить следующие за нею значения.

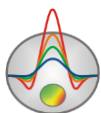
Значения управляющих ключей контролирующих тип данных:

«Hz/HrN» – отношения компонент магнитного поля, измеренные на частоте, записанной под номером N в третьей строке файла.

Число и последовательность записей в строках должна строго соответствовать системе наблюдений, описанной во второй и третьей строке файла. При отсутствии измерения на каком-либо разноте, его значение заменяется символом «*». При отсутствии измерений на какой-нибудь из частот, строка с индексом этой частоты пропускается.

Если к ключу добавлено «_w» - то в данной строке задаются веса отдельных измерений.

Последняя строка – индикатор конца блока описания пункта зондирования (должна содержать запись «}»).



Запись станций должна осуществляться в той последовательности, как они расположены на профиле (в порядке возрастания координаты).

Диалог ввода полевых данных (VES notepad)

Диалог предназначен для ввода новых данных и доступен в главном меню программы **File/VES notepad**. На рис. 3 показано диалоговое окно опции **VES notepad**.

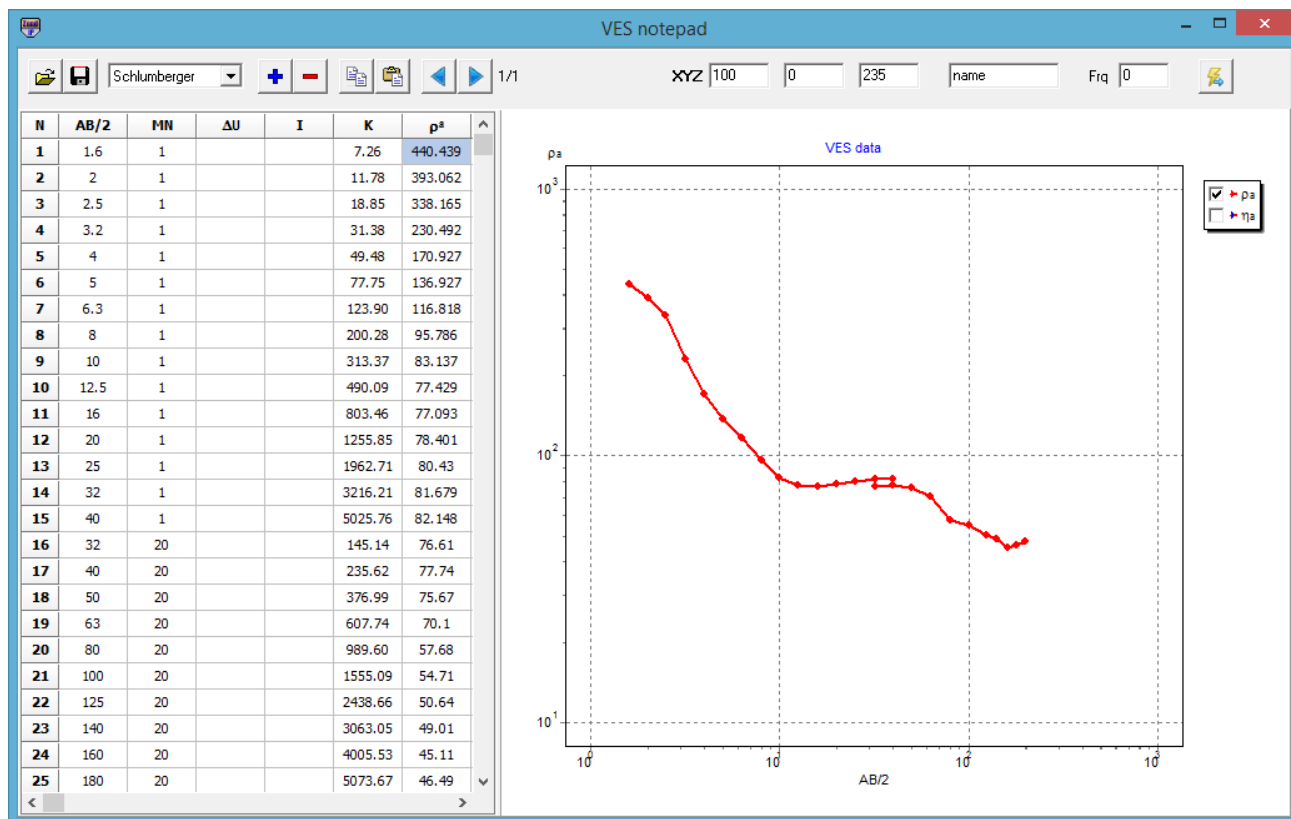
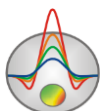


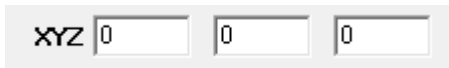
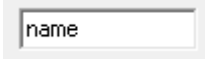
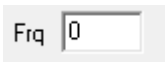



Рис. 3 Диалоговое окно VES notepad.

Главное меню окна содержит следующие кнопки:

	Открыть файл данных для одного зондирования или базу данных для нескольких в формате *.txt.
	Сохранить файл для одного зондирования или базу данных для нескольких зондирований в формате *.txt.
	Поле выбора типа установки.
	Добавить точку зондирования.
	Удалить точку зондирования.
	Скопировать данные в таблице.





	Вставить данные из буфера обмена (скопированные, например, в файле MS Excel).
	Перейти к соседней точке.
	поля ввода, где последовательно вводятся координаты X,Y,Z(превышение рельефа), пункта зондирования.
	В данное поле следует вводить название пункта зондирования. Желательно не более 5 символов.
	Если частота тока относительно высокая (>20 Гц), то начиная с некоторых разносов, это может влиять на результаты. Для относительно низких частот (<10 Гц), можно использовать значение равное нулю.
	Сформировать проект и перейти в режим интерпретации.

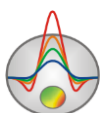
Данные могут быть напрямую скопированы в таблицу из приложения MS Excel ([CTRL] + [C], [CTRL] + [V]).

В поле **XYZ** необходимо задать координаты точки зондирования, а также название точки (поле «name» на рис. 3).

В поле **Frq** – установить частоту тока. Позволяет проводить расчет с учетом частоты, рекомендуется использовать в случае частот тока более 20 Гц.

В левой области окна расположена таблица, содержащая следующие графы: первые один или два столбца (в зависимости от типа установки) предназначены для задания геометрии установки. Для установки Шлюмберже: [AB/2] – половина длины питающей линии, [MN] – длина приемной линии; 3-х электродной установки Шлюмберже – A0, [MN] – длина приемной линии; для установки Веннера [AB/2] – половина длины питающей линии, для диполь-дипольной установки [OO] – расстояние между центрами приемной и питающей линий, [MN] – длина питающей линии; для установки pole-pole АО. Затем идут столбцы, содержащие непосредственно данные измерений: [ΔU] – напряжение, [I], [A] – сила тока, [K] – коэффициент установки (рассчитывается автоматически), [ρ_a,Омм] – кажущееся сопротивление (может быть как установлено, так и рассчитано автоматически), [η_a] – кажущаяся поляризуемость.

Используйте кнопку  для создания следующих точек зондирования. После того, как будут установлены все параметры, нажмите кнопку  для перехода к инверсии.



Обработка полевых данных

Обработка полевых данных осуществляется функционалом раздела меню **Data operations** и применяется сразу ко всему профилю измерений.

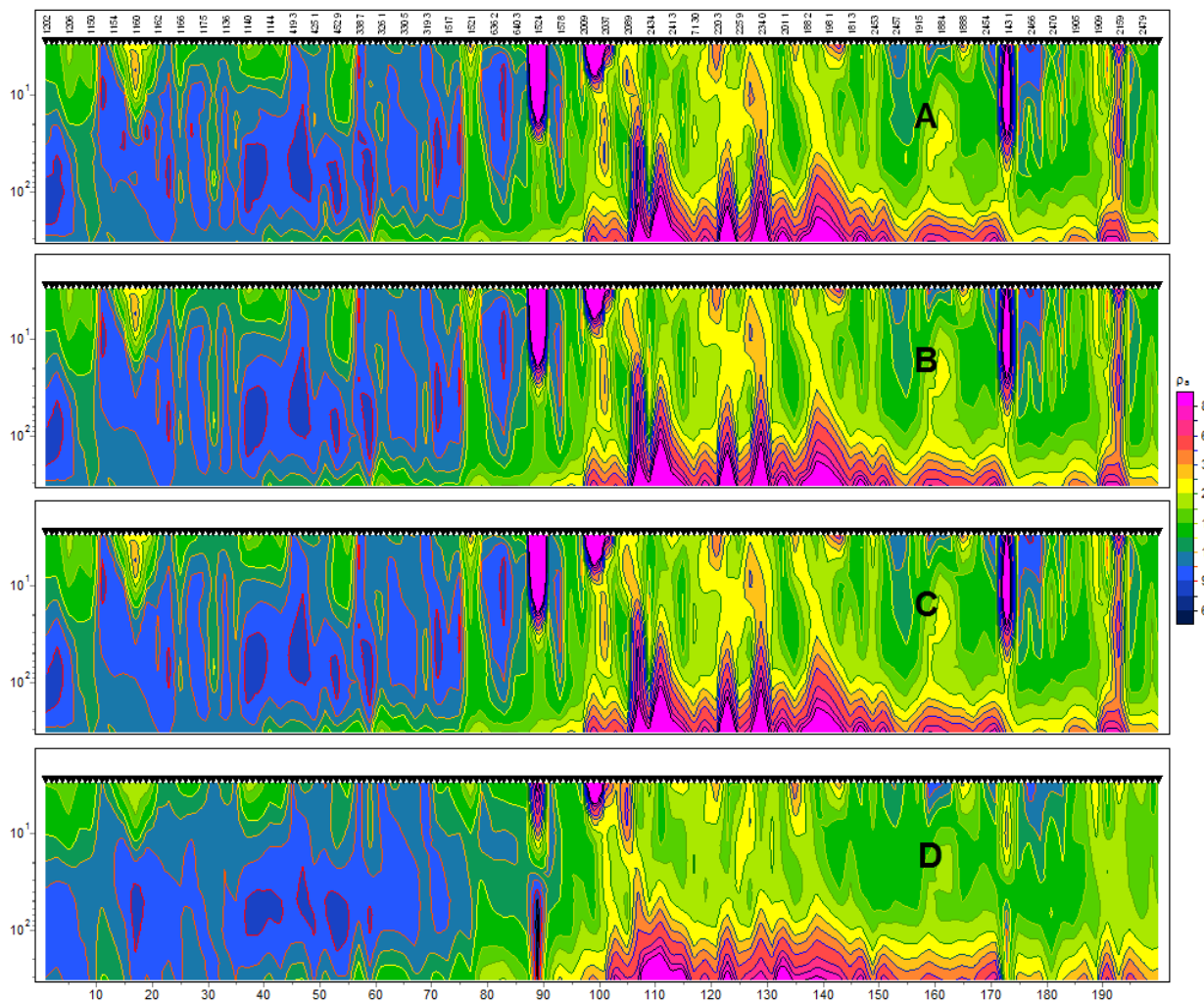
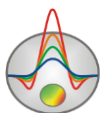



Рис. 4 Пример применения функций Data operations к профильным данным. Где А - исходные данные, В - данные после применения опции *Denoise data*, С – данные после применения опции *Smooth data*, D - после применения опции *2D Smoothing*.

Сохранение результатов интерпретации

Результат интерпретации профиля данных хранится в бинарном файле проекта Zond-IP project files (расширение *.zlp). В этом файле хранится имя файла с полевыми данными,



подобранные параметры и пределы изменения параметров для каждого пункта зондирования и многое другое. Сохранить результат интерпретации, можно нажав кнопку  панели инструментов или соответствующий ей пункт меню. При включенной опции автосохранения результат интерпретации будет автоматически сохраняться через заданный промежуток времени. Также можно сохранить теоретические и наблюдаемые кривые в формате zlf.

Возможные варианты сохранения данных:

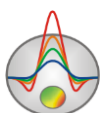
Project data files	Сохранить текущий проект в файл zlp.
Calculated data files	Сохранить рассчитанные значения в текстовый файл данных.
XYZ model files	Сохранить модель среды в табличный файл.
Section file	Сохранить текущую модель в формате sec (графическое изображение с привязкой углов). Данный тип файла может быть использован в качестве подложки.
Project with calculated	Сохранить текущий проект в файл, при этом наблюдаемые данные заменяются расчетными.
Model in columns	Сохранить текущую модель в виде таблицы параметров в формате DAT
Observed data files	сохранить файл наблюдаемых данных с учетом выполненного редактирования (расширение *.ves)

Экспорт данных

Программа **ZondIP1D** позволяет экспортировать данные в формат MS Excel, Auto CAD, а также создавать файлы для использования в других программах **Zond**. Данная функция доступна во вкладке **File/Export to**.

Доступны следующие опции экспорта данных:

<i>Excel report</i>
Создать файл, содержащий отчетную информацию по каждой точке зондирования измеренные и рассчитанные данные, координаты точки зондирования, модели параметров и т.д.
<i>Excel map</i>
Создать файл, содержащий название станций, их координаты и значения удельного сопротивления и положения подошвы для каждого из слоев на каждой точке зондирования (удобно при построении площадных карт распределения параметра).



<i>SEG-Y file</i>
Экспортировать модель в файл формата Seg-Y.
<i>CAD section</i>
Экспорт моделей в файл программы AutoCad формата *.dxf.
<i>Pseudo BH data</i>
Создать набор файлов, соответствующих точкам зондирования, в формате данных по скважинам crt.
<i>MOD1D file</i>
Сохранить модель в файле расширением *.mod1d для дальнейшего использования в других программах Zond .
<i>Joint_inv file</i>
Создать файл данных для совместной инверсии, который может быть использован другими одномерными программами Zond .

При выборе опции ***Export/Pseudo BH data*** создается набор моделей в формате данных каротажа и литологии. Эти данные удобно использовать в качестве, например, опорных при интерпретации других методов в программах **Zond**, или при интерпретации данных по соседним профилям. В этом случае данные загружаются в качестве литологических колонок, цветовая шкала которых соответствует значениям удельного сопротивления.

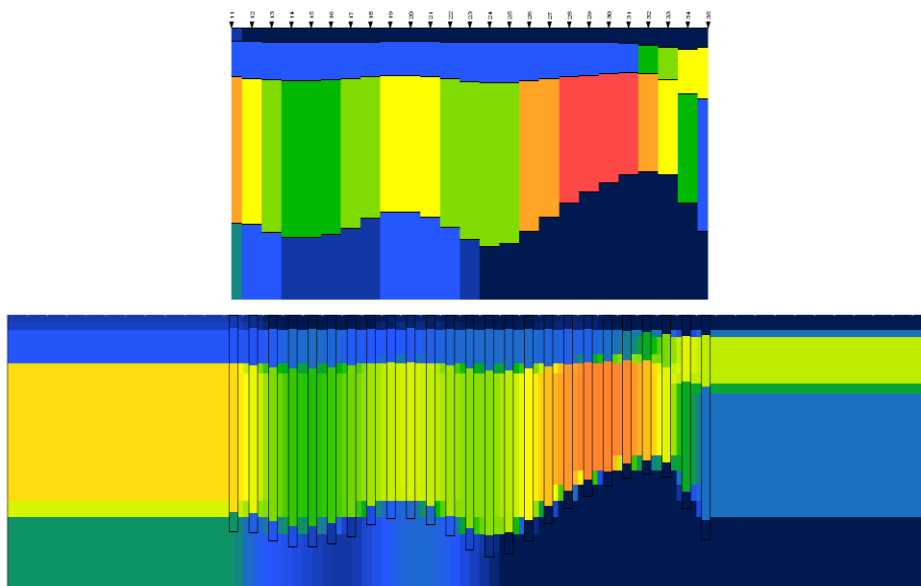
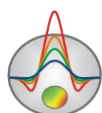


Рис. 5 Пример использования моделей сохраненных с помощью опции **Export/Pseudo BH data** в другой программе.



Для сопоставления результатов различных методов также можно использовать функцию экспорта **MOD1D file**. При использовании этого файла в другой программе **Zond** или для





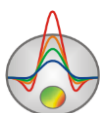
другого профиля при площадной съемке, сохраненная таким образом модель будет загружена в качестве новой модели.

Порядок работы с программой

Главное окно программы

После создания файла данных «*.zlf» или «*.ves», его следует загрузить с помощью кнопки  или соответствующего ей пункта меню. При успешной загрузке файла на панели инструментов главного окна программы активизируются функциональные кнопки для работы с данными, и в правой секции панели статуса появляется краткая информация о первом пункте зондирования (рис. 6). 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. Нажатие первой системной кнопки  окна, обозначенной в плане, как “настройка объектов” вызывает контекстное меню, позволяющее вызвать диалог настройки для каждого из содержащихся в окне объектов. Порядок редактирования объектов подробно описан в соответствующих разделах ([Редактор модели](#), [Разрез](#), [Таблица параметров](#), [Псевдоразрез](#), [Графики профилирования](#), [Граф теоретических и экспериментальных кривых](#)).

Вторая  и третья  кнопки позволяют перемещаться от одного пункта зондирования к другому.



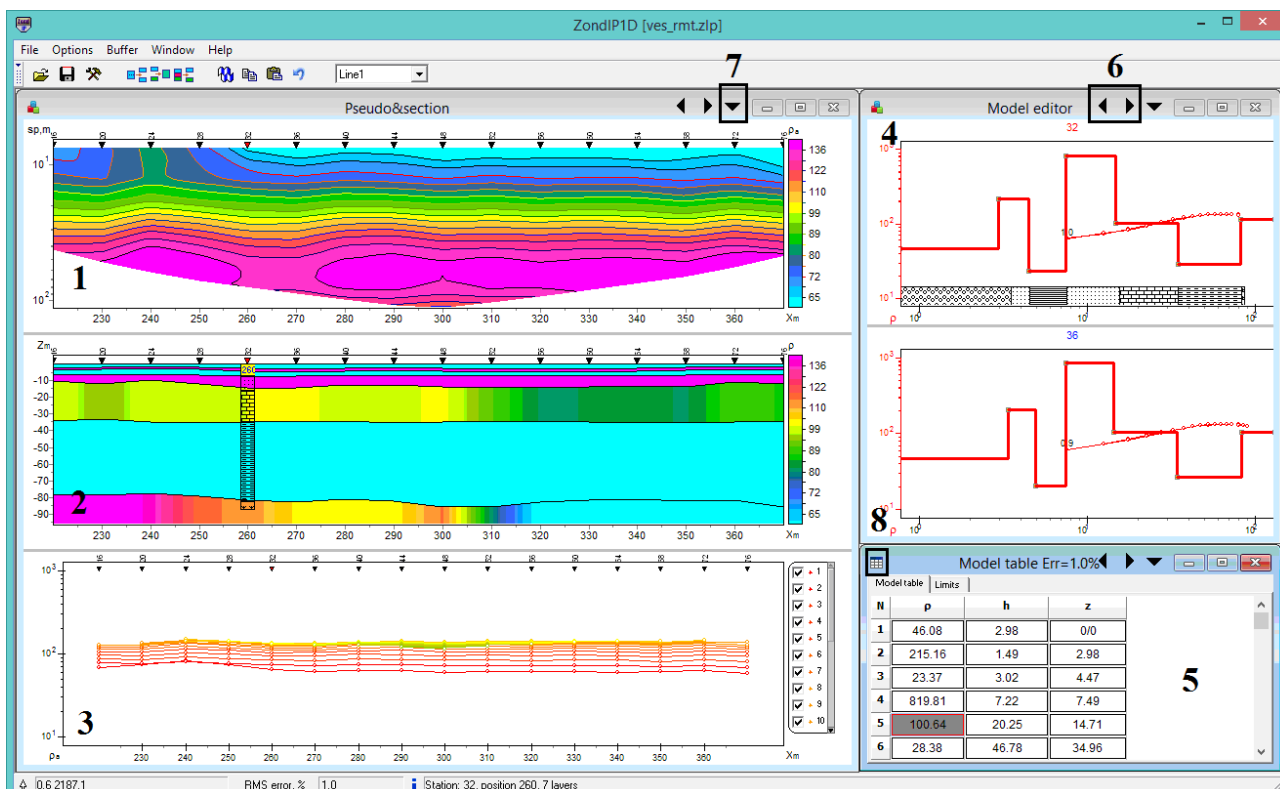


Рис. 6 Главное окно программы. Цифрами отмечены следующие окна: 1 – Псевдоразрез, 2 – Разрез, 3 – Графики профилирования, 4 – Редактор модели, 5 – Таблица параметров; 6 – кнопки перехода от одного пункта к другому, 7 – кнопка настройки объектов, 8 – кнопка дополнительных опций.

Библиотека стилей программы

Для выбора используйте вкладку **Window** меню функций главного окна программы.

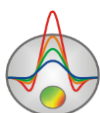
Библиотека содержит 4 варианта конфигурации объектов.

В стиле **Interpretation** (рис.6) пользователь одновременно оперирует четырьмя окнами: первое окно содержит псевдоразрез, разрез и графики профилирования (с возможностью выбора пользователем изображаемого параметра), разделенные плавающим бегунком; во втором окне расположены графы (от одного до трех) редактирования модели; в третьем графы – таблица параметров, в четвертом – граф теоретических и экспериментальных кривых.

В стиле **Standard** – отсутствуют граф теоретических и экспериментальных кривых и графики профилирования.

Стиль **Profile** не содержит граф теоретических и экспериментальных кривых.












В стиле **User** вместо двух первых окон используется одно. Пользователь сам выбирает, какой параметр будет отображать каждый из объектов.

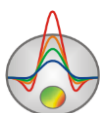


Опции *Tile vertical* и *Tile horizontal* вкладки **Window** позволяет изменять расположение открытых рабочих окон программы. Опция *Default* возвращает настройки окон по умолчанию для выбранного стиля просмотра.

Панель инструментов главного окна программы

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

	Открыть файл данных или проекта.
	Сохранить результат интерпретации или рассчитанные кривые.
	Запустить диалог установки параметров программы.
	Добавить слой. Выделенный пользователем слой разбивается на два с равными (в логарифмическом масштабе) мощностями.
	Объединить два слоя в один с мощностью равной суммарной мощности обоих.
	Удалить выбранный слой.
	При нажатии правой кнопкой мыши: отобразить всплывающее меню, в котором необходимо выбрать, для каких пунктов будет выполнена инверсия: <i>current</i> – для текущей точки, <i>to end</i> – от текущей точки и до конца профиля, <i>to start</i> – от текущей точки и до начала профиля. При нажатии левой кнопкой мыши: запустить инверсию в выбранном направлении или для текущей точки.
	Записать в буфер модель на текущем пикете.
	Правая кнопка мыши вызывает всплывающее меню со следующими опциями: <i>To end</i> - скопировать модель из буфера в текущую и все последующие станции (до конца профиля); <i>To start</i> - скопировать модель из буфера в текущую и все предыдущие станции (до начала профиля); <i>unfixed only</i> – скопировать только незакрепленные параметры.
	Отменить последнее действие на текущей станции.
	Выбор профиля (при работе с площадными данными).

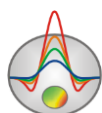


Меню функций главного окна программы

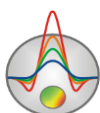
Если необходимо в процессе работы с программой вызвать подсказку о той или иной функции меню, это делается нажатием правой кнопкой мыши на эту опцию.

Ниже перечислены названия пунктов меню и их назначение:

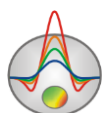
File
File/VES Notepad
Открыть диалог ввода полевых данных (подробнее).
File/Open data
Открыть файл данных формата «*.zlf» или «*.zlp».
File/Save data
Сохранить результат интерпретации или теоретические кривые.
File/Edit data
Открыть и редактировать, используемый программой файл данных, в редакторе Notepad.
File/Program setup
Запустить диалог установки параметров программы (подробнее).
File/Project information
Добавить информацию о текущем проекте (название компании, место проведения работ, название проекта, аппаратура, оператор, дополнительная информация и т.д.).
File/Load MOD1D/2D
Загрузить файл модели формата *.mod1d или *.mod2d, сохраненный ранее в других программах Zond .
File/Export to
Экспортировать данные или модель (подробнее).
File/Print preview
Вызвать диалог печати модели или данных (подробнее).
File/Русский
Меню программы на русском языке.
File/English
Меню программы на английском языке.
File/Recent
Открыть один из ранее открытых проектов.
File/Exit
Выйти из программы.
Options



Options/ <i>Set lines/coordinates</i>
Установить линию профиля (при работе с площадными данными) (подробнее).
Options/ <i>Plane data</i>
Отобразить план изолиний выбранного параметра. Рекомендуется для площадных данных (подробнее).
Options/ <i>3D fence diagram</i>
Вызвать диалог просмотра объемной модели. Работает с площадными данными (подробнее).
Options/ <i>Geological editor</i>
Вызвать полигональный редактор разреза, позволяющий легко наложить геологические объекты на результаты геофизической интерпретации (подробнее).
Options/ <i>Boreholes</i>
Options/Boreholes/ <i>Create/edit borehole data</i>
Вызвать диалог создания (или редактирования) колонок скважинной информации (подробнее).
Options/Boreholes/ <i>Load borehole data</i>
Загрузить скважинные данные из файла специального формата. Такой файл должен быть предварительно сохранен в этой или другой программой Zond . Таким образом легко осуществлять обмен скважинной информацией между разными проектами или программами.
Options/Boreholes/ <i>Remove borehole data</i>
Удалить скважинные данные из проекта.
Options/ <i>Data operations</i>
Options/Data operations/ <i>Denoise data</i>
Процедура автоматической коррекции наблюдаемых данных. В данном варианте удаляются только резкие выбросы на кривых. Применяется ко всему профилю. Рекомендуется предварительно сохранить оригинальные данные (подробнее).
Options/ Data operations/ <i>Smooth data</i>
Процедура автоматической коррекции наблюдаемых данных. В данном варианте удаляются резкие выбросы и производится легкое сглаживание кривых. Применяется ко всему профилю. Рекомендуется предварительно сохранить оригинальные данные.
Options/Data operations/ <i>2D smoothing</i>
Процедура двумерной автоматической коррекции наблюдаемых данных. В отличие от предыдущих вариантов, при анализе используются особенности соседних кривых зондирований. Возможно подавление Р/С эффектов. Процедура применяется ко всему



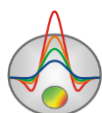
профилю. Рекомендуется предварительно сохранить оригинальные данные.
Options/<i>Invert&Apriori</i>
Options/ Invert&Apriori/Set boundaries
Вызывает вспомогательный диалог для внедрения набора априорных границ в разрез. Если имеются точные сведения о геометрии геоэлектрических горизонтов, их можно ввести с помощью мыши. При использовании априорных границ рекомендуется следующие настройки: smooth inversion, m0=median (подробнее).
Options/ Invert&Apriori/Load boundaries
Построить модель на основании априорных границ из текстового файла.
Options/ Invert&Apriori/Smooth model
Сгладить текущую модель в горизонтальном и вертикальном направлениях.
Options/ Invert&Apriori/Global search
Процедура поиска глобального минимума решения. Для успешного выполнения этой процедуры следует задавать общие и индивидуальные пределы изменения параметров. Процедура не гарантирует попадания в реальный глобальный минимум решения и успешность ее применения зависит от правильно заданных пределов изменения параметров.
Options/BiLog scale 1:1
Устанавливает билогарифмический масштаб для графов отображающих отдельные кривые зондирования.
Options/MT Data
Подраздел меню для совместной интерпретации данных МТ (АМТ, РМТ) и ВЭЗ (подробнее).
Buffer
Buffer/Model 1,2...5
Записать или загрузить в(из) буфер(а) обмена модель.
Buffer/Open
Открыть в одном окне все сохраненные в буфере модели для текущей станции (подробнее).
Window
Window/Tile vertical
Вертикальное упорядочивание окон.
Window/Tile horizontal
Горизонтальное упорядочивание окон.
Window/Zond “Standard”
Загрузка стиля “Standard”.
Window/Zond “Profile”



Загрузка стиля “Profile”.
Window/ Zond “User”
Загрузка стиля “User”.
Window/ Zond “Interpretation”
Загрузка стиля “Interpretation”.
Window/ Default
Задать параметры окон по умолчанию для текущего стиля.
Help
Help/ About
О программе.
Help/ Context
Загрузить файл справки.
Help/ Check for updates
Проверить обновления на сайте www.zond-geo.com .
Help/ Error! Clear setting
Перезагрузить программу при возникновении ошибки и очистить все настройки.
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.


“Горячие” клавиши

[Space]	Вызвать процедуру автоматического подбора модели для данного пункта
[S]	Добавить слой. Выделенный пользователем слой разбивается на два с равными (в логарифмическом масштабе) мощностями.
[M]	Объединить два слоя в один с мощностью равной суммарной мощности обоих.
[D]	Удалить выбранный слой.



->	Переместится к следующей станции
<-	Переместится к предыдущей станции
[Escape]	Прервать процесс автоматического подбора.

Окно свойств программы

Окно позволяет настроить опции автоматического сохранения проекта, начальной модели, значения по умолчанию и параметры инверсии; вызывается кнопкой  панели инструментов или соответствующим ей пунктом меню (**File/Program setup**).

Вкладка Options

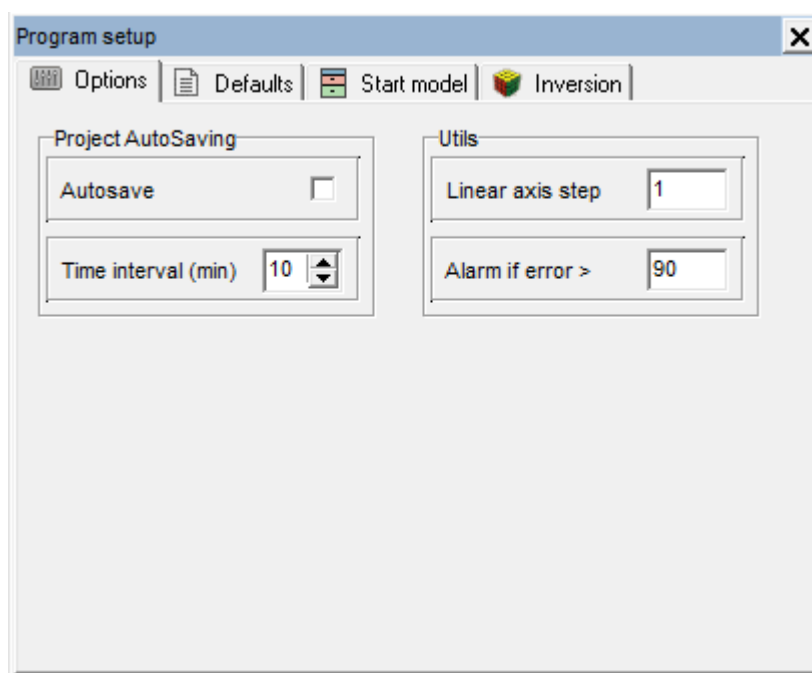


Рис. 7 Окно Program Setup, вкладка Options

Область **Project AutoSaving** – устанавливает режим автоматического сохранения открытого проекта.

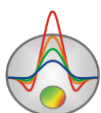
Опция **Autosave** – включает режим автоматического сохранения открытого проекта через заданный интервал времени.

Поле **Time interval** – задает интервал времени, через который происходит автоматическое сохранение проекта в минутах (данные сохраняются в файл, имя которого составляется из имени открытого файла, с добавлением 'Temp').

Область **Utils** – настраивает дополнительные параметры.

Поле **Linear axis step** – задает желаемый шаг разбиения линейной оси. Данная опция используется для изменения масштаба изображения.

Поле **Alarm if error >** – вызывает диалог подтверждения профильной инверсии, если ошибка на текущем пикете превышает заданное в поле значение.



Вкладка Defaults

Данная вкладка предназначена для задания разнообразных параметров, используемых при работе с моделью. Строки соответствуют типу параметров слоев (свойства и мощность), столбцы опциям (рис. 8).

Первый столбец [Value] – значение по умолчанию (используется при задании начальной модели).

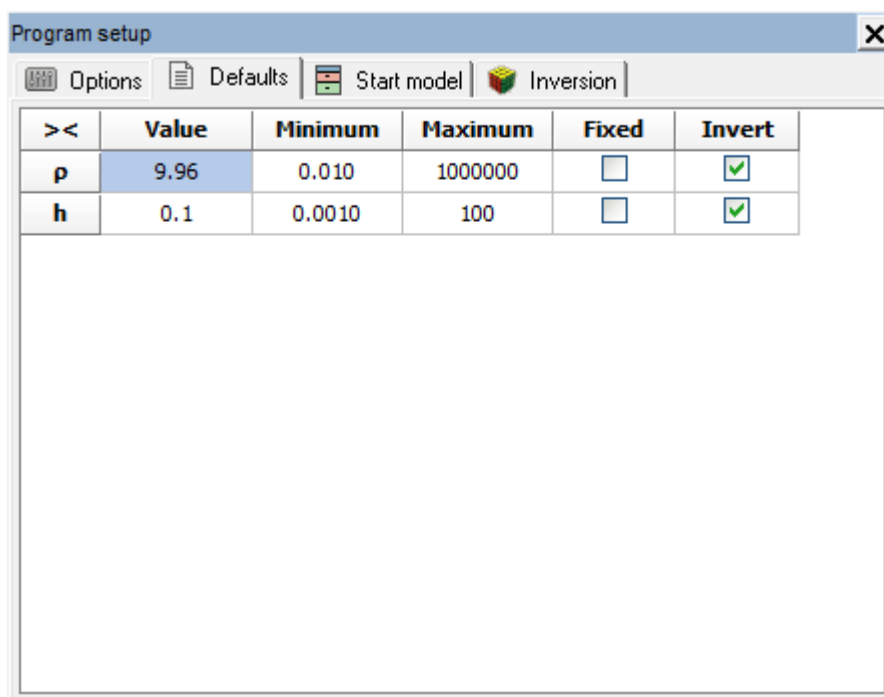


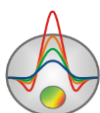
Рис. 8 Окно Program Setup, вкладка Defaults

Второй столбец [Minimum] – значение нижней границы изменения параметра по умолчанию (используется при фиксации параметров). Используется в *Global search*, если не заданы индивидуальные пределы.

Третий столбец [Maximum] – значение верхней границы изменения параметра по умолчанию (используется при фиксации параметров). Используется в *Global search*, если не заданы индивидуальные пределы.

Четвертый столбец [Fixed] – определяет должен ли быть зафиксирован параметр данного типа после чтения файла полевых данных. Опция не действует при загрузке файла-проекта.

Пятый столбец [Invert] – определяет, следует ли корректировать параметр данного типа при автоматическом подборе.



Вкладка Start model

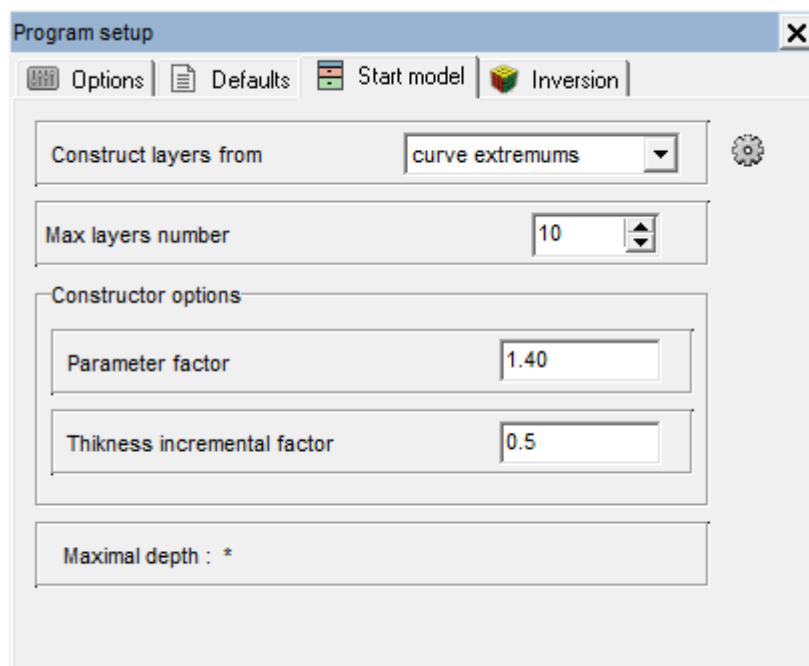


Рис. 9 Окно Program Setup, вкладка Start model.

Вкладка служит конструктором начальной модели для всех станций профиля.

Поле **Construct layers from** – задает алгоритм, по которому будут определяться положения границ слоев.

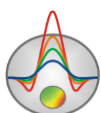
Значение *curve extremums* – положения границ определяются по полевым кривым (из анализа экстремумов). Максимальное количество слоев задается в поле Layers number.

Значение *incremental factor* – при задании мощностей слоев используются значения по умолчанию. Мощность каждого последующего слоя равна мощности предыдущего умноженного на *Thickness incremental factor*. Количество слоев задается в поле **layers number**.


Область **Constructor options** - содержит опции, предназначенные для задания начальных параметров модели.

Поле **Parameter factor** – задает коэффициент, на который будут домножаться максимумы и делиться минимумы параметров модели (пределы 1 - 4). Коэффициент повышает контрастность начальной модели, что особенно важно, если кривые не имеют асимптот.

Поле **Thickness incremental factor** – задает коэффициент, на который будут домножаться толщины слоев (пределы 0.2 - 1) или коэффициент увеличения мощности каждого последующего слоя в режиме incremental factor (пределы 1 – 4).



Значение *Maximal depth* – показывает максимальную глубину, для текущих параметров разбиения конструктора модели.

После установки параметров стартовой модели можно применить их к текущему проекту, не закрывая окна настройки параметров программы, нажав кнопку .

Вкладка **Inversion**

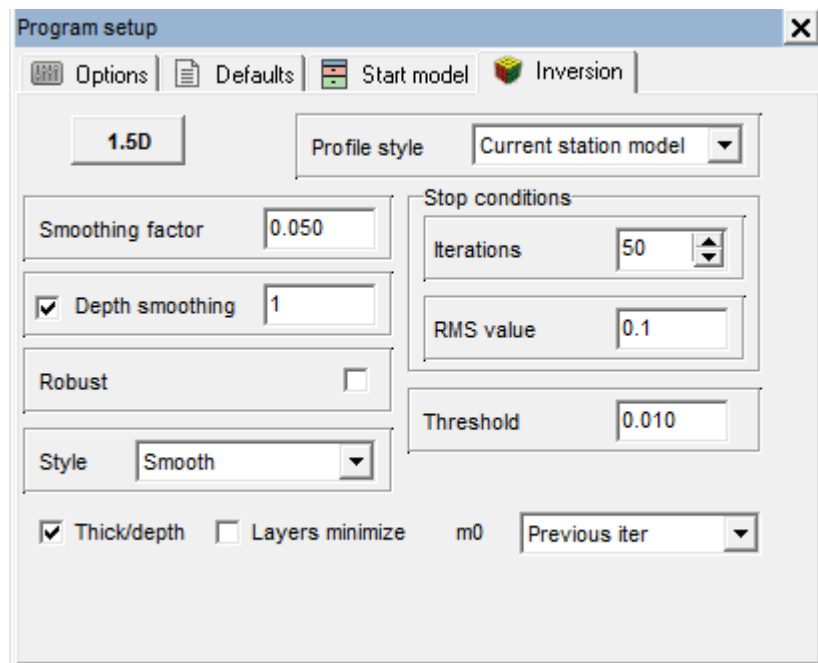


Рис. 10 Окно **Program Setup**, вкладка **Inversion**.

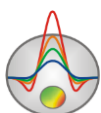
Поле **Profile style** – определяет стиль автоматического подбора при профильной интерпретации.

Значение *Current station model* – в качестве стартовой модели при подборе используется модель на текущей точке.

Значение *Start station model* – в качестве стартовой модели при подборе используется модель той точки, с которой началась интерпретация.

Значение *Previous station model* – в качестве стартовой модели при подборе используется модель предыдущей точки.

Поле **Smoothing factor** – устанавливает начальное значение сглаживающего параметра. Значение этого параметра зависит от многих факторов: числа обусловленности Якобиана, соотношения полезный сигнал – шум в измеренных значениях, количества определяемых параметров модели, и выбирается эмпирически путем. Для данных с высоким уровнем помех или получения более гладкого распределения выбираются относительно большие значения сглаживающего параметра: 0.05 - 10; при высоком качестве измерений используются значения: 0.005 - 0.01.



Ниже (рис. 11) показаны модели, полученные для трех значений сглаживающего параметра (0.01 –синяя, 0.1 – красная, 1 - черная).

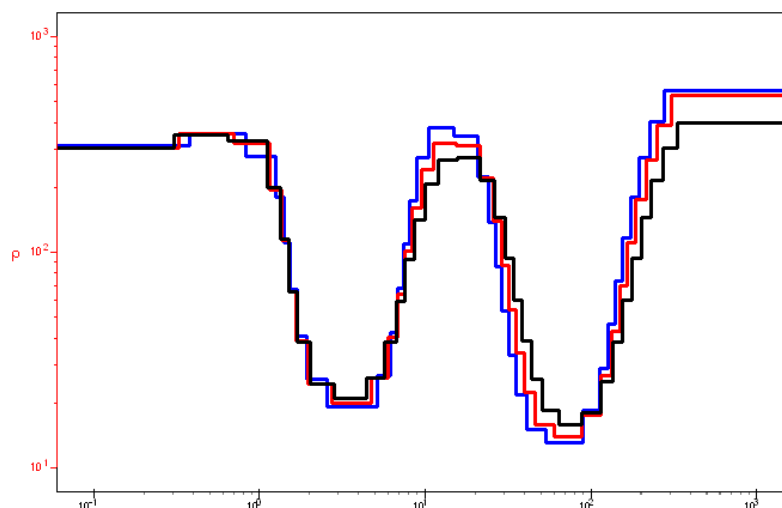


Рис. 11 Модели для различных значений сглаживающего параметра **Smoothing factor** (0.01 –синяя, 0.05 – красная, 0.1 - черная)

Область **Stop conditions** - содержит условия окончания автоматического подбора на точке.

Поле ввода **Iterations** – задает максимальное число итераций, по достижению которого процесс автоматической интерпретации останавливается.

Поле **RMS value** – задает минимальную невязку, по достижению которой процесс автоматической интерпретации останавливается.

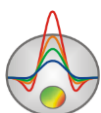
Опция **Depth smoothing** - определяет степень сглаживания модели с глубиной (если опция включена). Чем больше значение параметра (1 - 10), тем сильнее осредняются параметры соседних слоев глубинной часть модели. Используется, если в списке типа инверсии **Style** выбрано значение *Smooth* или *Focused* при сильной осцилляции модели с глубиной.

Опция **Robust** – эту опцию следует включать, если в данных присутствуют отдельные сильные выбросы, связанные с систематическими ошибками измерений.

Опция **Style** – тип процедуры восстановления параметров разреза.

Значение *Standard* – инверсия по методу наименьших квадратов с регуляризацией демпфирующим параметром. Алгоритм позволяет получать модель среды с резкими границами. Неосторожное использование данной модификации инверсии, иногда может привести к получению неустойчивых результатов или увеличению среднеквадратического отклонения. Лучше всего применять данный метод, как уточняющий, после проведения инверсии с помощью алгоритма *Smooth*.

Значение *Smooth* – инверсия по методу наименьших квадратов с использованием сглаживающего оператора и дополнительной минимизацией контрастности. В результате



применения этого алгоритма получают наиболее гладкое распределение параметров. Рекомендуется использовать этот тип инверсии на начальных этапах интерпретации. При этом количество слоев в модели должно значительно превосходить количество слоев реальной модели. Желательно чтобы количество слоев превышало 10, и их мощности были зафиксированы.

Значение *Focused* – инверсия по методу наименьших квадратов с использованием сглаживающего оператора и дополнительной фокусировкой контрастности. В результате применения этого алгоритма получают кусочно-гладкое распределение параметров, то есть модель, состоящую из слоев имеющих постоянное сопротивление. Рекомендуется использовать этот тип инверсии на начальных этапах интерпретации. При этом количество слоев в модели должно значительно превосходить количество слоев реальной модели. Желательно чтобы количество слоев превышало 10, и их мощности были зафиксированы.

Неосторожное использование параметров фокусирующей инверсии может привести к расхождению алгоритма и получению неустойчивых моделей.

На рис. 12 модели, полученные с помощью трех алгоритмов инверсии (стандартная – черная, фокусирующая – синяя, гладкая - красная).

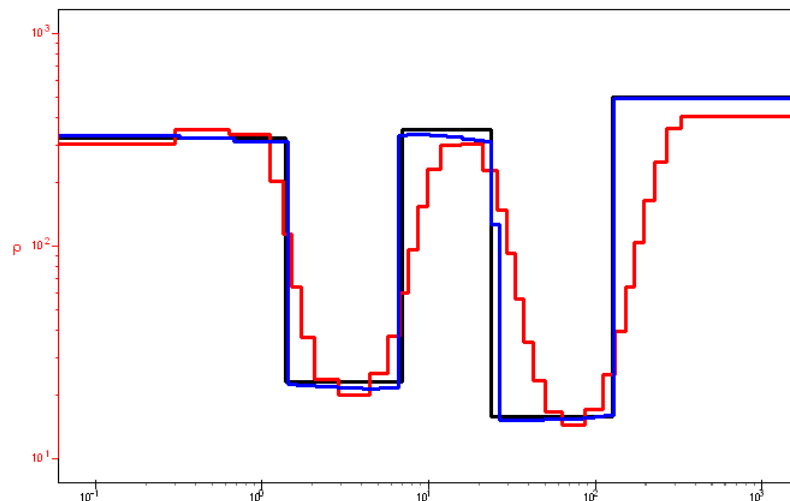
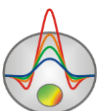


Рис. 12 Модели, полученные с использованием различных алгоритмов инверсии (Standard – черная, Focused – синяя, Smooth - красная)

Опция **Threshold** – устанавливает максимальное значение контрастности соседних слоев, по достижению которого, параметры этих слоев не осредняются между собой (то есть считается, что между слоями 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 рис. 13 показаны модели, полученные для двух значений параметра **Threshold** (0.01 – черная, 0.1 – красная).



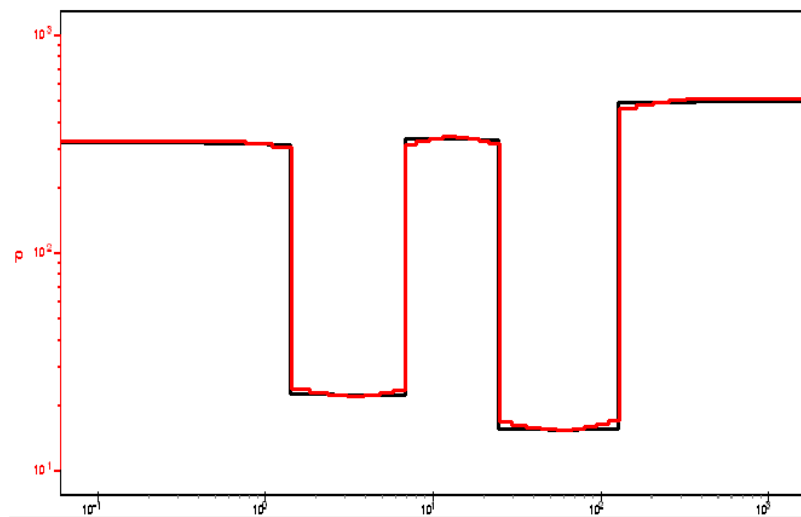


Рис. 13 Модели, полученные для двух значений параметра контрастности *Threshold* (0.01 – черная, 0.1 – красная)

Опция *Thick/depth* включает режим подбор мощности (если данная опция активна) или глубины (если неактивна). Подбор глубины полезен в случае, когда глубины границ известны и зафиксированы. При профильной инверсии данных с подбором по глубине рекомендуется предварительно задать глубинам пределы “по умолчанию”.

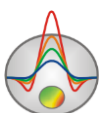
Опция *Layers minimize* включает режим минимизации количества слоев. Используется в комбинации многослойного разреза и фокусирующей инверсии. Алгоритм минимизации количества слоев. Выбирается многослойная модель (10-15 слоев) и фокусирующая инверсия (smoothing factor~0.1). В ходе инверсии, слои близкие по параметру объединяются и процесс продолжается, но уже с меньшим количеством слоев.

Поле *m0* – эта опция оказывает существенное влияние на результаты инверсии и определяет вариант гладкости, который будет минимизироваться при инверсии.

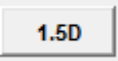
m0 определяет опорную модель, а *smoothing factor* степень близости к ней.

Значение *Median model* – *m0=median model* (опорная модель медиана текущей модели) используется для получения наиболее гладкой модели среды, при многослойной инверсии. Также этот вариант должен быть использован при фокусирующей инверсии или при наличии введенных априорных границ. Степень гладкости определяется значением поля *smoothing factor*.

Значение *Start model* – *m0=start model* (опорная модель - модель на первой итерации, начальная) используется при наличии априорной геоэлектрической модели профиля, если необходимо, чтобы отклонение конечной модели от начальной было не слишком сильным. Часто используется при многоуровневой инверсии, когда после каждого цикла модели сглаживается (например, по горизонтали) и производится новый уточняющий цикл. Степень близости к начальной модели определяется значением поля *smoothing factor*.



Значение *Previous iter - m0=previous model* (опорная модель - модель на предыдущей итерации) используется для получения моделей с наилучшей невязкой при многослойной инверсии. В данном варианте гладкость не минимизируется, но оператор способствует более стабильному процессу сходимости. Скорость сходимости определяется значением поля smoothing factor.

Кнопка  вызывает диалог настройки специального алгоритма инверсии профильных данных.

При работе данного алгоритма модель среды представлена горизонтально-слоистым или субгоризонтально-слоистым разрезом (с плавно изменяющимися границами) в нижней части. Верхняя часть разреза может сильно изменяться от точки к точке (рис. 14). При решении обратной задачи используется несколько смежных зондирований имеющих общую нижнюю и переменную верхнюю часть. Подбор осуществляется одновременно для всех кривых в окне, причем центральной точке задается больший вес при расчете невязки (рис. 15).

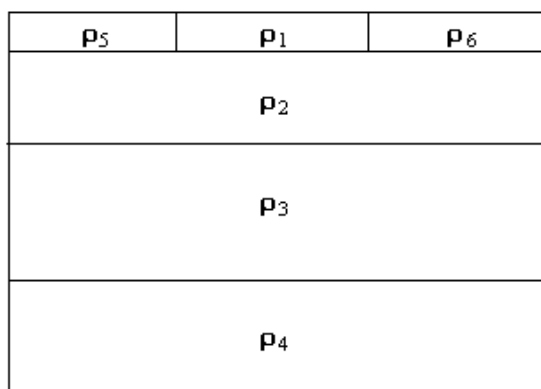


Рис. 14 Модель среды при 1.5D инверсии

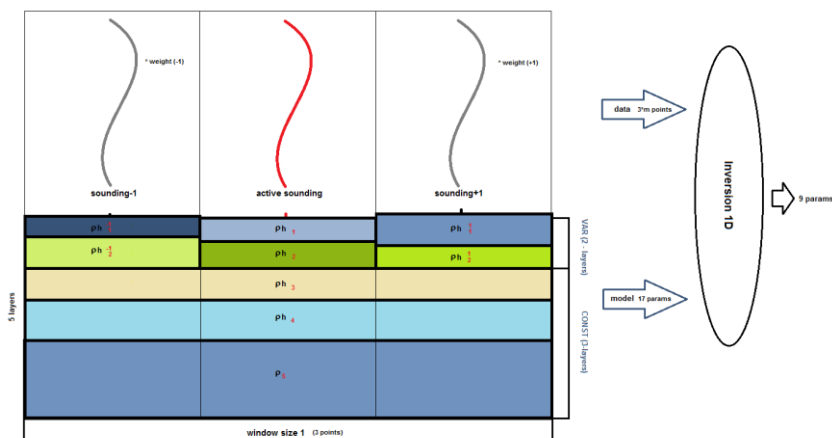
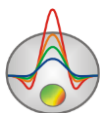


Рис. 15 Схема 1.5D инверсии



Для борьбы с Р-эффектом каждой кривой окна задается дополнительный параметр – смещение. Этот параметр минимизируется для всех кривых при подборе, тем самым существенно уменьшается влияние Р-эффекта.

Предлагаемый алгоритм отличается от стандартной инверсии дополнительными параметрами и конструкцией сглаживающего оператора. Параметры, моделирующие Р-эффект, имеют меньший вес по сравнению с остальными. Основные характеристики алгоритма приведены ниже.

Подбор осуществляется одновременно для нескольких смежных кривых – “в окне”, причем центральной точке задается больший вес при расчете невязки.

Р-эффект каждой кривой подбирается в процессе инверсии.

Каждой кривой соответствует собственная модель с общей нижней и переменной верхней частью.

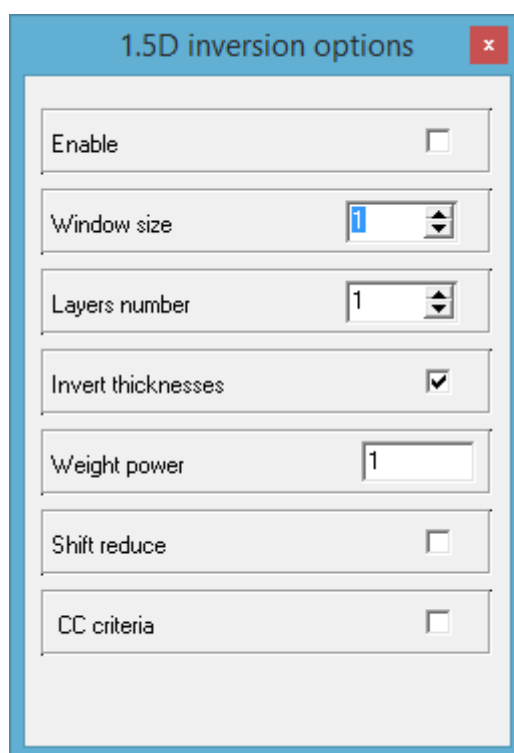


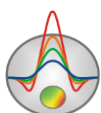
Рис. 16 Окно параметров 1.5D инверсии.

Опция **Enable** включает данный алгоритм.

Опция **Window size** определяет размер окна, для которого применяется алгоритм. Значение 1 – означает 3 зондирования, 2 – 5 зондирований в окне.

Опция **Layers number** устанавливает число слоев моделирующих верхнюю (неоднородную) часть разреза.

Опция **Invert thicknesses** указывает, будут ли подбираться мощности первых слоев моделирующих верхнюю (неоднородную) часть разреза.



Опция **Weight power** устанавливает коэффициент уменьшения веса кривых в зависимости от степени удаления от центральной кривой окна (0 - все кривые окна имеют одинаковый вес).

Опция **Shift reduce** указывает, будет ли учитываться Р-эффект при инверсии.

Опция **CC criteria** - использует критерий общей корреляции соседних станций.

На рис. 17 приведены результаты работы алгоритма (А) в сравнении с результатами, полученными по стандартной методике (В).

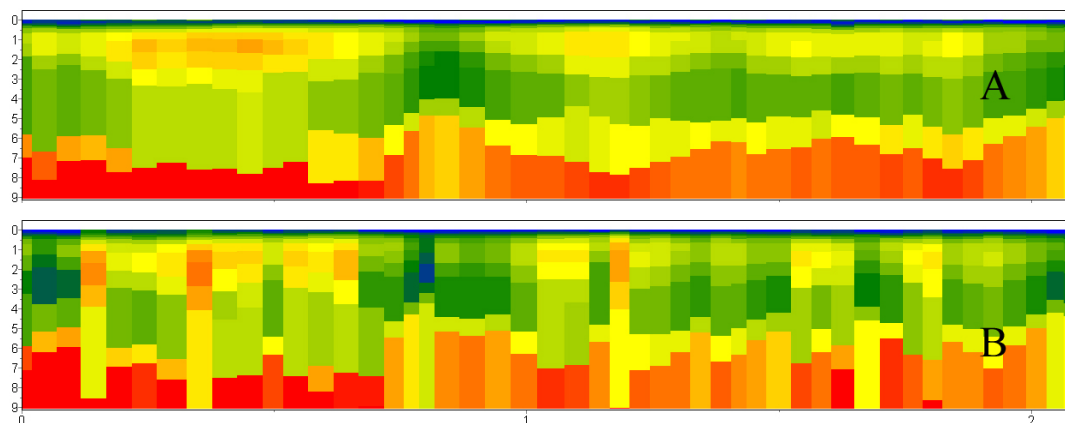


Рис. 17 Сравнение результатов стандартной 1D инверсии (В) и применения алгоритма 1.5D инверсии (А).


Интерпретация полевых данных

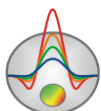
Программа **ZondIP1D** позволяет решать одномерные прямую и обратную задачи ВЭЗ. Программа производит автоматический подбор параметров и мощностей слоев. При этом имеется возможность фиксировать параметры и задавать пределы их изменений, а также определять значимость (веса) отдельных измерений.


Прямая задача решается с использованием алгоритма линейной фильтрации, для решения обратной используется метод Ньютона.

Режим интерпретации становится доступными после чтения данных из файла(ов).

Автоматический подбор параметров модели

Применяется для быстрого подбора модели одного или всех пунктов профиля. Автоматический подбор осуществляется путем минимизации среднеквадратичного отклонения между расчетной и полевой кривой методом Ньютона. Нажмите на кнопку  на панели инструментов правой кнопкой мыши. Отобразится всплывающее меню, в котором необходимо выбрать, для каких пунктов будет выполнена инверсия: current – для



текущей точки, to end – от текущей точки и до конца, to start – от текущей точки и до начала профиля. После выбора варианта, нажмите кнопку  левой кнопкой мыши.

В строке статуса выводится информация о текущем относительном расхождении между расчетной и полевой кривой. Подбор закачивается при достижении заданного относительного расхождения между расчетной и полевой кривой или при достижении заданного количества итераций.

Автоматический подбор дает неединственное решение, т.к. расчетные кривые могут быть одинаковы для нескольких моделей. Поэтому, при автоматическом подборе при задании стартовой модели, необходимо учитывать априорную информацию о геоэлектрическом разрезе. Если есть достоверная априорная информация об изучаемом геоэлектрическом разрезе, целесообразно закрепить известные параметры или ограничить область их изменения в стартовой модели.

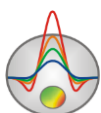
Объекты программы

Интерактивная интерпретация проводится в объектах: [Редактор модели](#), [Разрез](#), [Таблица параметров](#), визуализация в объектах: [Псевдоразрез](#), [Графики профилирования](#), [Граф теоретических и экспериментальных кривых](#), автоматически появляющихся после загрузки данных.

Редактор модели (Model editor)

Предназначен для визуализации полевых и рассчитанных кривых зондирования, а также визуализации и редактирования кривой параметров рассчитанной модели.

На рис. 18 показано окно редактора модели. Красная и синяя кривые с закрашенными кружками – экспериментальные кривые кажущегося сопротивления (левая красная ось) и поляризуемости (правая синяя ось) в зависимости от разноса в метрах (нижняя горизонтальная ось). Модель отображается сплошной ступенчатой красной линией.



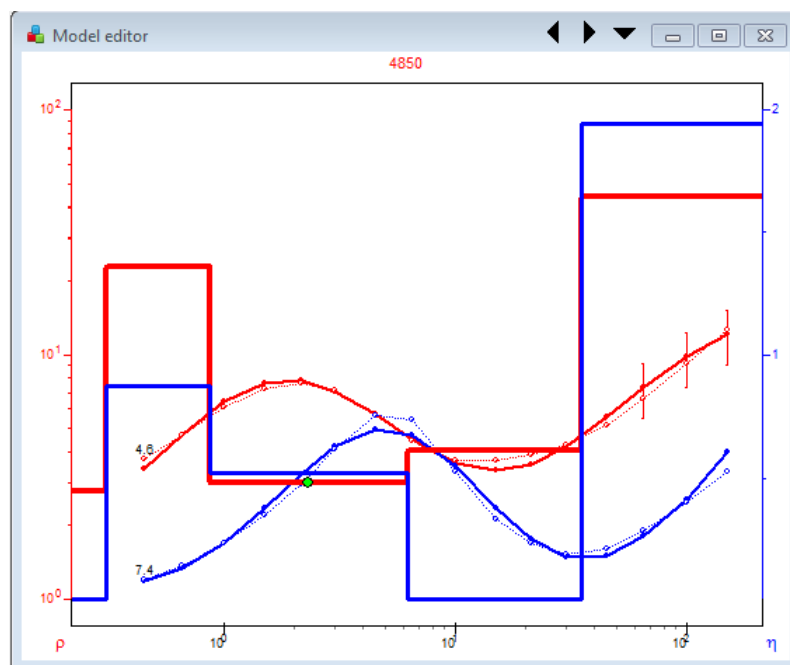



Рис. 18 Окно редактора модели

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

Окно может содержать один, два или три аналогичных графа, позволяющих редактировать модель на трех соседних станциях.

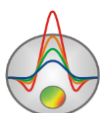
Параметры модели редактируются мышью. Для изменения параметров модели необходимо поместить курсор на кривую модели (при этом форма курсора должна измениться на ) и нажать левую кнопку мыши, после чего перетаскивать выбранный участок кривой модели с нажатой кнопкой мыши. Зеленый кружок на модельной кривой показывает активизированный слой.

Изменение положения вертикальных участков кривых соответствует изменению геометрии модели (т.е. мощностей [правая кнопка] и глубин верхних кромок слоев [левая кнопка]).

Изменение положения горизонтальных участков модельных кривых соответствует изменению параметров слоев модели.

Щелчок правой кнопки мыши по точкам наблюдаемых кривых вызывает контекстное меню, позволяющее задать веса наблюдаемым данным:

Good point	Задать вес 1 выбранной точке.
Bad point	Задать вес 0.5 выбранной точке.
Very bad point	Задать вес 0 выбранной точке.
Good points >>	Задать вес 1 выбранной точке и всем точкам правее ее.

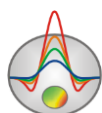


Bad points >>	Задать вес 0.5 выбранной точке и всем точкам правее ее.
Very bad points >>	Задать вес 0 выбранной точке и всем точкам правее ее.
Good points <<	Задать вес 1 выбранной точке и всем точкам левее ее.
Bad points <<	Задать вес 0.5 выбранной точке и всем точкам левее ее.
Very bad points <<	Задать вес 0.5 выбранной точке и всем точкам левее ее.
Delete point	Удалить точку.
Delete point>>	Удалить точку и все точки правее ее.
Delete point<<	Удалить точку и все точки левее ее.

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

Print preview	Вызвать диалог печати графа.
Display legend	Показать или убрать легенду к графикам.
Setup	Вызвать диалог настройки параметров объекта .
Left axis Resistivity	Показывать кажущееся сопротивление для левой оси.
Left axis Polarizability	Показывать кажущуюся поляризуемость для левой оси
Right axis Resistivity	Показывать кажущееся сопротивление для правой оси.
Right axis Polarizability	Показывать кажущуюся поляризуемость для правой оси.

Опция **Setup** вызывает *диалог настройки параметров кривых* (рис. 19).



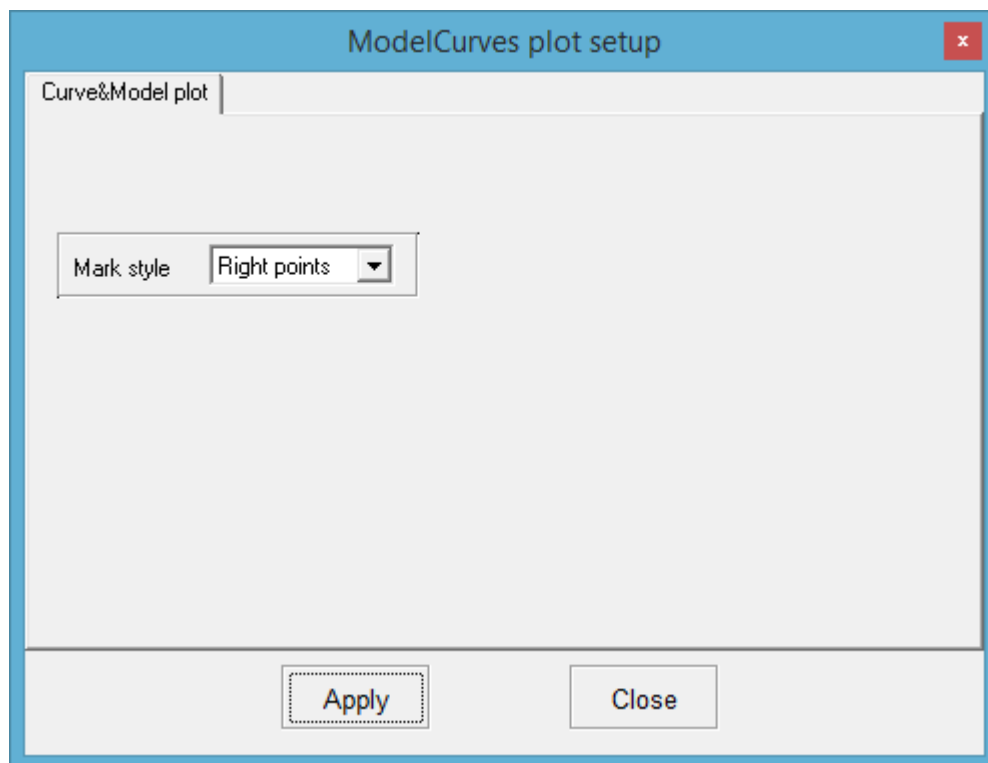


Рис. 19 Диалог настройки параметров кривых.

Поле **Mark Style** – определяет каким образом рисовать подписи к графикам.

Значение *Left points* – слева от графиков.

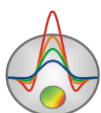
Значение *All points* – от точки к точке.

Значение *Right points* – справа от графиков.

Значение *None* – не рисовать подписи к графикам.

Граф теоретических и экспериментальных кривых (Data Editor)

Отображается при выборе стиля **Interpretation** (вкладка **Window**). Окно может содержать один, два или три аналогичных блока – графа. По умолчанию красным кривым обычно соответствует левая ось, синим – правая. Если в программе используется один тип измерений, то правая ось отсутствует.



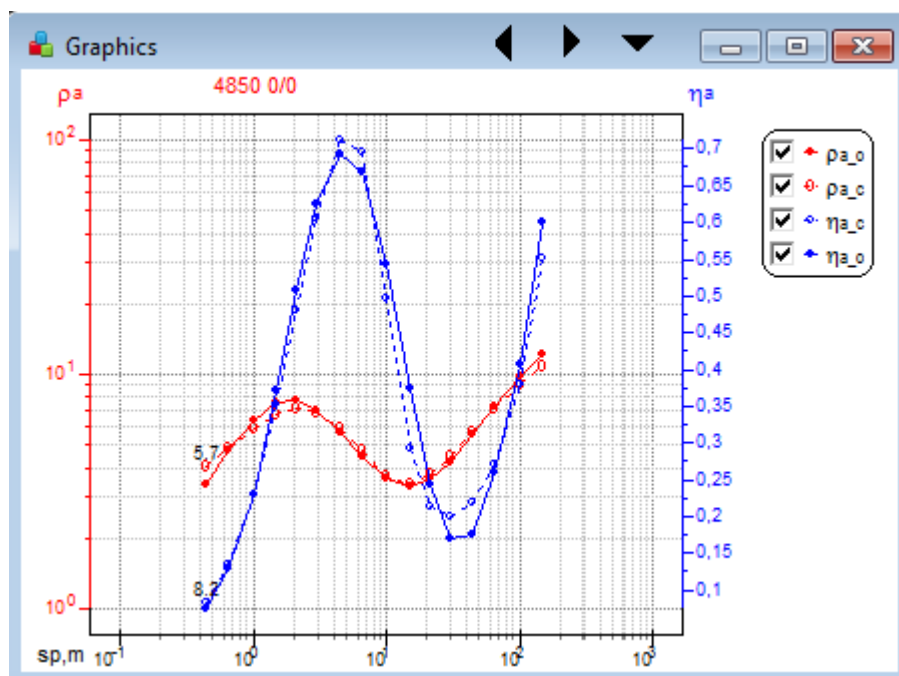
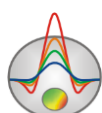


Рис. 20 Граф теоретических и экспериментальных кривых.

Двойной щелчок мыши в области объекта вызывает контекстное меню со следующими опциями:

Print preview	Вызвать диалог печати графа.
Display weights	Показать или убрать веса точек на графиках
Display legend	Показать или убрать легенду к графикам.
Setup	Вызвать диалог настройки параметров объекта.

Опция **Setup** вызывает диалог настройки параметров кривых (рис. 21)



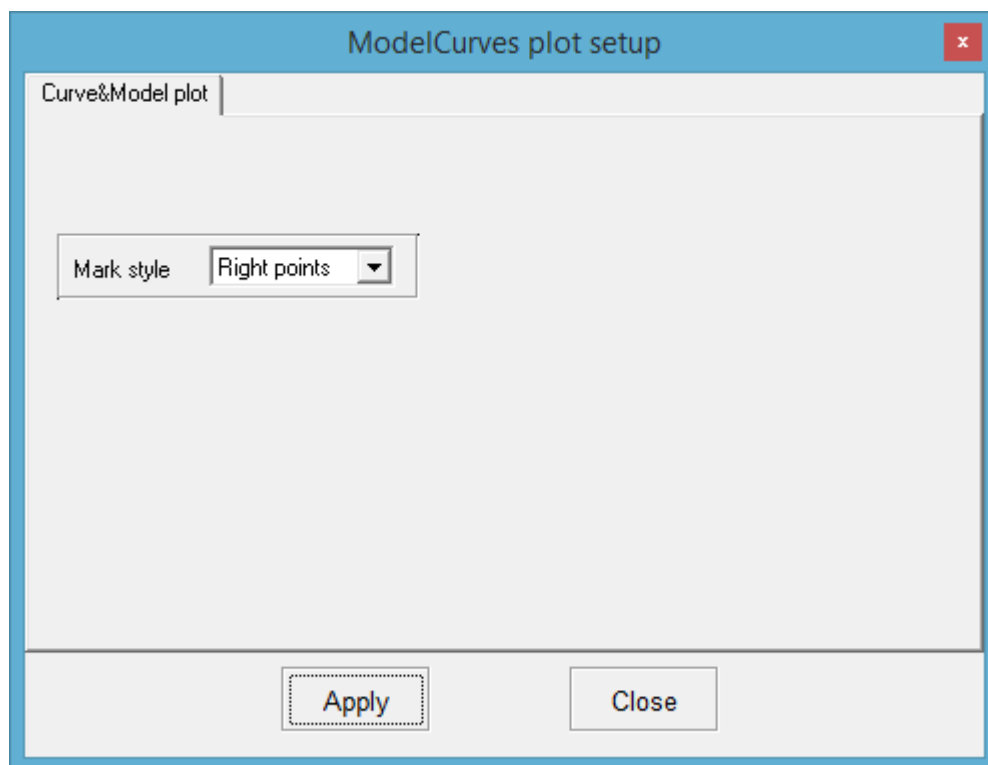


Рис. 21 Диалог настройки параметров кривых.

Поле **Mark Style** – определяет каким образом рисовать подписи к графикам.

Значение *Left points* – слева от графиков.

Значение *All points* – от точки к точке.

Значение *Right points* – справа от графиков.

Значение *None* – не рисовать подписи к графикам.

Дополнительное контекстное меню вызывается нажатием кнопки **Options** .

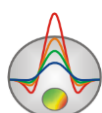
Опция **Change orientation** позволяет изменять порядок расположения графиков зондирования для соседних точек: сверху вниз или слева направо.

Опция **MultiCurves Plot Setup** (см. рис. 21) вызывает диалог настройки параметров кривых, описанный выше.

Опция **Set MultiCurves Plot number** позволяет установить количество соседних точек зондирования, для которых одновременно отображаются кривые (от 1 до 3).

Щелчок правой кнопки мыши по точкам наблюдаемых кривых вызывает контекстное меню, позволяющее задать веса наблюдаемым данным:

Good point	Задать вес 1 выбранной точке.
Bad point	Задать вес 0.5 выбранной точке.
Very bad point	Задать вес 0 выбранной точке.
Good points >>	Задать вес 1 выбранной точке и всем точкам правее ее.
Bad points >>	Задать вес 0.5 выбранной точке и всем точкам правее ее.



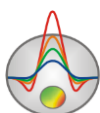
Very bad points >>	Задать вес 0 выбранной точке и всем точкам правее ее.
Good points <<	Задать вес 1 выбранной точке и всем точкам левее ее.
Bad points <<	Задать вес 0.5 выбранной точке и всем точкам левее ее.
Very bad points <<	Задать вес 0.5 выбранной точке и всем точкам левее ее.
Delete point	Удалить точку.
Delete point>>	Удалить точку и все точки правее ее.
Delete point<<	Удалить точку и все точки левее ее.
Edit data	Редактировать кривые.

Для того чтобы увеличить или уменьшить веса точек используйте правую и левую кнопки мыши с нажатой клавишей [ALT].

Для удаления точек используйте колесо мыши с нажатой клавишей [ALT]. Размер области удаления регулируется при помощи колеса.

Задание весов точек играет существенную роль при автоматическом подборе параметров модели. Точки с весом 0 не учитываются при автоматическом подборе. Вес точки определяется следующим образом: $\text{Вес} = 1 - \text{дисперсия} / (\text{измеренное значение})$. Веса измерений могут быть заданы в файле данных и сохраняются в файле проекта.

Опция **Edit data** предназначена для ручного редактирования кривых зондирования. После выбора данной опции появляется диалоговое окно **Edit data** (рис. 22).



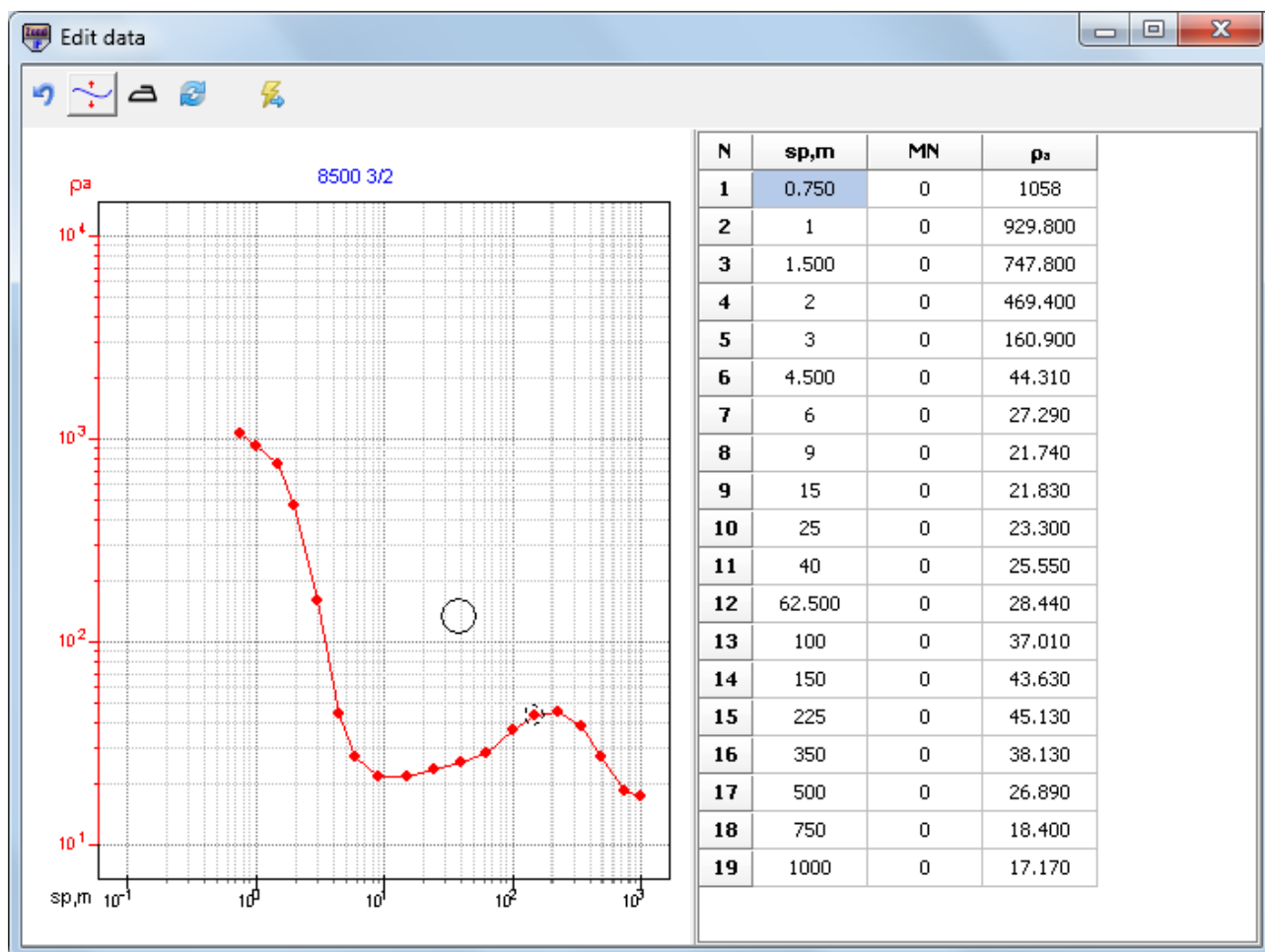





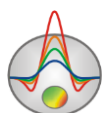


Рис. 22 Окно редактирования кривых зондирования Edit data.

Панель инструментов окна содержит следующие кнопки:

	Вернуться к первоначальной кривой.
	Выбрать режим перемещения всей кривой или ее сегмента.
	Сгладить кривую.
	Перерисовать кривую в остальных окнах.
	Выйти из режима редактирования, сохранив изменения.

Окно состоит из двух областей. Слева отображается редактируемая кривая в графическом виде. Справа показана таблица, разности и значения редактируемого параметра. Для того чтобы удалить точку на кривой используйте правую кнопку мыши. При этом в таблице удаленная точка будет отображаться серым цветом. Для восстановления точки используйте левую кнопку мыши. Для удаления нескольких точек используйте колесо мыши с нажатой клавишей [ALT]. Размер области удаления регулируется



вращением колеса. После окончания редактирования перейдите в инверсию, нажав кнопку



на панели инструментов окна.

Таблица параметров

Окно табличного редактирования параметров модели предназначено для изменения параметров модели с помощью клавиатуры. Таблица содержит 3 или 4 столбца (в зависимости от наличия поляризуемости). Каждая строка таблицы содержит параметры одного слоя.

Первый столбец содержит значения удельного сопротивления слоев, второй столбец (если имеется) – значения поляризуемости, третий – мощность и последний - глубину до верхней кромки слоев с учетом высоты точки зондирования. В случае, когда для параметра заданы пределы изменения, поле вывода закрашивается определенным цветом (светло-серый по умолчанию). Если параметр слоя зафиксирован, поле вывода также имеет собственный цвет, по умолчанию темно-серый.

Контекстное меню, вызывается нажатием правой кнопки мыши по ячейкам таблицы (рис. 23). Если нажатие произведено по первой строке (заголовку таблицы), то операция, выбранная в меню, будет применена к данному параметру всех слоев (cell в данном случае заменяется на col). Если нажатие произведено по первому столбцу, то операция, выбранная в меню, будет применена ко всем параметрам данного слоя.

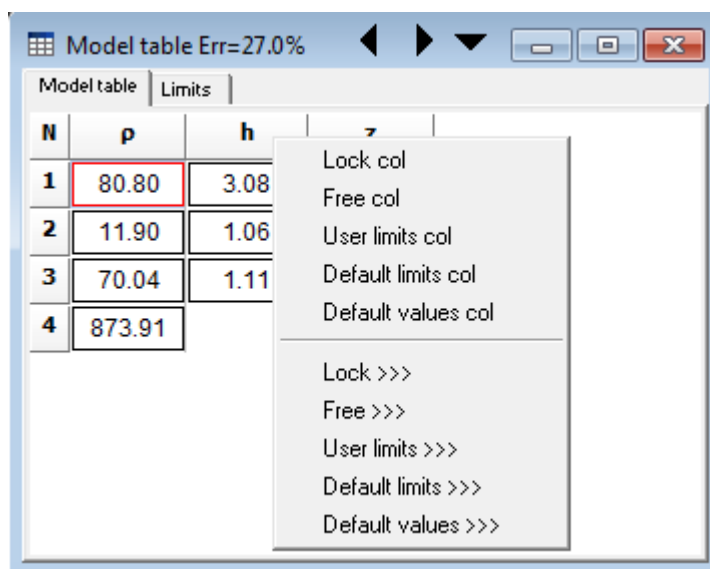
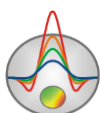


Рис. 23 Окно Model table

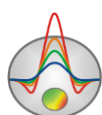
Lock col/cell/row	Закрепить параметр.
Free col/cell/row	Снять закрепления параметра.
User limits	Установить пользовательские диапазоны изменения



col/cell/row	параметра.
Default limits col/cell/row	Установить диапазоны изменения параметра (заданные “по умолчанию”).
Default values col/cell/row	Установить значение параметра равным значению “по умолчанию”.
Lock >>>	Закрепить параметр в текущей модели и в моделях всех последующих точек.
Free >>>	Снять закрепления параметра в текущей модели и в моделях всех последующих точек.
User limits >>>	Установить пользовательские диапазоны изменения параметра в текущей модели и в моделях всех последующих точек.
Default limits >>>	Установить диапазоны изменения параметра (по умолчанию) в текущей модели и в моделях всех последующих точек.
Default values >>>	Установить значение параметра равным значению “по умолчанию” в текущей модели и в моделях всех последующих точек.

Вкладка **Limites**

Данная вкладка используется для задания пределов изменения параметров (рис 24). Кнопки на панели инструментов позволяют выбрать тип параметра, для которого будут задаваться границы изменений. Кнопка [**Auto**] назначает пределы для всех параметров данного типа автоматически, в соответствии с их значениями и заданным процентом отклонения. На графике изображается модель выбранного типа параметров (черная), нижняя (красная) и верхняя (синяя) граница изменения параметра.



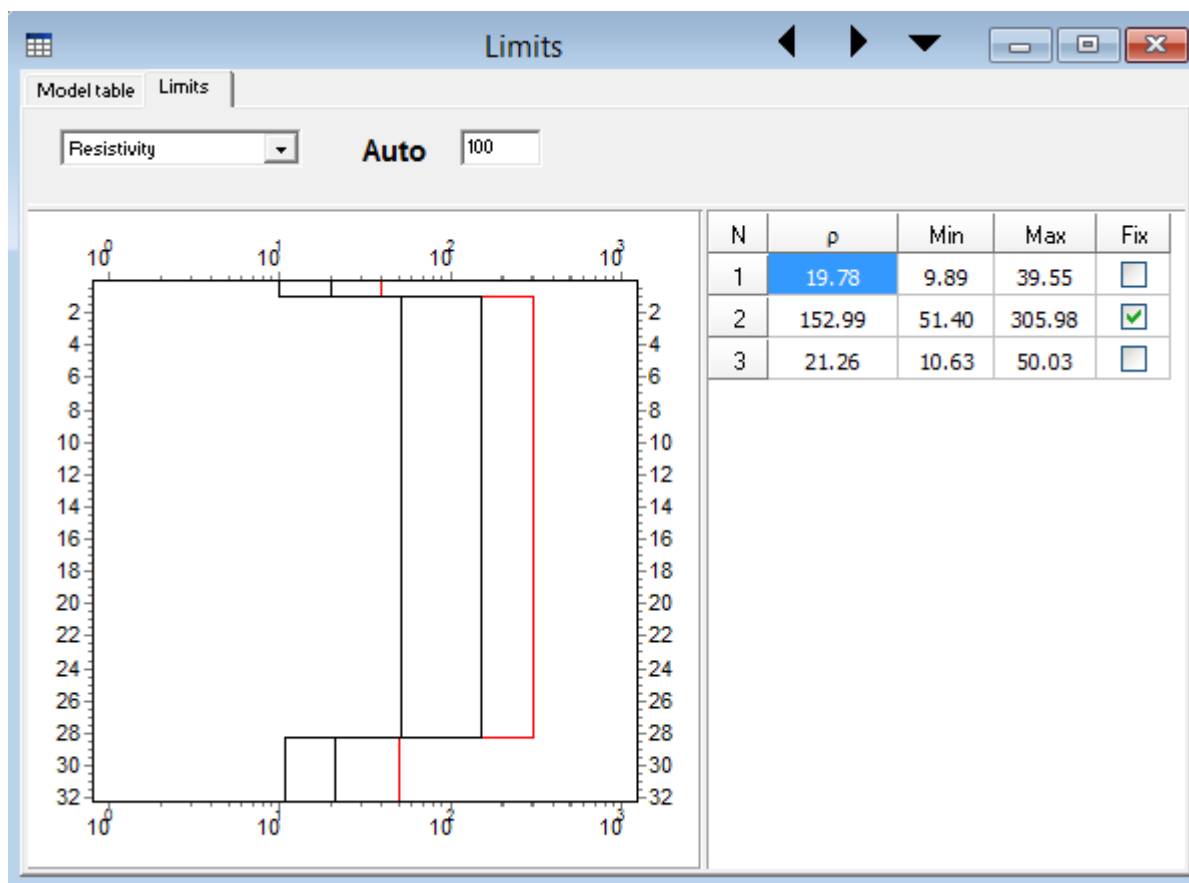



Рис. 24 Окно Model table, вкладка Limits.

Нижняя и верхняя границы параметров модели редактируются с помощью мыши. Пределы изменения параметров можно отредактировать в таблице, расположенной справа от графика.

Дополнительное контекстное меню, вызывается нажатием на иконку  в правом верхнем углу окна (рис. 25).

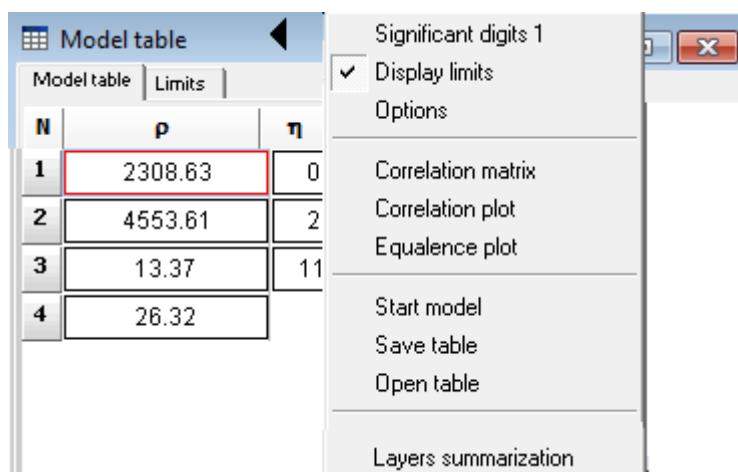
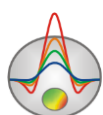


Рис. 25 Окно Model table, дополнительные настройки.



Significant digits	Установить точность, с которой будут изображаться параметры.
Display limits	Показать или скрыть пределы изменения параметра.
Options	Вызывает диалог настройки графических параметров таблицы.
Correlation matrix	Показать корреляционную матрицу и доверительные пределы параметров модели.
Correlation plot	Вызвать окно построения карты корреляционных связей для пары параметров.
Equivalence plot	Вызвать окно построения облака эквивалентных моделей.
Start model	Вернуться к стартовой модели.
Save table	Сохранить текущую модель в файл (расширение MDL).
Open table	Загрузить модель из файла (расширение MDL).
Layers summarization	Вызывает диалог объединения слоев.

Диалог объединения слоев (**Layers summarization**) служит для перехода от многослойных моделей, полученных в результате инверсии типа (Smooth или Focused), к малослойным, которые более понятны с геологической точки зрения. В начале интерпретации удобно использовать многослойную модель, состоящую из 14-20.

К результатам такой инверсии (*Smooth, Focused*), чаще всего следует подходить, как к стартовому приближению для дальнейшей, осмысленной интерпретации. Они дают понимание о приблизительном геоэлектрическом строении разреза. Далее переходят к малослойной модели, с помощью диалога **Layer summarization**. Новая модель отображается поверх старой черной линией.

Поле ввода задает параметр контрастности, по достижении которого два слоя объединяются в один.

Затем закрепляют некоторые параметры и производят ручной подбор или инверсию.

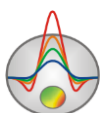
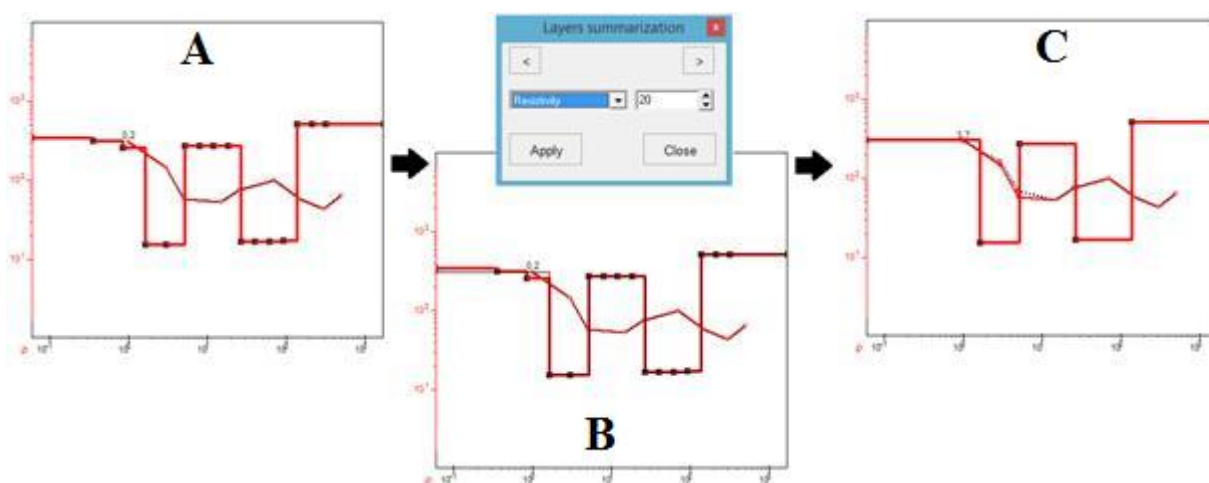


Рис. 26 Пример результатов инверсии после применения функции *Layers summarization*. Где А - пример многослойной модели, В - пример диалог *Layers summarization* (красная линия – многослойная модель, черная – объединенная модель), С - пример результатов инверсии после применения функции *Layers summarization*.

Анализ эквивалентности. В электроразведке доказана теорема единственности обратной задачи в случае не содержащих ошибки непрерывных измерений. На практике измерения производят в конечном интервале с определенной дискретизацией, к тому же они содержат ошибки. Наличие ошибок и неполнота данных превращает теоретическую единственность решения в практическую неединственность решения, то есть эквивалентность различных решений обратной задачи. Два геоэлектрических разреза называются эквивалентными, если относительное расхождение данных для этих разрезов не превышает точности полевых измерений или невязки подбора. Практически, действие принципа эквивалентности означает, что некоторые параметры разреза не могут быть определены в ходе интерпретации, если неизвестны некоторые другие параметры разреза. Действие принципа эквивалентности сильно затрудняет интерпретацию данных. Решением проблемы является закрепление отдельных параметров (исходя из априорной информации).

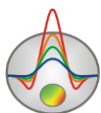
Анализ действия принципа эквивалентности основан на двух подходах - информационно-статистическом для всех параметров модели путем построения корреляционной матрицы связей и прямом расчете областей эквивалентности для пары параметров разреза с их визуализацией.

Еще одним вариантом анализа эквивалентности является построение облака эквивалентных моделей, то есть семейства модельных кривых дающих очень близкие теоретические кривые.

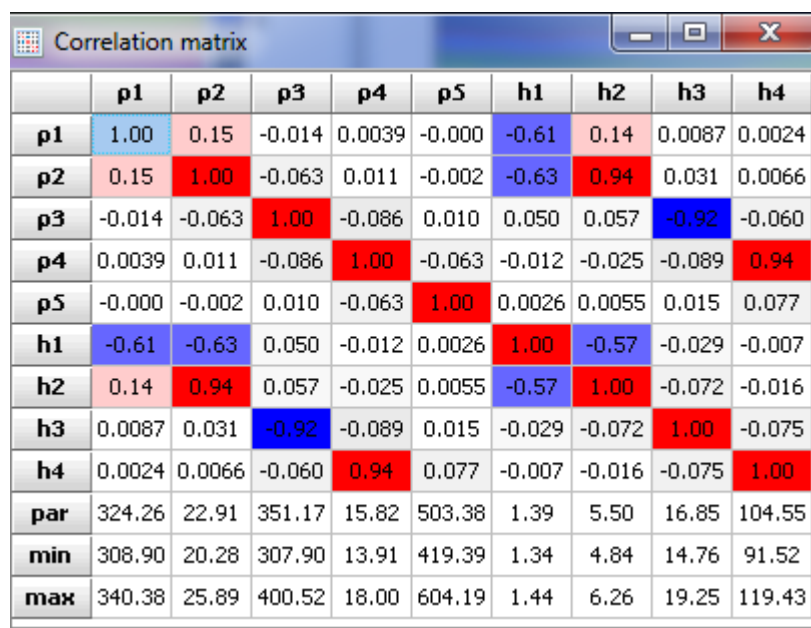
Обычно, сначала проводится статистическая оценка эквивалентности всех параметров, а затем исследование отдельных пар параметров с высокими коэффициентами корреляции.

Корреляционная матрица вызывается опцией: **Correlation matrix** (рис. 27). На главной диагонали корреляционной матрицы стоят единицы (два параметра с одинаковым значением, например ρ_1 и ρ_1 всегда имеют коэффициент корреляции равный 1, и в анализе этот параметр не нуждается). Если коэффициент корреляции намного меньше единицы по модулю, то параметры разреза, по которым он рассчитан, по-разному влияют на данные и определяются с малой погрешностью. Таким образом, становится возможным их раздельное определение.

Параметры, для которых коэффициент корреляции по модулю близок к 1, совместно неопределимы. Для повышения точности решения в этом случае следует закрепить один из эквивалентных параметров, если удастся получить независимую информацию о нем. В



случае сильной корреляции параметров соседних слоев следует либо закрепить один из коррелируемых параметров, либо объединить два этих слоя в один, т.е. упростить модель.



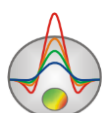
	p1	p2	p3	p4	p5	h1	h2	h3	h4
p1	1.00	0.15	-0.014	0.0039	-0.000	-0.61	0.14	0.0087	0.0024
p2	0.15	1.00	-0.063	0.011	-0.002	-0.63	0.94	0.031	0.0066
p3	-0.014	-0.063	1.00	-0.086	0.010	0.050	0.057	-0.92	-0.060
p4	0.0039	0.011	-0.086	1.00	-0.063	-0.012	-0.025	-0.089	0.94
p5	-0.000	-0.002	0.010	-0.063	1.00	0.0026	0.0055	0.015	0.077
h1	-0.61	-0.63	0.050	-0.012	0.0026	1.00	-0.57	-0.029	-0.007
h2	0.14	0.94	0.057	-0.025	0.0055	-0.57	1.00	-0.072	-0.016
h3	0.0087	0.031	-0.92	-0.089	0.015	-0.029	-0.072	1.00	-0.075
h4	0.0024	0.0066	-0.060	0.94	0.077	-0.007	-0.016	-0.075	1.00
par	324.26	22.91	351.17	15.82	503.38	1.39	5.50	16.85	104.55
min	308.90	20.28	307.90	13.91	419.39	1.34	4.84	14.76	91.52
max	340.38	25.89	400.52	18.00	604.19	1.44	6.26	19.25	119.43

Рис. 27 Окно Correlation matrix.

Последние две строки таблицы показывают доверительные интервалы для каждого из параметров. Доверительные интервалы являются критерием надежности определения параметров и связаны с суммарной чувствительностью параметров разреза. В случае широкого доверительного интервала считается, что значение параметра определено ненадежно. При оценке ширины доверительного интервала следует учитывать абсолютные значения удельного сопротивления и мощности слоев.

Двойной щелчок мыши по ячейке корреляционной матрицы вызывает карту корреляционной зависимости (**Correlation plot**) для выбранной пары параметров (рис. 28).

Карта корреляционной зависимости пары параметров представляет план изолиний невязки между теоретическими данными для текущей модели и теоретическими данными для измененной модели. Полагая, что текущие значения параметров являются центром области эквивалентности, рассчитывается еще несколько решений прямой задачи для параметров, варьируемых вокруг данной точки и определяется величина максимальной погрешности отличия данных от центральной. Для построения карты корреляционной связи между двумя параметрами, значению каждого из них, присваивается набор значений в некотором диапазоне, рассчитывается невязка с данными для текущей модели и строится карта изолиний. Если параметр имеет логарифмическое распределение, то все вышеуказанные действия производятся с логарифмами параметров. На карте эквивалентности строятся изолинии значений максимальных погрешностей, показывающих конфигурацию области и пределы действия принципа эквивалентности. Изометричные



области эквивалентности указывают на отсутствие корреляции оценок параметров, сильно вытянутые области - на корреляционные связи оценок параметров. Анализ корреляционной зависимости способствует успешному выявлению эквивалентности двух параметров.

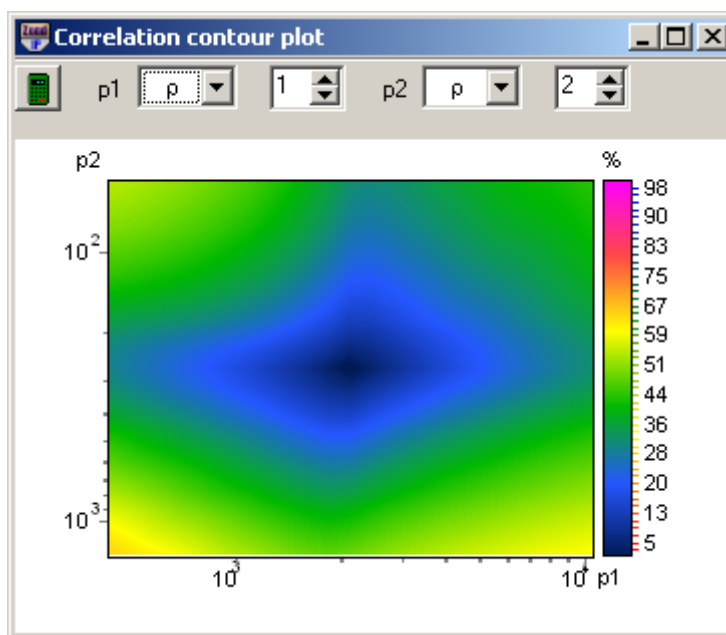


Рис. 28 Окно **Correlation contour plot**.

Цветовая шкала устанавливает связь между значением невязки и определенным цветом.

Поле **p1** - устанавливает тип первого параметра, для которого производится анализ корреляционной зависимости.

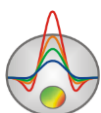
Поле **p2** - устанавливает тип второго параметра, для которого производится анализ корреляционной зависимости.

Следующие за ними поля вода, устанавливают индексы слоев первого и второго параметров, для которых Поле **p1** - устанавливает тип первого параметра, для которых производится анализ корреляционной зависимости.



- построить карту корреляционной зависимости.

Окно построения облака эквивалентных моделей вызывается опцией: **Equivalence plot**. Оно реализует достаточно ресурсоемкий алгоритм поиска эквивалентных моделей, в рамках заданной погрешности, методом перебора (рис. 29).



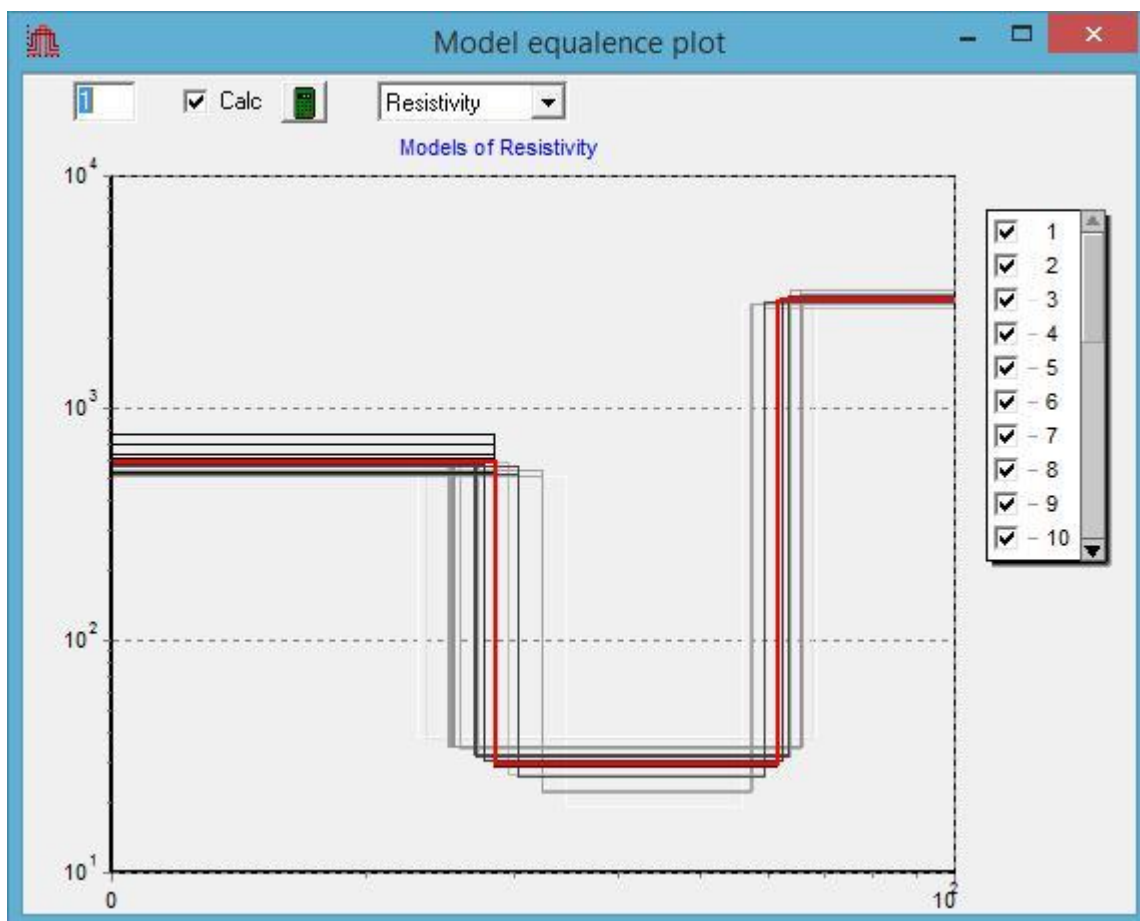

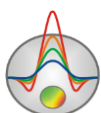


Рис. 29 Окно Equalence plot.

Следует задать минимальный уровень погрешности, при достижении которого модель будет считаться эквивалентной текущей (поле ввода). Если опция **Calc** не установлена, то эквивалентные модели будут рассчитываться для значения погрешности подбора модели. Обычно этот уровень выбирается чуть большим, чем текущая погрешность подбора. Далее следует выбрать параметр, для которого будет производиться расчет (*Resistivity*). И затем запустить процедуру поиска . Результатом работы алгоритма является набор кривых модели. Отключить те или иные кривые можно на легенде справа от изображения. Для перехода от одного графика к другому используйте прокрутку.

Диалог настройки графических параметров таблицы вызывается пунктом **Options**.



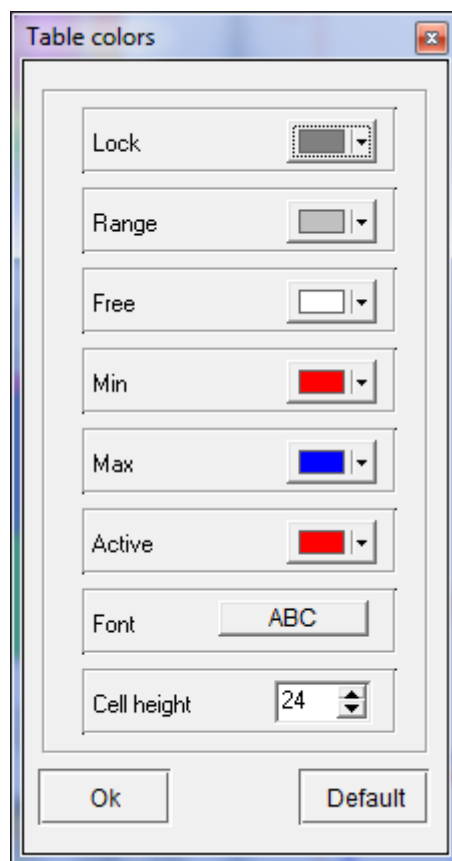


Рис. 30 Диалог настройки графических параметров таблицы (Options).

Опция **Lock** – задает цвет ячейки, параметр которой зафиксирован.

Опция **Range** – задает цвет ячейки, для параметра которой заданы пределы.

Опция **Free** – задает цвет ячейки, для параметра которой не заданы пределы.

Опция **Min** – задает цвет минимального предела изменений параметра.

Опция **Max** – задает цвет максимального предела изменений параметра.

Опция **Active** – задает цвет рамки активной ячейки.

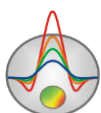
Опция **Font** – задает шрифт ячейки.

Опция **Cell height** – задает толщину ячейки.

Разрез (Section)

Данный объект служит для отображения изменения геоэлектрического разреза вдоль профиля. Построение производится в осях: координата по профилю, глубина. Шкала цвета устанавливает соотношение между изображаемым значением и цветом (рис. 31).

При нахождении курсора в пределах геоэлектрического разреза, бегунком выделяется слой, над которым он находится. При приближении курсора к границе между слоями его форма меняется и появляется возможность редактирования ее положения. Для этого следует перетащить выбранную границу в нужное положение с нажатой кнопкой мыши (левая). При



нажатой правой кнопке вместе с выбранной будут смещаться нижележащие границы. Двойной щелчок по слою вызывает диалог задания его параметра.

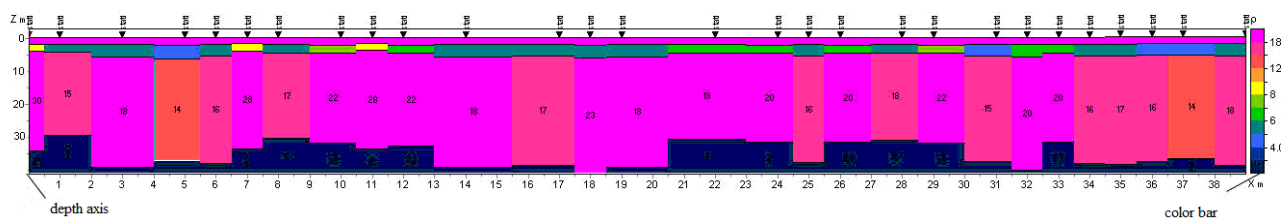
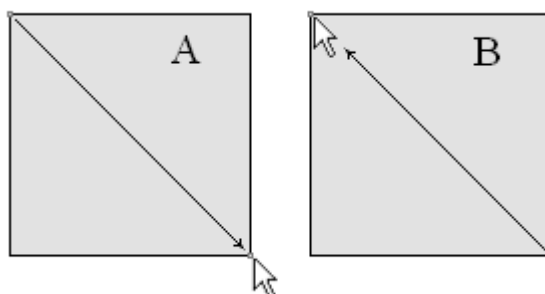
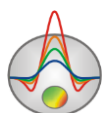


Рис. 31 Окно геоэлектрического разреза

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

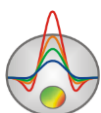


Двойное щелчок мыши в области объекта вызывает контекстное меню со следующими опциями:



Log data scale	Использовать логарифмический масштаб для цветовой шкалы.
Display labels	Показывать метки (значения параметров) на слоях.
Display ColorBar	Показывать цветовую шкалу.
Setup	Вызвать диалог настройки объекта.
Print preview	Распечатать разрез.
Refresh section	Перерисовать разрез.
Save picture	Сохранить разрез в графическом файле.
Output settings	Вызвать диалог задания параметров масштаба экспортируемых графических изображений.
Layered section	Отобразить разрез в виде слоев.
Layered section [topo]	Отобразить разрез в виде слоев с учетом данных топографии.
Contour section	Отобразить разрез в виде изолиний.
Smooth section	Отобразить разрез в виде сглаженного разреза.
Add background	Добавить изображение-подложку.
Remove background	Удалить изображение-подложку.
Set bottom	Установить максимальное значение вертикальной оси вручную.
Model interpolation	Интерполяция всех моделей между двумя заданными пунктами зондирования.
Bad data interpolation	Интерполяция моделей (с ошибкой подбора выше заданного уровня) между двумя заданными пунктами зондирования.
Column percent	Задать ширину колонок модели.
Resistivity display	Показывать разрез удельных сопротивлений
Polarizability display	Показывать разрез поляризуемости

На рис. 32 показаны четыре варианта представления геоэлектрического разреза.



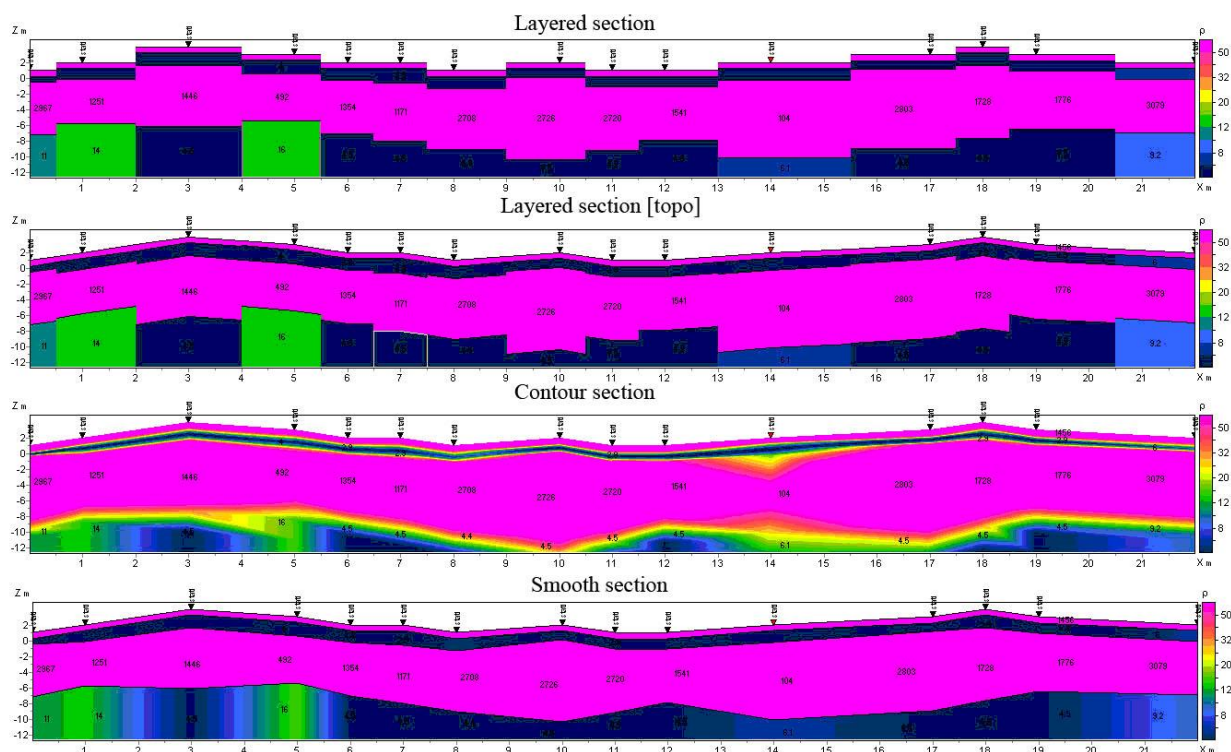


Рис. 32 Варианты представления геоэлектрического разреза.

Опция **Setup** вызывает диалог настройки параметров разреза (рис. 33).

The 'Model-section setup' dialog box contains the following settings:

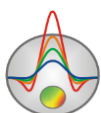
- Box margins (pixels):**
 - Left margin: 35
 - Top margin: 20
 - Right margin: 50
 - Bottom margin: 20
- Num levels:** 10
- Marks font:** A4
- ColorBar font:** A4
- Palette:** (button)
- From Pseudo-section:**
 - Box margins: ☒
 - ColorBar: ☒
- User data limits:**
 - User limits: ☐
 - Minimum: 1
 - Maximum: 1

Buttons: Apply, Close

Рис. 33 Окно настройки параметров геоэлектрического разреза.

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.

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

Функция ***Draw border*** – указывает программе, нужно ли рисовать границу между слоями разного цвета.

Кнопка [**Palette**] – вызывает диалог настройки цветов слоев разреза ([подробнее](#)).

Кнопка [**ColorBar font**] – вызывает диалог настройки шрифта цветовой шкалы.

Кнопка [**Marks font**] – вызывает диалог настройки шрифта подписей к слоям.

Область **User data limits**

Опция ***User limits*** - указывает программе, использовать минимальное и максимальное значения данных или использовать значения полей [Minimum] и [Maximum] при задании цветовой шкалы.

Поле ***Minimum*** – устанавливает минимальное значение при задании цветовой шкалы.

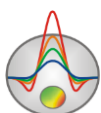
Поле ***Maximum*** – устанавливает максимальное значение при задании цветовой шкалы.

Область **From Pseudo-section.**

Опция ***Box margins*** - указывает программе, использовать значения полей области Box margins, соответствующих псевдоразрезу.

Опция ***ColorBar*** - указывает программе, использовать цветовую шкалу соответствующую псевдоразрезу.

Диалог **Output settings** при выключенной опции ***Automatic*** позволяет настроить вертикальный масштаб ***Vertical scale***, горизонтальный масштаб ***Horizontal scale***, разрешение экспортируемого изображения ***Print resolution*** в dpi и размер шрифта ***Font size*** (рис. 34).



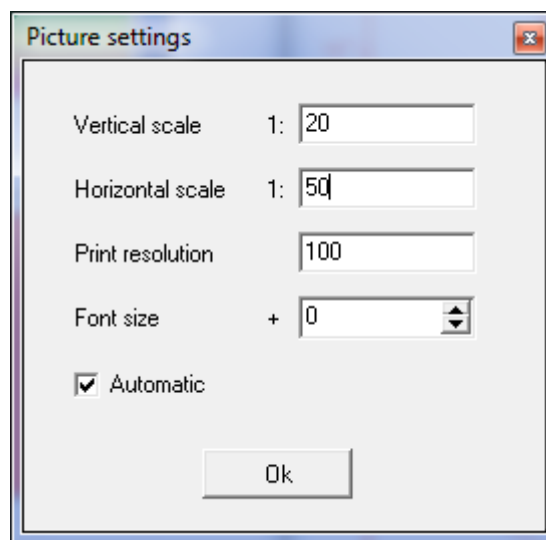
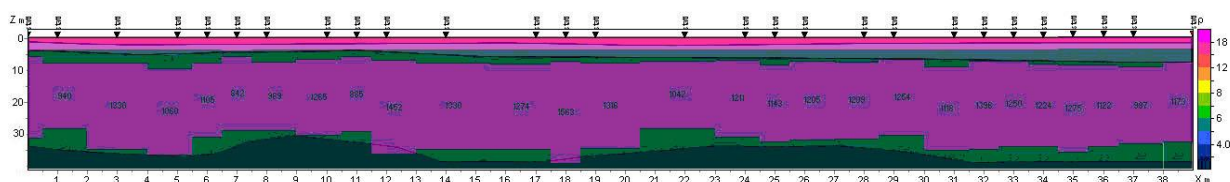


Рис. 34 Окно настройки параметров экспортируемого изображения

Опция **Add background** предназначена для вставки в область модели подложки. Данная функция является полезной при наличии априорной информации (геологического разреза по профилю), данных других методов или для сравнения результатов инверсии на разных этапах. Файл подложки должен быть в формате bmp. После выбора данной опции появится окно, в котором необходимо установить положение экспортируемого файла. Подложка будет отражаться сверху на модели, при этом слой подложки прозрачен (рис. 35, 36).



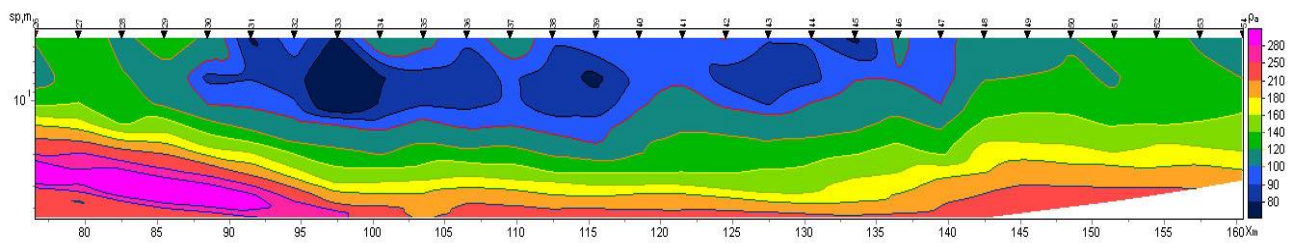
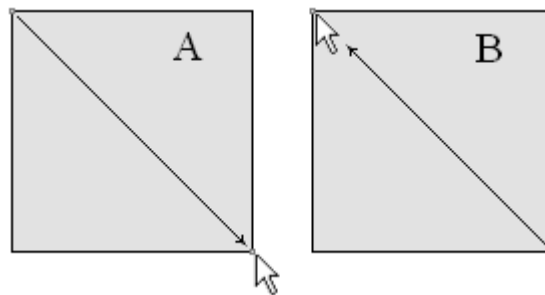


Рис. 37 Пример псевдоразреза кажущегося сопротивления.

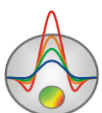
Построение производится в осях: координата по профилю, разнос. Шкала цвета устанавливает соотношение между изображаемым значением и цветом.

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



Нажатие правой кнопки мыши в области осей вызывает контекстное меню со следующими опциями:

Setup	Вызвать диалог настройки параметров объекта.
Print preview	Диалог предварительного просмотра печати (подробнее).
Log data scale	Использовать логарифмический масштаб для цветовой шкалы.
Smooth image	Включает режим непрерывной градиентной заливки вместо контуров.
Display grid	Показывать метки точек измерений.
Display ColorBar	Показывать цветовую шкалу.
Save XYZ file	Сохранить псевдоразрез в формат программы Surfer.
Save picture	Сохранить псевдоразрез в графический файл.
Apparent resistivity display	Отображать псевдоразрез кажущегося



	сопротивления.
Apparent polarizability display	Отображать псевдоразрез кажущейся поляризуемости.

Опция **Setup** предназначена для вызова окна настройки параметров псевдоразреза (рис. 38).

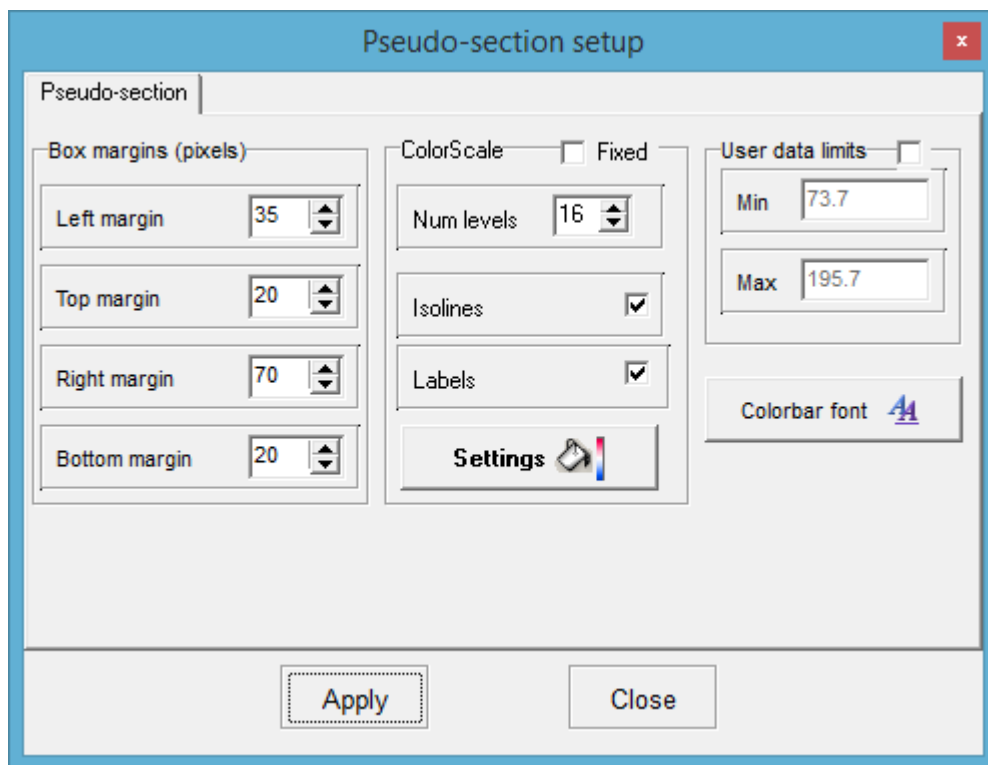


Рис. 38 Окно настройки параметров псевдоразреза.

Область **Box margins**:

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

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

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

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

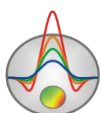
Область **ColorScale**:

Опция **Fixed** - фиксирует текущую цветовую шкалу со всеми настройками.

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 [**Settings**] – устанавливает цветовую палитру (рис. 39)

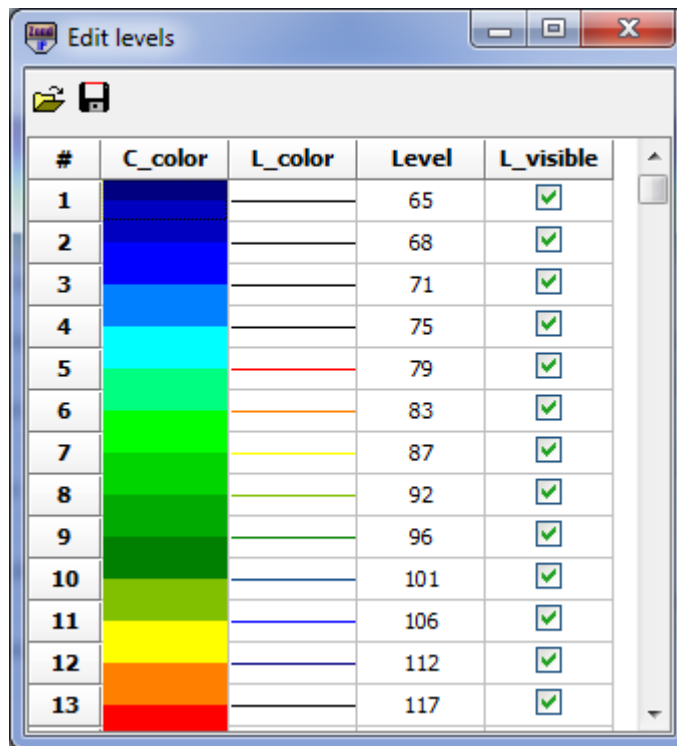


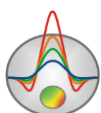
Рис. 39 Диалог настройки цветовой палитры.

Кнопка [**Colorbar font**] – вызывает диалог настройки шрифта цветовой шкалы.

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.



Графики профилирования (Profile)

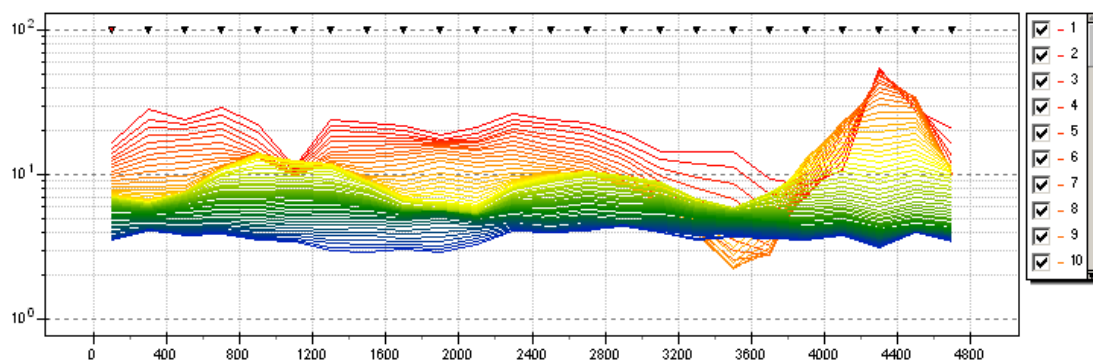
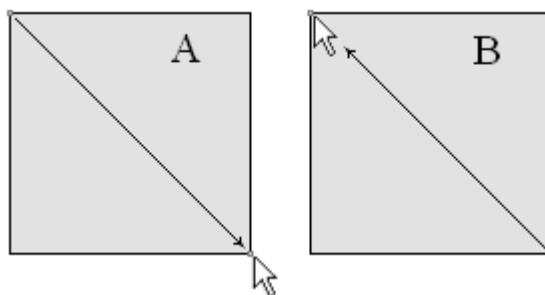


Рис. 40 Окно графиков профилирования.

Данный объект служит для отображения графиков профилирования (теоретических и экспериментальных) на разных разносах. Цвет кривой соответствует определенному разносу. Доступны для стилей **Profile** и **Interpretation**.

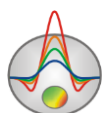
Увеличение отдельного участка или его перемещение осуществляется в режиме с нажатой кнопкой (инструмент – “резиновый прямоугольник”). Для выделения участка, который необходимо увеличить, курсор мыши перемещается вниз и вправо, с нажатой левой кнопкой (A). Для возврата к первоначальному масштабу, производятся те же действия, но мышь движется вверх и влево (B).



Перемещение мышки с нажатой правой кнопкой позволяет смещать графики по вертикали.

Метки на экспериментальных кривых обозначают номера разносов, для которых они построены. При нажатии левой кнопки мыши на кривой, кривые для других разносов исчезают, и появляются снова после отпускания кнопки. Для того, чтобы отобразить только один график щелкните левой кнопкой мыши с нажатой клавишей [SHIFT] на списке кривых. Используйте прокрутку для перехода к соседним графикам. Для отображения всех графиков снова нажмите [SHIFT] + левая кнопка мыши на списке графиков.

Для того чтобы увеличить или уменьшить веса точек используйте правую и левую кнопки мыши с нажатой клавишей [ALT].



Для удаления точек используйте колесо мыши с нажатой клавишей [ALT]. Размер области удаления регулируется при помощи колеса.

Нажатие правой кнопки мыши в области объекта вызывает контекстное меню со следующими опциями:

Setup	Вызвать диалог настройки параметров объекта.
Print preview	Распечатать план графиков.
Display calculated	Показывать теоретические кривые.
Delete invisible	Удалить скрытые графики.
Apparent resistivity display	Отображать графики кажущегося сопротивления.
Apparent polarizability display	Отображать графики кажущейся поляризуемости.

Нажатие правой кнопки мыши непосредственно на графиков вызывает всплывающее меню позволяющее установить веса точкам графиков или удалить отдельные графики.

Опция **Setup** служит для настройки параметров графиков (рис. 41).

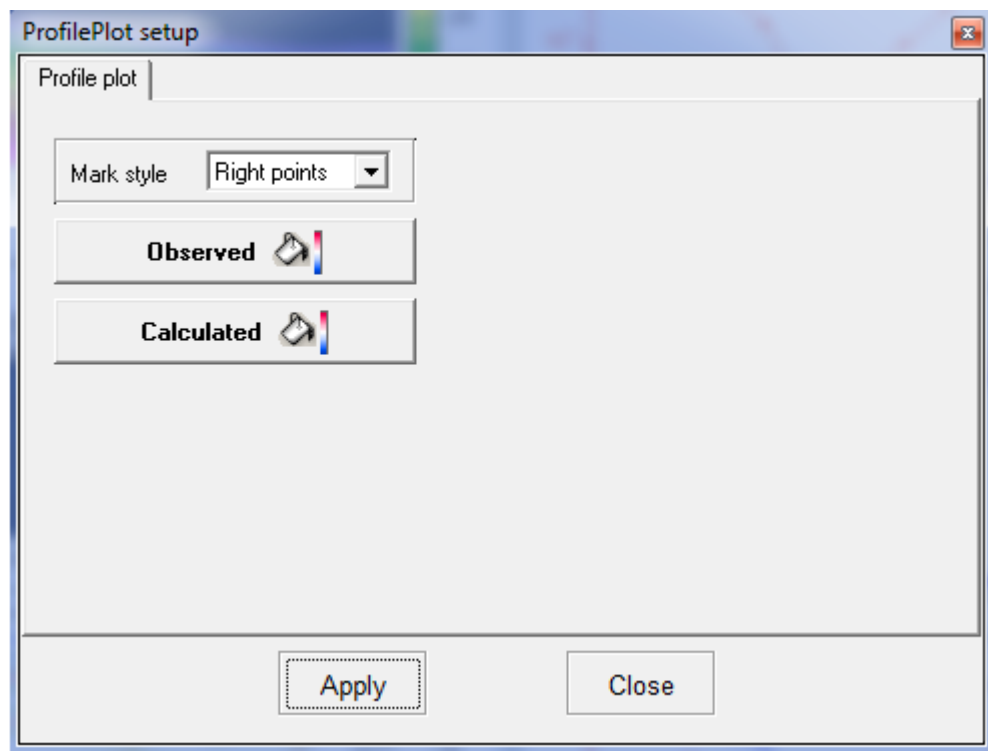


Рис. 41 Окно настройки параметров графиков профилирования.

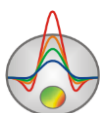
Опция **Mark style** – определяет каким образом рисовать подписи к графикам.

Значение *Left points* – слева от графиков.

Значение *All points* – от точки к точке.

Значение *Right points* – справа от графиков.

Кнопки [**Observed**] и [**Calculated**] – вызывают диалог настройки графических параметров ([подробнее](#)) для наблюдаемых и рассчитанных кривых.



Параметры оси могут быть установлены в *редакторе оси* (правый щелчок+SHIFT на оси) ([подробнее](#)).

Работа с площадными данными и 3D визуализация

Опция *Line settings coordinates*

Для установки нескольких линий профилей в главном меню программы выберите **Options/Set lines/coordinates**. После чего появится диалоговое окно **Line settings** (рис. 42), в котором отображается положение точек зондирования на площади.

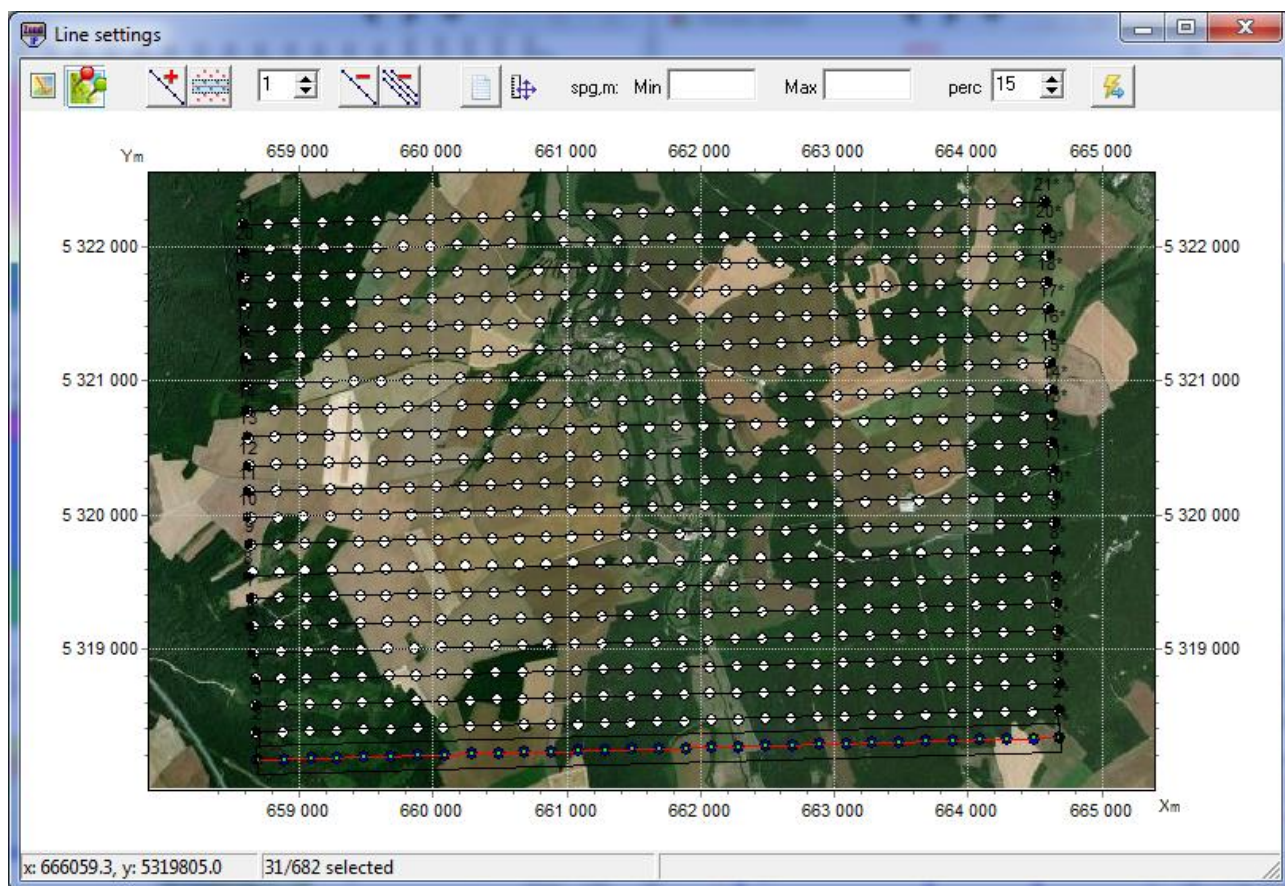
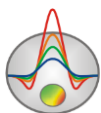












Рис. 42 Диалоговое окно **Line settings** для работы с площадными данными с изолиниями топографии.


Главная панель окна содержит следующие функции:

	Загрузить растровый файл карты (<i>Load map</i>) или построить изолинии рельефа (<i>Draw topography</i>).
	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 <i>Bing maps api_key</i> .





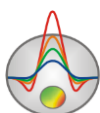
	Добавить линию профиля.левой кнопкой мыши задаются точки линии профиля, правой кнопкой – задается последняя точка. Правый щелчок мыши вызывает дополнительное меню. При нажатии правой кнопки мыши появляется контекстное меню, позволяющее задать координаты линии, удерживать курсор около точек, инвертировать линию и проводить линии автоматически.
	Включить точки зондирования в профиль автоматически. Те точки, которые попадают в прямоугольную область вокруг заданной линии.
	Задать номер активного профиля.
	Удалить текущий профиль.
	Удалить все профили.
	Открыть и редактировать таблицу координат (диалог Stations locations).
	Выбрать масштаб изображения равноосный или с максимальным заполнением области окна.
	Установить соответственно минимальный и максимальный разности. Измерения вне выбранного диапазона, в программу загружены не будут (при загрузке новых данных).
	Установить размер область автоматического выбора точек зондирования в профиль.
	Перейти к режиму инверсии данных для выбранной системы профилей.

Программа позволяет установить несколько линий профилей. 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 зондирования на профиле будет отображаться зеленым цветом.

Для просмотра и редактирования координат точек используйте диалог **Stations locations** (рис. 43), в котором пользователь может задать координаты точек вручную, скопировать из Excel или загрузить текстовый файл с координатами, воспользовавшись кнопкой .

Кнопки на панели инструментов позволяют выполнять следующие преобразования координат:

-  - пересчитать географические координаты в прямоугольные
-  - приведение географических координат к системе UTM



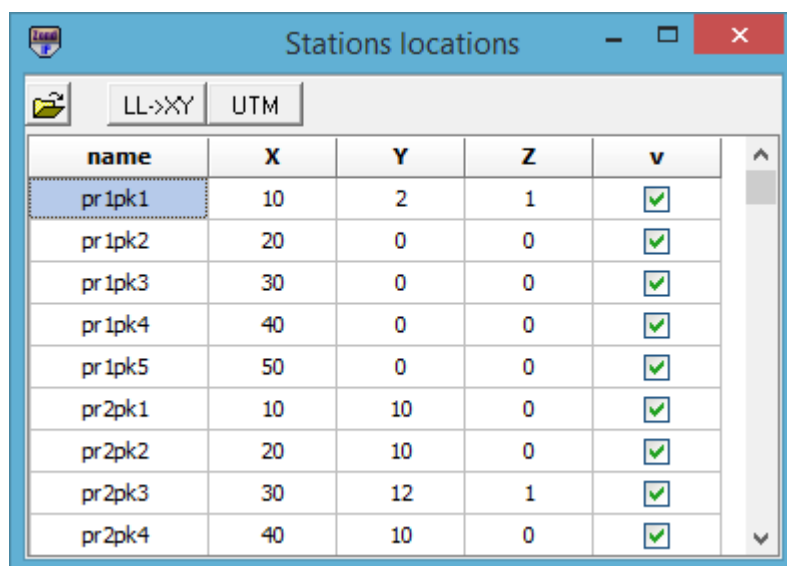




Рис. 43 Окно Stations locations. Установка координат.

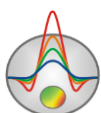
Таблица точек зондирования содержит следующие столбцы: [Name] – имя исходного файла, [X], [Y], [Z] – координаты и высота точки, [v] – включить или исключить точку.

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

После установки профиля необходимо нажать кнопку перехода к режиму интерпретации данных , после чего появится главное окно программы. Для переключения между профилями используйте окно  на панели инструментов главного окна программы.

Опция Plane data

Опция **Plane data (Options/ Plane data)** позволяет строить планы распределения выбранного параметра (удельного сопротивления, кажущегося сопротивления, высот и т.д.) в зависимости от глубины или времени по площади. На рис. 44 показан пример построения распределения удельного сопротивления на площади.



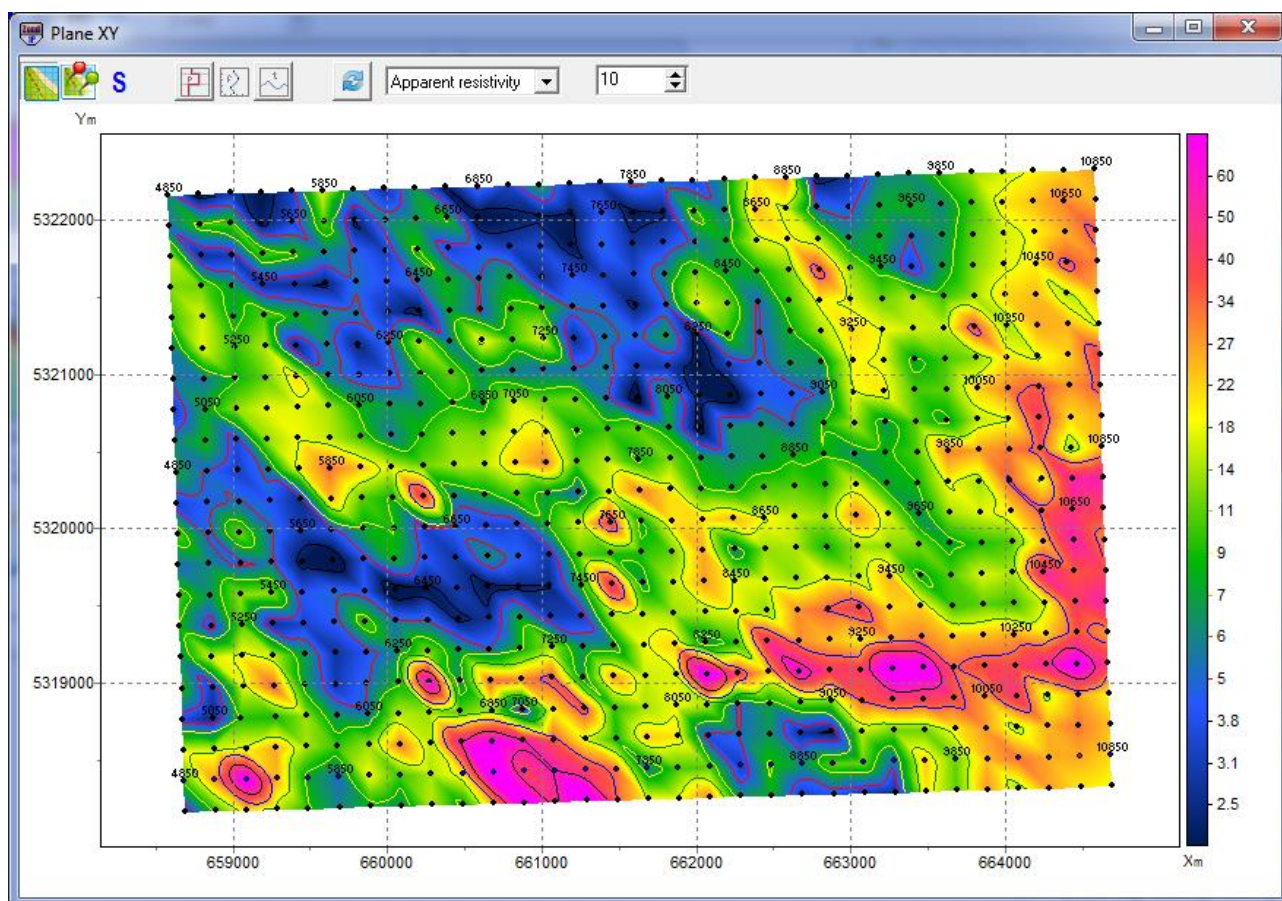
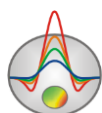

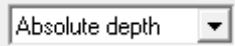


Рис. 44 Окно PlaneXY. План изолиний удельного сопротивления.

Панель инструментов окна содержит следующие кнопки:

	Загрузить растровый файл карты в качестве подложки.
	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 <i>Bing maps api_key</i> .
	Экспортировать площадную схему распределения параметра в Golden Software Surfer и запустить приложение.
	Построить изолинии для параметров модели (удельное сопротивление, проводимость или мощность).
	Построить изолинии для измеренных параметров (кажущееся сопротивление или поляризуемость).
	Построить изолинии для значений высот.
	Обновить текущий план.
	Параметр, который будет отображаться на площадном срезе. Это может быть параметр модели для выбранной глубины или измеренные значения.








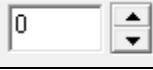
	Устанавливает глубину для которой будет строиться площадной срез модели. В зависимости от режима, значения берутся с заданной абсолютной глубины (высоты) или с глубины от поверхности (<i>depth from surface</i>). Если задан режим построения данных, устанавливает номер уровня данных для отображения.
	Режим построения среза: <i>absolute depth</i> - выбираются значения параметров для определенной абсолютной глубины (высоты), <i>depth from surface</i> выбираются значения параметров для определенной глубины от поверхности, <i>layer index</i> – номер слоя.

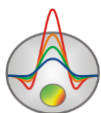
При построении параметров модели на панели инструментов содержится два окна, позволяющие выбрать один из параметров и задать глубину, на которой он будет отображаться. В правом окне необходимо установить способ отсчета глубин: *Depth from topo* – значения глубины отсчитываются от поверхности, *Absolute depth* – используются абсолютные значения глубины, *Layer index* – план изолиний строится для заданного слоя.



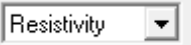
При построении изолиний измеренных параметров, номер слоя соответствует сетке разносов исходных данных.

Опция 3D fence diagram (Options/ 3D fence diagram)

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:

	Предварительный просмотр печати.
	Вращать 3D модель.
	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 <i>Bing maps api_key</i> .
	Построить набор горизонтальных срезов в программе surfer.
	Показать горизонтальный план. Глубина плана от поверхности устанавливается в километрах в окне справа.
	Устанавливает глубину среза набора профилей.
<input type="checkbox"/> Depth from surface	Режим построения среза. Если опция включена, срез строится для заданной глубины от поверхности, иначе для заданного абсолютного превышения (плоский срез).



	Нажатие этой кнопки устанавливает одинаковые масштабы для всех осей. При этом, справа появляется окно позволяющее задавать соотношение масштабов для каждой оси.
	Настройка вертикальной оси Z.
	Указывает, модель какого параметра будет строиться.

Окно **3D section viewer** содержит три вкладки:

Вкладка **Lines** (рис. 45) 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. Имеется возможность редактирования свойств осей, редактор вызывается правой кнопкой мыши с зажатой клавишей [SHIFT]. Подробнее о настройке параметров осей в разделе [Редактор осей](#).

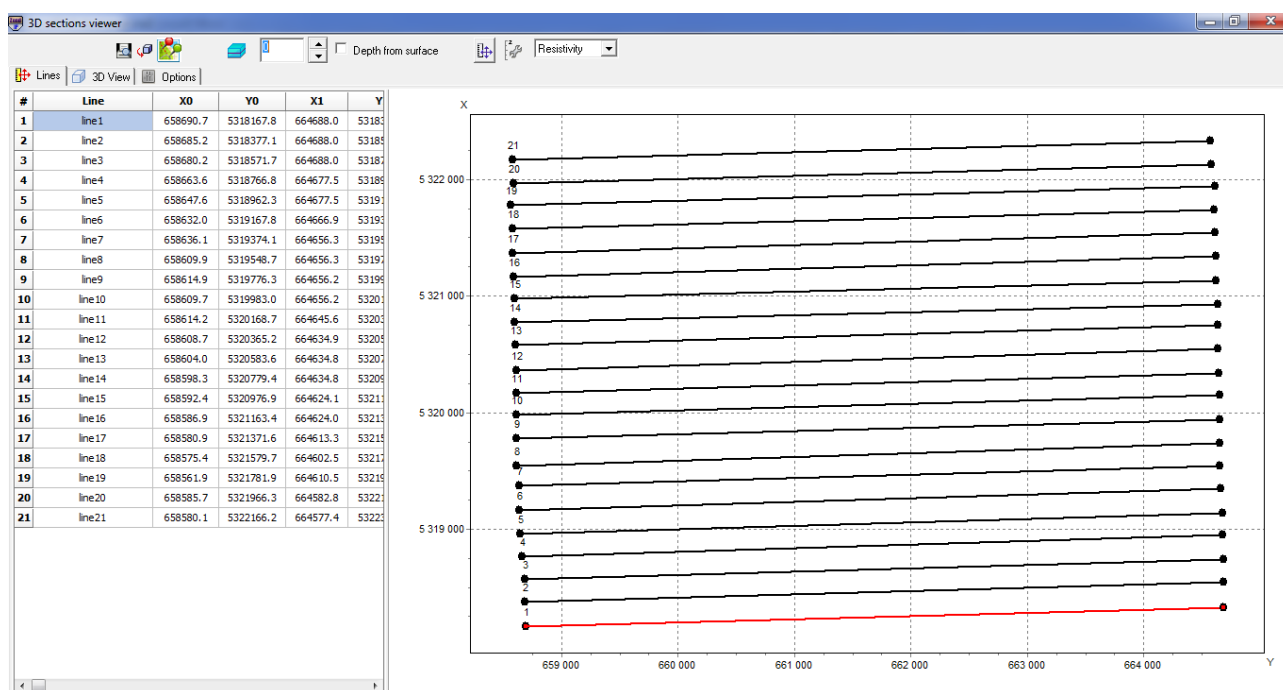
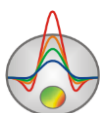


Рис. 45 Окно 3D section viewer, вкладка Lines.

Вкладка **3D view** (рис. 46) предназначена для просмотра 3D модели.



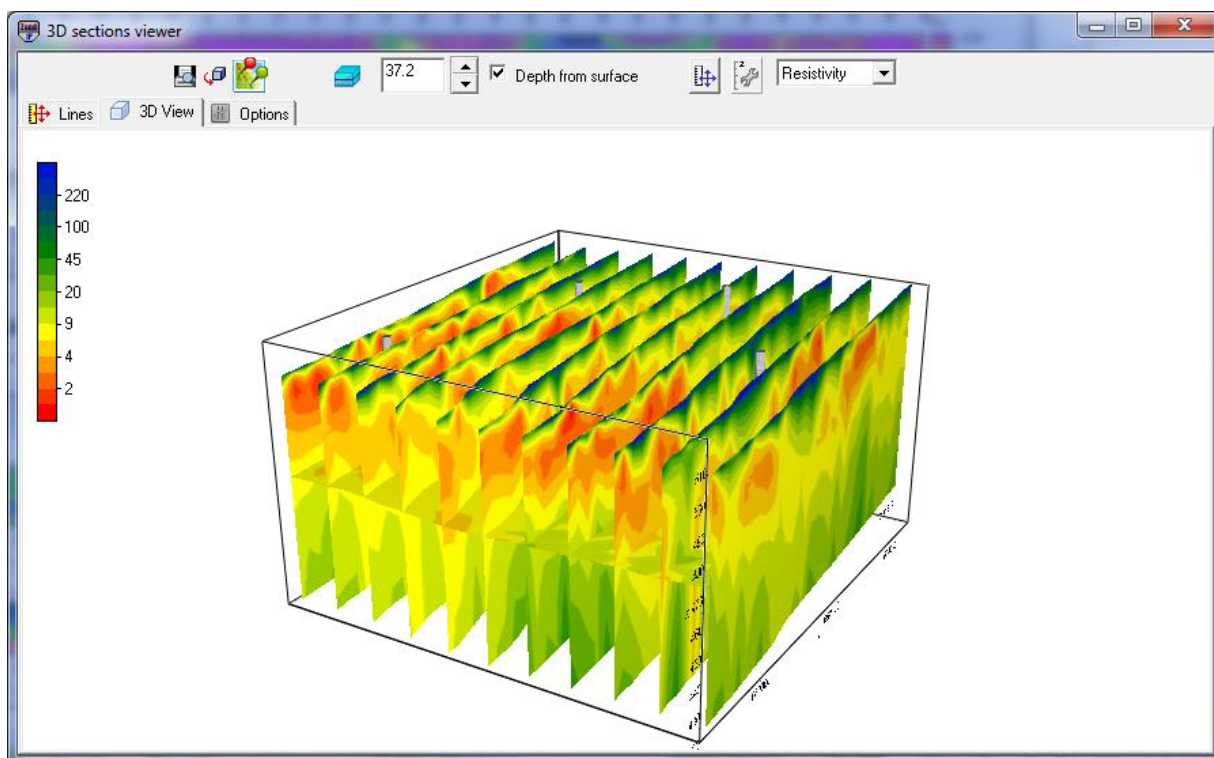
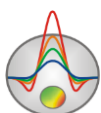


Рис. 46 Окно 3D section viewer, вкладка 3D view.

Вкладка **Options** (рис. 47) 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**, если опция включена, разрез будет построен с использованием непрерывной цветовой палитры, иначе набором контуров.



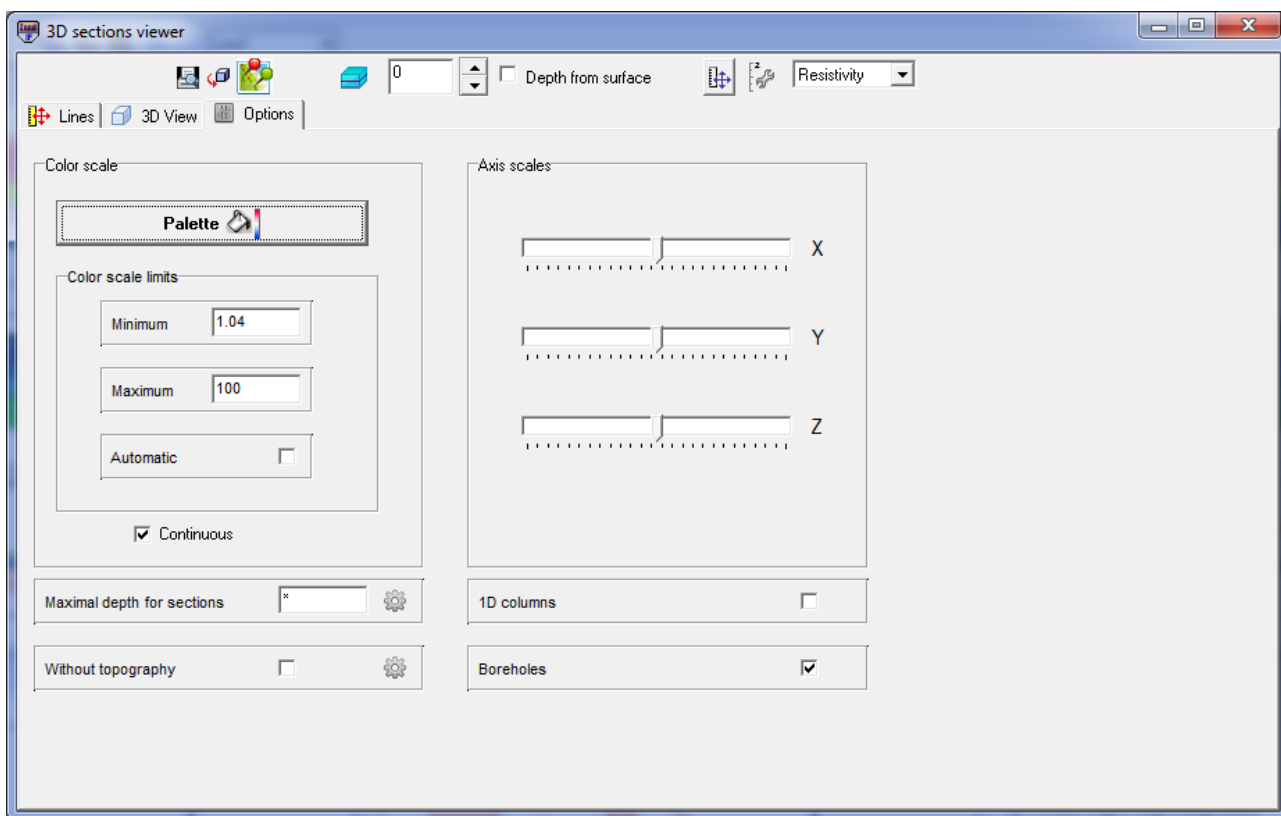



Рис. 47 Окно 3D section viewer, вкладка Options.

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

Поле **Maximal depth for sections** устанавливает предельную глубину, ниже которой разрезы будут обрезаны.

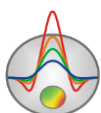
Опция **Without topography** позволяет построить разрезы без учета топографических превышений зондирований. Это бывает полезно, если необходимо построить модель с логарифмической вертикальной осью.

Опция **1D Columns** - позволяет показать 1D модели в виде псевдоскважин. Цвета слоев выбираются в соответствии с цветовой шкалой.

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

Введение априорной информации

Наличие априорной информации (данных по скважинам) позволяет значительно повысить достоверность получаемых геоэлектрических разрезов. Программа **ZondIP1D** имеет встроенный модуль, позволяющий отображать априорные данные в графическом виде на разрезах.



Создание и добавление файла литологии и каротажа

Для создания или редактирования скважинной информации, в главном меню программы необходимо выбрать **Options/Boreholes/Create/edit borehole data**. Появится диалоговое окно модуля **Add borehole data** (рис. 48).

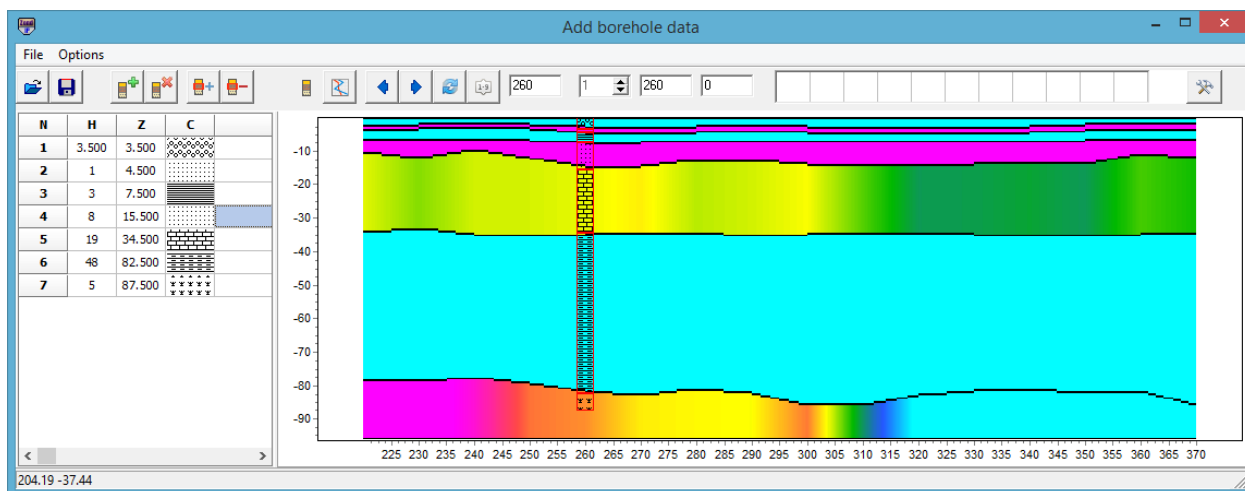
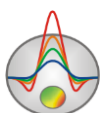





Рис. 48 Диалоговое окно создания файла литологии **Add borehole data**



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.
	Устанавливает тип скважинных данных: литологическая колонка. Иначе каротажные данные (график).
	Загрузить данные каротажа.
	Перейти к предыдущей скважине.
	Перейти к последующей скважине.
	Обновить окно прорисовки данных.
	Отсортировать скважины по координате.



	Устанавливает горизонтальную координату (вдоль профиля) и номер профиля, если проект состоит из нескольких линий.
	Подпись к скважине (не более 5ти символов) и угол ее наклона 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 создания новых скважинных данных 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. 49). В программе предлагается широкий выбор литологических заливок. В опции **Color** можно выбрать цвет заливки.

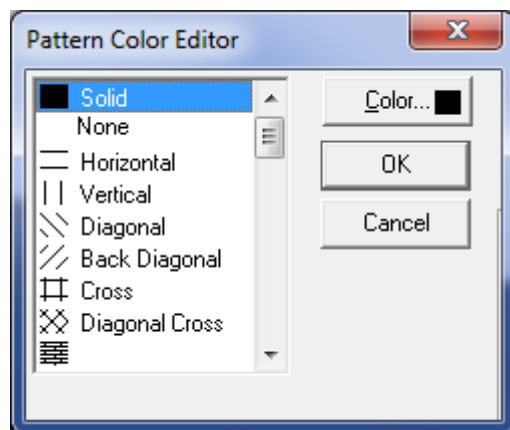

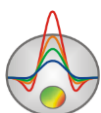





Рис. 49 Окно редактора заливки

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*).

Функция *Set percent*, доступная при нажатии кнопки  предназначена для изменения масштаба отображения данных по скважинам в графическом виде.

После сохранения файла данных будут созданы несколько файлов: *.crt – проект модуля, который может быть загружен в программе **ZondIP1D** и *.txt – файла для каждой скважины, имена соответствуют горизонтальной и вертикальной координате. Подробнее о формате файла литологии см. в [Приложении 1](#).

Для того, чтобы добавить данные по скважинам из файла используйте команду **Options/Boreholes/Load borehole data**. Данные по скважинам будут отражаться как на геоэлектрическом разрезе, так и в области редактора модели (рис. 50).

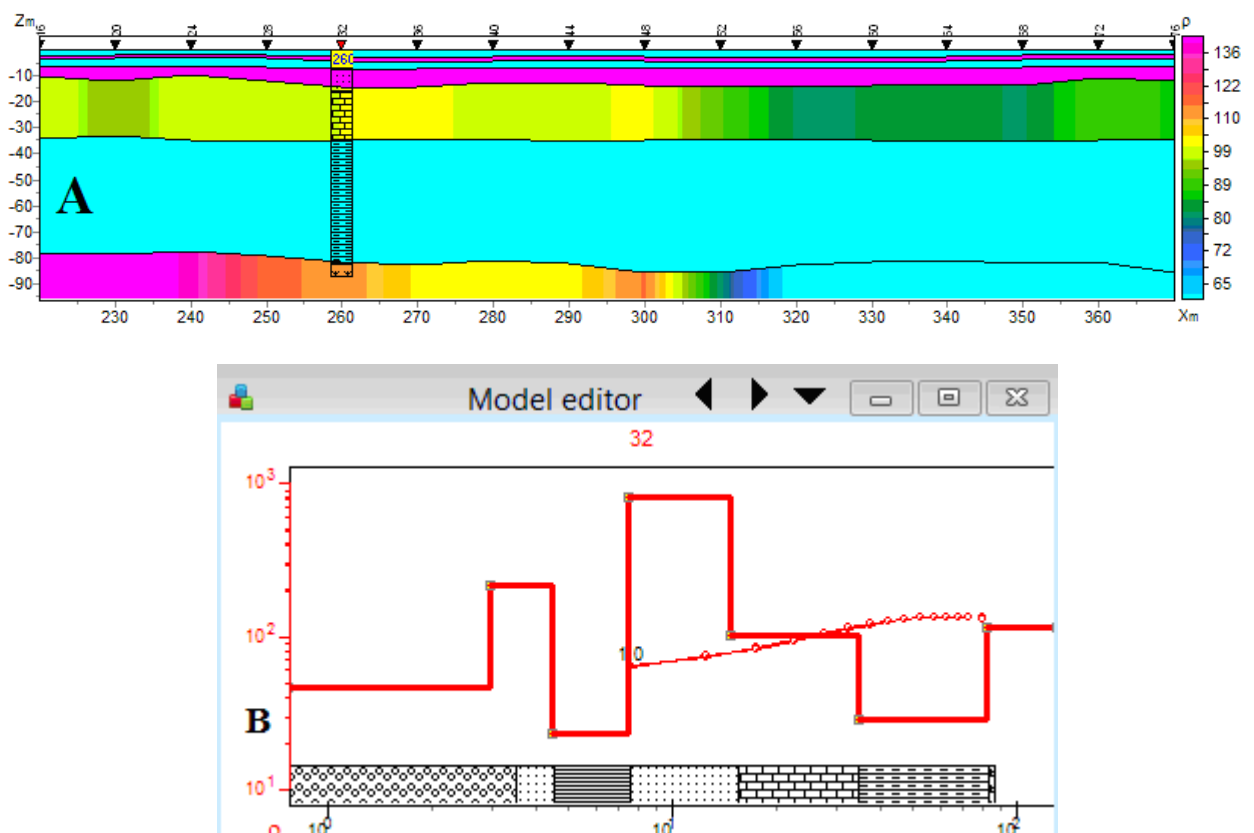
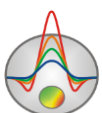








Рис. 50 Отображение данных литологии на геоэлектрическом разрезе (А) и редакторе модели (В).



Также могут быть добавлены данные каротажа. Для этого в окне **Add borehole data** нажмите кнопку  и выберите соответствующий *.crt. Данные каротажа могут быть добавлены к уже имеющейся литологической колонке.


Введение геологических границ (Диалог Set boundaries)

Диалог установки границ **Set boundaries** доступен в меню **Options/Invert&Apriori/Set boundaries** и позволяет учесть при инверсии априорную геологическую информацию. После выбора данной вкладки появляется меню, содержащее следующие кнопки:

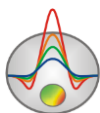
	Enable/Disable editing boundaries mode.	Включить/Отключить режим редактирования границ.
	Add new boundary.	Добавить новую границу.
	Delete boundary.	Удалить все границы.
	Save boundaries to file.	Сохранить границы в файл.
	Load boundaries from file.	Загрузить границы из файла.

Внедрение априорных геологических границ в обратную задачу, является важнейшим 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.

Перед установкой границ рекомендуется выполнить инверсию выбрав во вкладке **Inversion** окна свойств программы тип инверсии (*Style*) – ***Smooth*** и включить подбор по глубинам (убрав галочку в поле ***Thick/depth***). Подробнее о настройках параметров инверсии в разделе [Окно свойств программы](#).

На полученный геоэлектрический разрез следует наносить границы с учетом данных по скважинам, или исходя из априорных представлений о строении изучаемого участка. Добавление границ осуществляется при помощи левой кнопки мыши при включенном режиме . Замыкание границы осуществляется правой кнопкой мыши. При нанесении границ не следует использовать много узлов. Желательно чтобы границы были максимально гладкими.

После нанесения границ следует снова запустить инверсию, которая будет выполняться с учетом заданных границ (рис. 51).



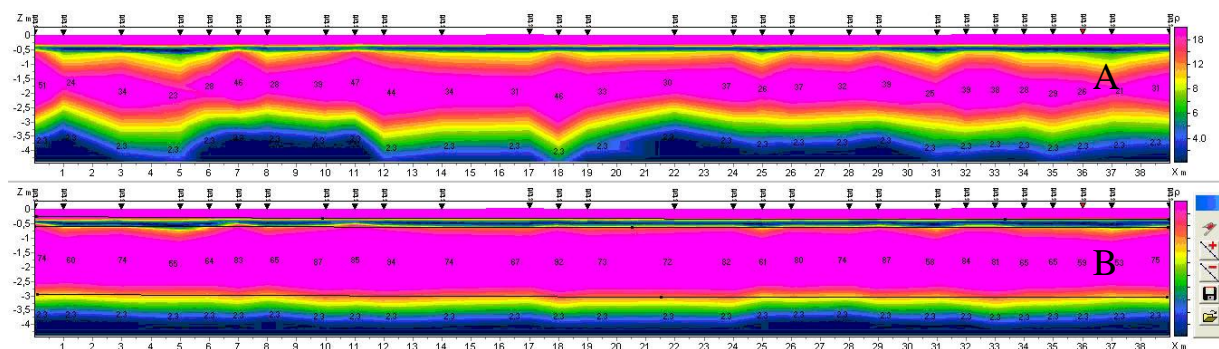


Рис. 51 Пример геоэлектрического разреза по результатам инверсии без учета (А) и с учетом (В) геологических границ.

Опции совместной интерпретации данных ВЭЗ и МТ (АМТ, РМТ) зондирований

Данный функционал предназначен для совместной интерпретации данных ВЭЗ и таких модификаций частотных зондирований, как МТ, АМТ, РМТ, CSAMT, CSRMT. Все эти модификации различаются диапазоном изучаемых частот и, соответственно, глубиной. Ниже будет использоваться только аббревиатура самого глубинного из всех методов – МТ зондирования.

Функционал доступен в главном меню программы **Options/MT Data**. В меню доступны следующие опции:

Load MT data	Загрузить данные МТ в формате TXT (формат файла описан ниже).
Load MDF data	Загрузить файл данных в формате MDF, создаваемый программой ZondMT1D или ZondMT2D .
Remove MT data	Удалить данные МТ зондирований.
Joint inversion	Совместная инверсия данных ВЭЗ и МТ зондирований.
Display MT plot	Показать окно графиков МТ кривых.

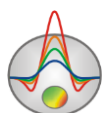
Текстовый файл МТ данных должен содержать следующие значения, записанные в строках:

per – набор периодов

app.res – соответствующие значения кажущихся сопротивлений

pha – соответствующие значения фаз импеданса.

В окне графиков МТ кривых MT Plot отображаются графики кажущегося сопротивления и фазы импеданса (рис. 52). Кривыми с кружками показаны измеренные параметры, сплошными линиями – подобранные в результате совместной инверсии. Имеется



возможность редактирования свойств осей, редактор вызывается правой кнопкой мыши с зажатой клавишей [SHIFT]. Подробнее о настройке параметров осей в разделе [Редактор осей](#).

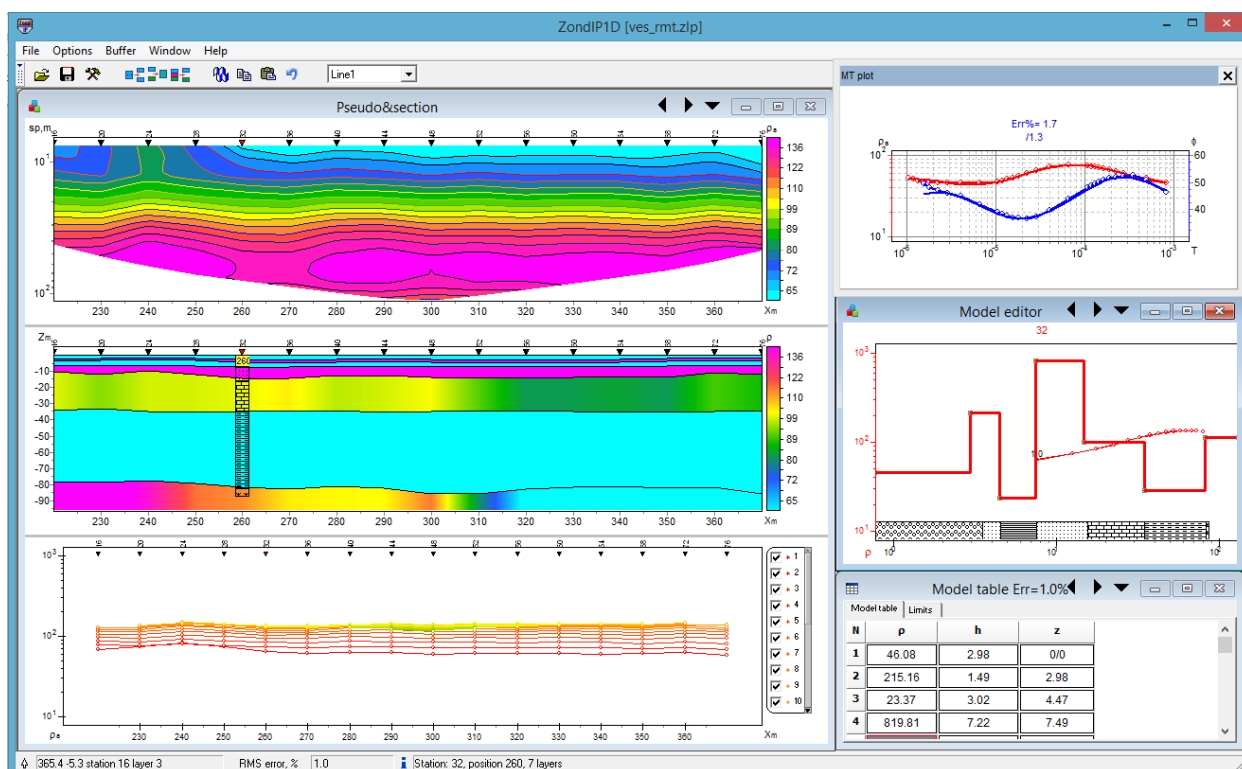


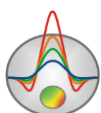
Рис. 52 Отображение графиков МТ кривых. Результаты совместной инверсии данных ВЭЗ и CSРMT

Меню Buffer для сравнения результатов инверсии

Меню **Buffer** главного окна программы позволяет сравнивать результаты инверсии данных, полученных с использованием различных параметров. После расчета первой модели, зайдите в меню **Buffer** и выберите **Model 1**. В появившемся диалоговом окне можно задать имя модели, отражающее, например, используемые при инверсии параметры. Таким образом, может быть сохранено от 1 до 5 моделей.

После сохранения модели напротив названия появится галочка. При нажатии на ранее сохраненную модель, появляется диалоговое окно, которое позволяет или загрузить выбранную модель в качестве текущей (кнопка **From Buffer**), или сохранить текущую модель в качестве выбранной (кнопка **To Buffer**).

Опция **Open** в меню **Buffer** открывает все сохраненные модели для текущей точки зондирования в одном окне (рис. 53).



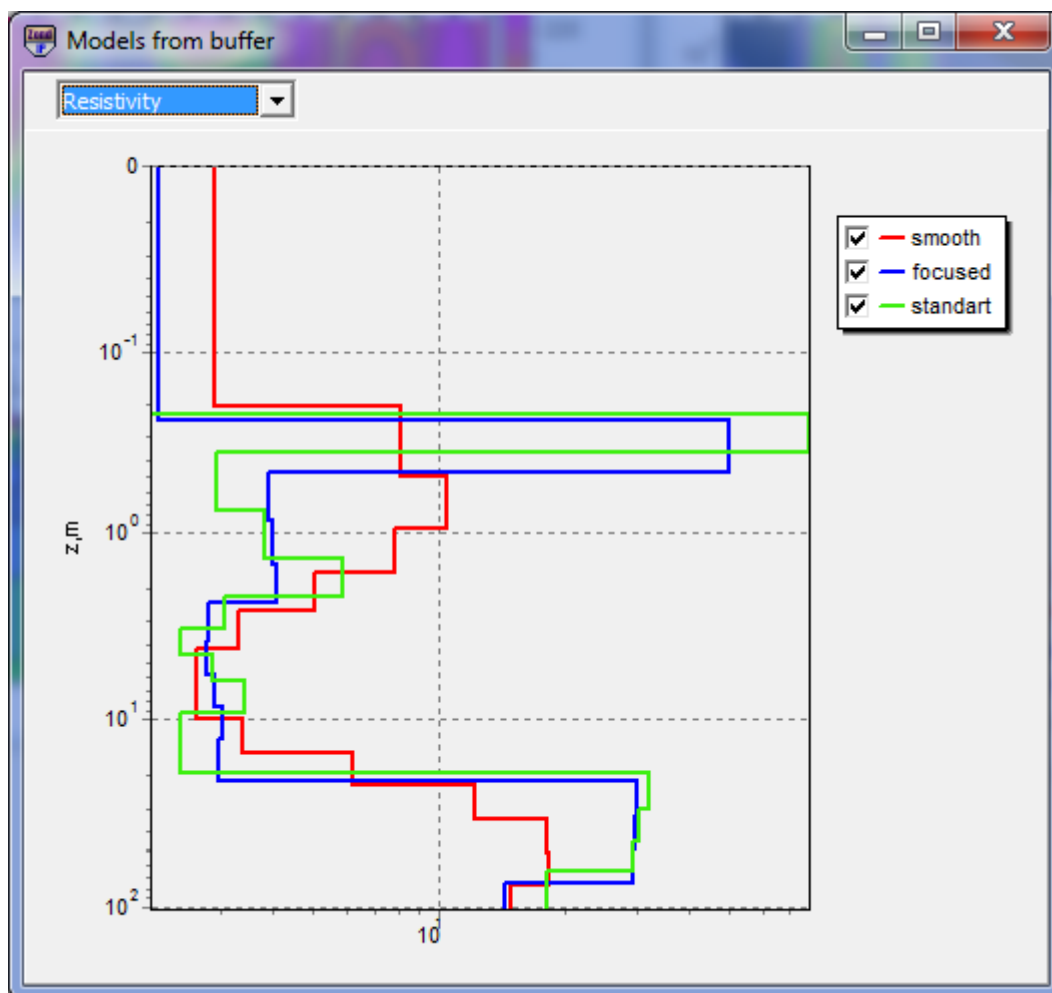


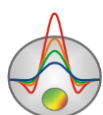


Рис. 53 Две модели для одной точки зондирования, открытые в одном окне.

Настройка графических объектов

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 .



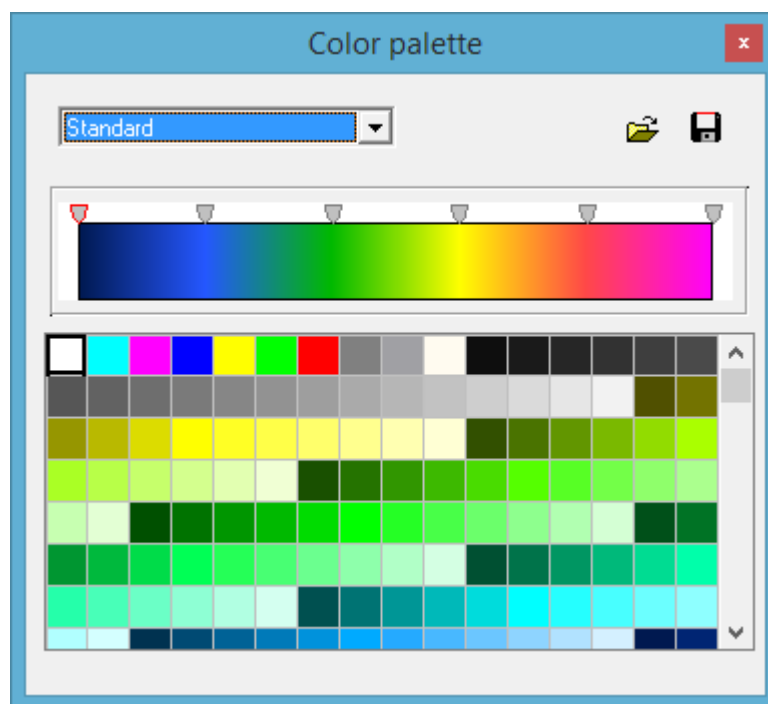


Рис. 54 Диалог настройки параметров палитры.

Редактор осей

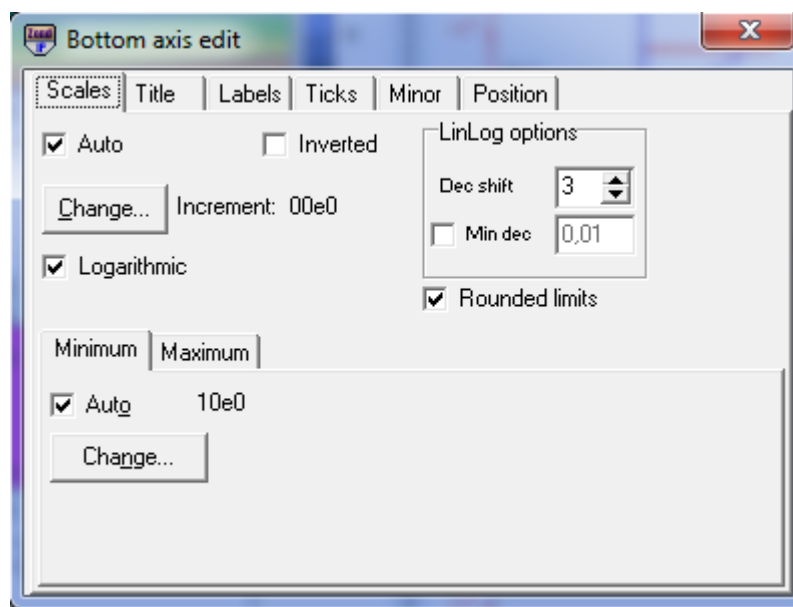
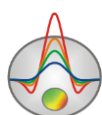


Рис. 55 Окно редактора осей.

Редактор предназначен для настройки графических и масштабных параметров осей. Его можно вызвать щелчком правой кнопки мыши с нажатой клавишей [SHIFT] на интересующей оси. При этом появляется всплывающее меню с тремя пунктами: **Options**, **Default** и **Fix range**. Первый вызывает диалог «Редактор осей», второй устанавливает значения равными значениям по умолчанию, третий фиксирует ось в текущих пределах.



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 **LinLog options**.

Область **LinLog 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**:

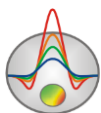
Кнопка [**Font**] вызывает диалог настройки шрифта для заголовка оси.

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** устанавливает процентный сдвиг предела оси относительно его фактического значения.

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.

Опция **Axis behind** – устанавливает порядок рисования осей и графиков.

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

Кнопка [**Ticks**] вызывает диалог настройки линий промежуточных внешних меток оси.

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

Опция **Length** устанавливает их длину.

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

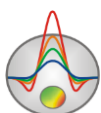
Вкладка **Position** содержит опции определяющие размеры и положение оси.

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).

Опция **Other side** позволяет рисовать ось с обратной стороны. Если опция применяется нижней оси, ось будет отрисовываться сверху.



Редактор набора графиков

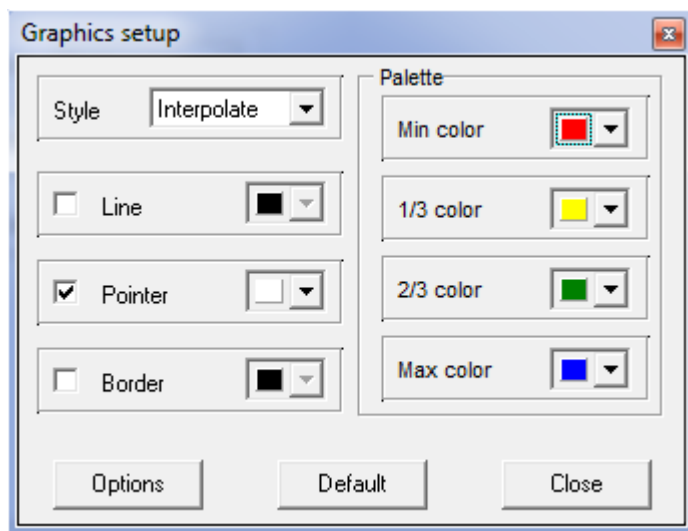


Рис. 56 Окно редактора набора графиков

Редактор предназначен для настройки цветовой последовательности набора графиков.

Опция **Style** устанавливает алгоритм задания цветовой палитры для графиков.

При выборе значения **Interpolate** используется интерполяционная палитра, построенная с использованием цветов заданных в опциях: **min color**, **1/3 color**, **2/3 color** и **max color**. Значение *Constant* устанавливает одинаковое значение цвета (опция **color**) для всех графиков. Значение *Random* задает случайные цвета всем графикам.

Опция **Line** позволяет задать определенный цвет для соединительных линий графиков. При отключенной опции используется цвет из палитры, иначе используется заданное в **Line** значение цвета.

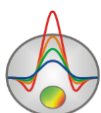
Опция **Pointer** позволяет задать определенный цвет для заливки указателей графиков. При отключенной опции используется цвет из палитры, иначе используется заданное в **Pointer** значение цвета.

Опция **Border** позволяет задать определенный цвет для обводки указателей графиков. При отключенной опции используется цвет из палитры, иначе используется заданное в **Border** значение цвета.

Кнопка [**Options**] вызывает диалог настройки графика.

Кнопка [**Default**] устанавливает настройки графиков равными значениям по умолчанию.

Редактор графика



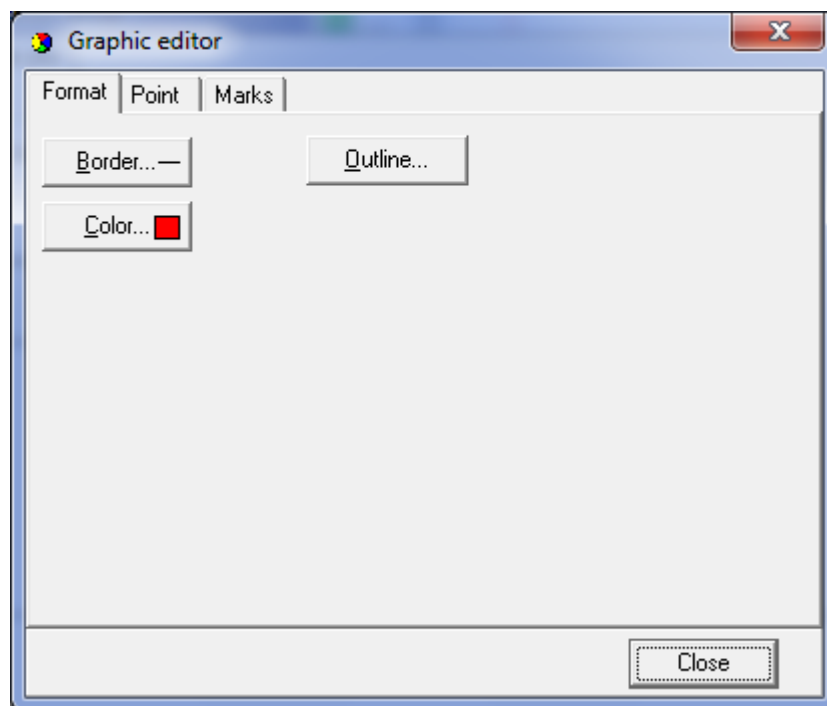


Рис. 57 Окно редактора графика

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

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

Кнопка [**B**order] вызывает диалог настройки параметров соединительных линий графика.

Кнопка [**C**olor] вызывает диалог выбора цвета графика.

Кнопка [**O**utline] вызывает диалог настройки параметров обводки соединительных линии графика.

Вкладка **Point** содержит настройки указателей графика.

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

Опция **Style** устанавливает форму указателя.

Опция **Error gates** позволяет отображать доверительные пределы точки измерения, если таковые заданы.

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

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

Кнопка [**P**attern] вызывает диалог выбора параметров заливки указателя.

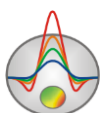
Кнопка [**B**order] вызывает диалог настройки параметров обводящей линии указателя.

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

Вкладка **Style**.

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

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



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

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

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

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

Опция **Length** задает длину стрелки.

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

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

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

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

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

Опция **Transparent** устанавливает прозрачный фон надписи.

Вкладка **Text**:

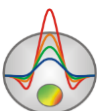
Кнопка [**Font**] вызывает диалог настройки шрифта для подписей указателей.

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**. Также он доступен по двойному щелчку мыши в области любого объекта программы. При обращении к диалогу в главном меню доступно две опции:

Опция **Station** предназначена для печати кривых зондирования и модели для текущей станции (рис.58). Параметры модели отображаются в виде таблицы, содержащей номер, значение удельного сопротивления, мощность и глубину залегания верхней кромки слоя.



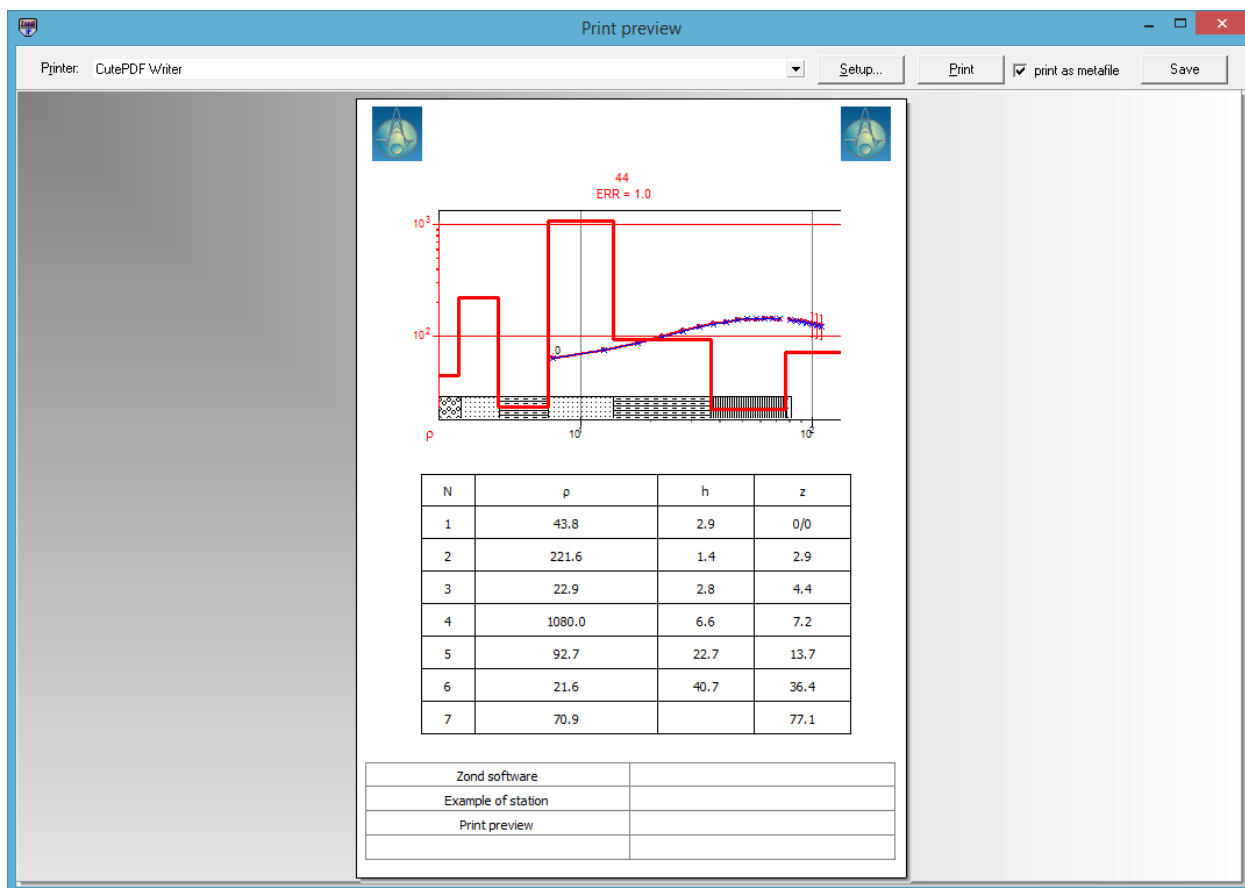


Рис. 58 Окно Print preview/Station

Опция **Section** предназначена для печати геоэлектрического разреза (рис. 59).

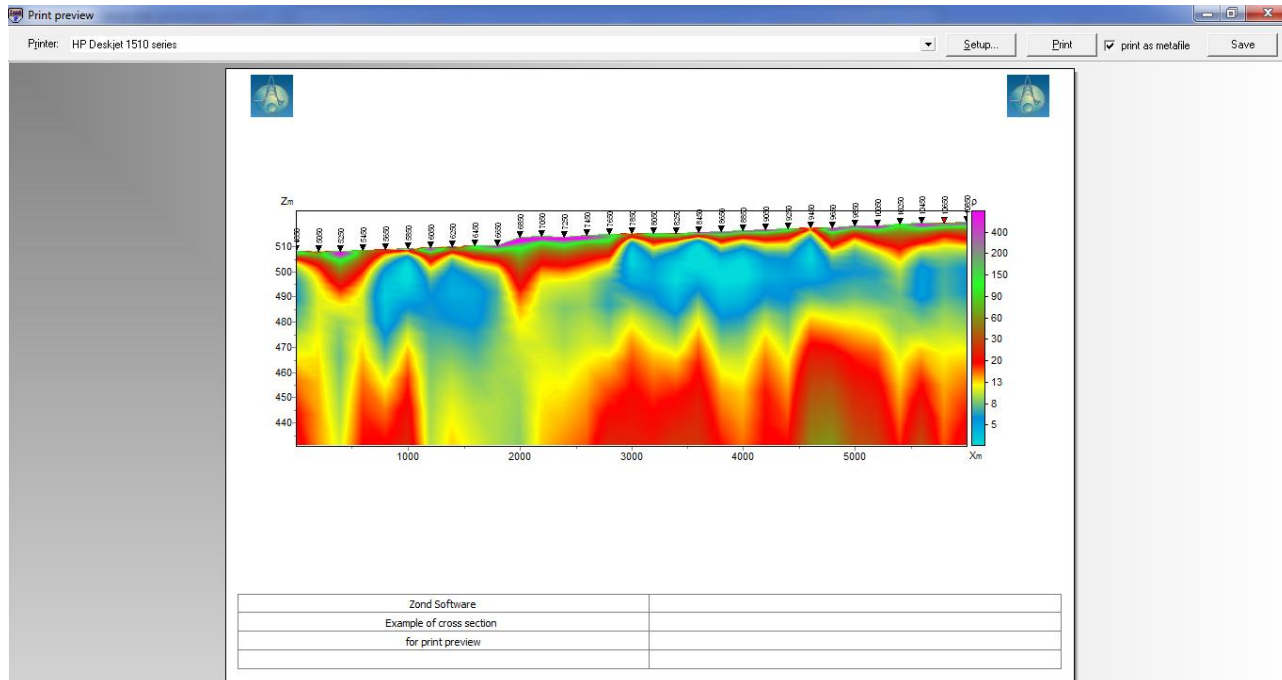
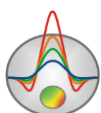


Рис. 59 Окно Print preview/Section

Для перемещения объекта печати по листу используйте левую кнопку мыши.

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



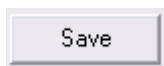
[Print]: выбор принтера для печати. В открывающемся меню можно выбрать один из настроенных принтеров.



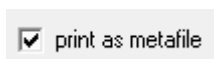
- кнопка настройки печати. В открывающемся окне можно выбрать размер и ориентацию бумаги, свойства печати, количество страниц на листе и другие параметры.



- 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.

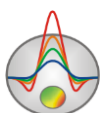
Квадраты в верхней части листа предназначены для печатей, штампов или эмблем компании. Щелкните правой кнопкой мыши по квадрату и в появившемся окне выберите растровое изображение, которое необходимо вставить. Размеры квадрата могут быть изменены при помощи мыши.

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 .

Геологический редактор разрезов

Для построения геолого-геофизической модели (проведения геологической интерпретации) служит окно редактора геологической модели **Geological editor**, вызываемое с помощью меню **Options / 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.

При вызове окна редактора геологической модели в ней отображается текущая модель проекта (рис. 60).



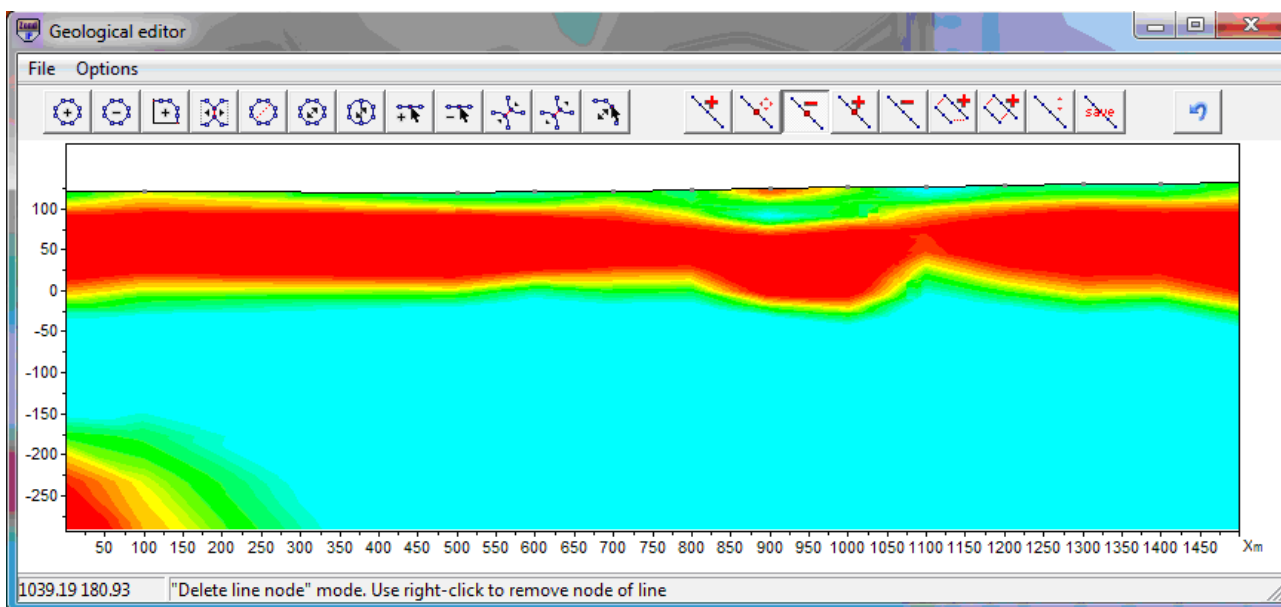


Рис. 60 Окно редактора модели перед началом работы

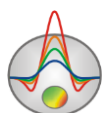
Для проведения геологической интерпретации на панели инструментов предусмотрены два набора кнопок: один предназначен для создания полигональных тел (с возможностью редактирования крапов, заливок, стиля границ и т.п.), другой – для рисования на разрезе отдельных линий. Они могут использоваться для обозначения некоторых элементов геологического строения (например, плоскостей тектонических нарушений) или в целом повышать наглядность интерпретационного разреза.


Инструменты для создания полигональных тел:

	Добавить полигон.		Удалить полигон.
	Создать присоединенный полигон.		Отсоединить полигон.
	Переместить связанные полигоны.		Добавить точку.
	Переместить полигон.		Переместить часть полигона.
	Удалить точку.		Разъединить связанные точки.
	Переместить точку.		Объединить точки.

Инструменты для создания линий:

	Создать линию.		Переместить узел.
	Удалить линию.		Замкнуть полилинию.
	Переместить линию.		Замкнуть полилинию.



	Добавить узел.		Сохранить изменение.
	Удалить узел.		Отмена.

Пример созданной геологической геоэлектрического разреза и созданной на его основе геологической модели представлен на рисунке ниже. Пункт меню **File/Remove picture** позволяет убрать подложку – разрез параметра, на основе которого проводится интерпретация (рис. 62).

С помощью пункта меню **File/Save section** можно сохранить результат в формате *.sec для работы в других программах пакета **Zond** или в виде растрового изображения. Пункт меню **Options/Model setup** позволяет устанавливать масштаб изображения для экспорта или печати (**File/Print preview**).

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

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

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

Automatic scaling – включить режим автоматической настройки масштабов изображения.

Model setup – вызвать диалог настройки области просмотра модели.

Delete all poly – удалить все элементы геологической модели.

Output settings – вызвать диалог настройки параметров экспортируемого изображения.

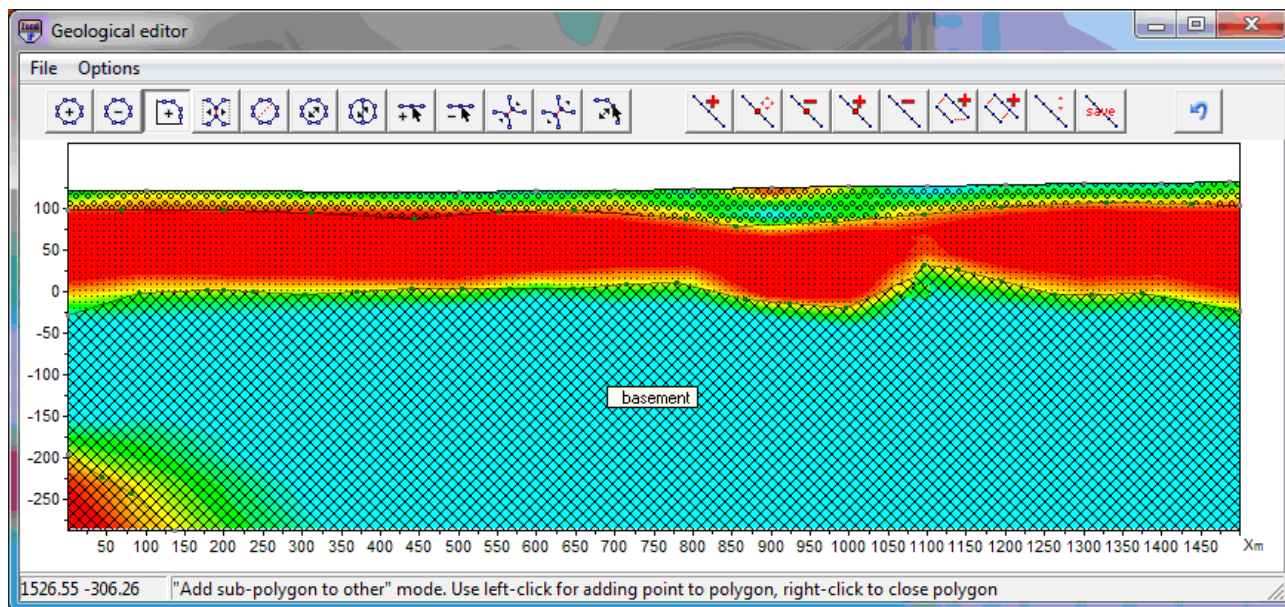
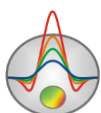


Рис. 61 Окно редактора модели: разрез сопротивления и геологическая интерпретация.



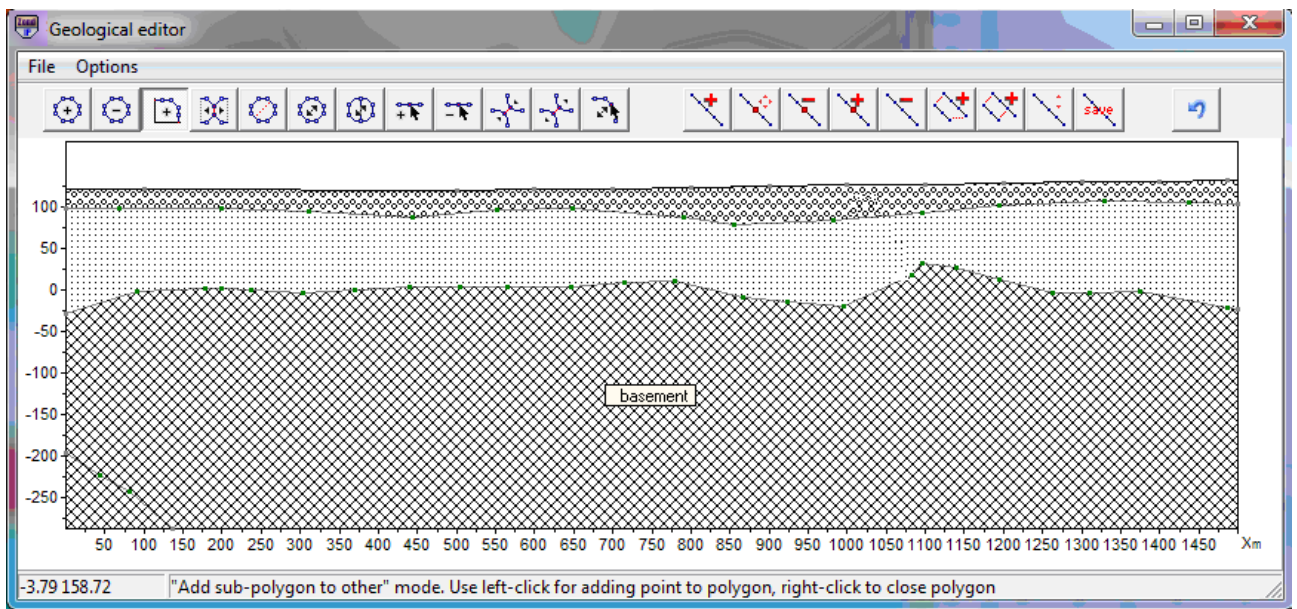


Рис. 62 Окно редактора модели: геолого-геофизический разрез по результатам интерпретации.

Диалог настройки параметров полигона

Данный диалог используется для настройки разнообразных параметров полигонов, и вызывается двойным щелчком мыши по интересующему полигону.

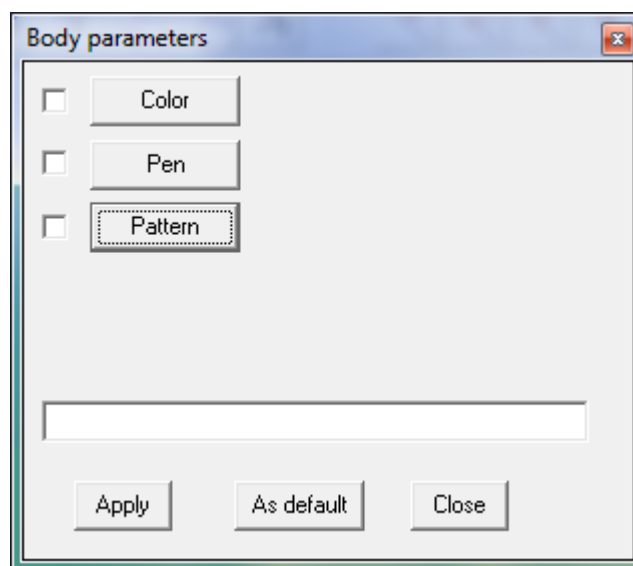
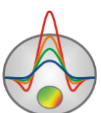


Рис. 63 Диалог настройки параметров полигона

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.

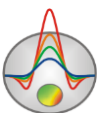
Кнопка **[Brush]** – вызывает диалог настройки параметров заливки полигона. Если опция включена, то выбранные параметры будут использованы во всех полигонах модели.



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

Кнопка [**Font**] – задает параметры шрифта для подписи.

Ниже расположено поле, подпись из которого будет отображаться на полигоне.



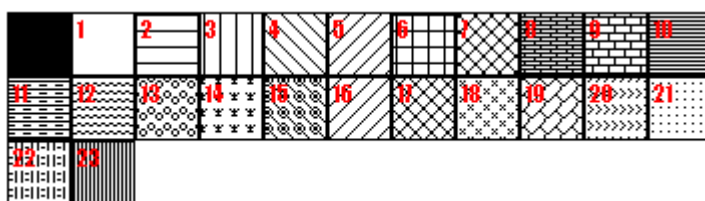
Приложение 1. Формат файла данных литологии

Литологические колонки хранятся в файлах определенного формата. Первый тип файлов с расширением txt – это собственно литологические данные.

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.

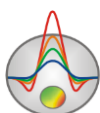


Ниже приведен пример файла литологических данных.

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 данных 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 графика);



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.

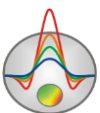
0 - Масштаб данных логарифмический 0, линейный 1.

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/UCGtprIIZkc9CsLfuz4VvmQ?view_as=subscriber

Группа поддержки в Linkedin:

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

Демонстрационные проекты Zond:

<ftp://zond-geo.com/>

Username: download@zond-geo.com

Password: 12345

Программа не работает с USB донглом:

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

