

## ***Краткая инструкция по работе с программой Res2dinv и x2ipi***

### ***Просмотр и обработка данных в программе x2ipi***

#### Открытие файла данных

Чтобы открыть файл данных, используйте кнопку  или Меню – “File|Open”. Укажите тип файла данных «**Data from Prosys (Iris Instruments)**». В этом случае программа загружает все данные из текстового файла и отсортировывает их по типам установки.

Для оптимального использования 10-канальной аппаратуры Syscal-Pro (Iris Instruments) рекомендуется оптимизировать протокол измерений с помощью программы *OptiPro*. Это часто приводит к измерению дополнительных приемных диполей. Чтобы исключить эти измерения из обработки и интерпретации нужно открыть файл данных, указав тип «**Data form Syscal-Pro (Prosys)**». В этом случае после выбора файла данных, нужно выбрать файл с оригинальным, неоптимизированным протоколом измерений. Тогда программа исключает из загруженных данных изменения непредусмотренные оригинальным протоколом. Если отказаться от выбора файла с оригинальным протоколом (нажав кнопку *Esc* или [*Cancel*]), то загрузка будет эквивалента типу данных «Data from Prosys (Iris Instruments)».

Если во входном файле не найдены какие-либо измерения, предусмотренные оригинальным протоколом появляется следующее сообщение.



В строке Quadro N показывается номер первого ненайденного измерения. Если выбрать ответ «**Abort**», то загрузка файла будет отменена. При выборе «**Ignore**» все отсутствующие измерения будут помечены как плохие.

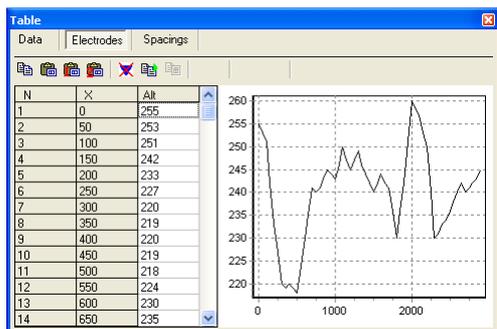
#### Общая информация о профиле

После успешного считывания файла данных в главном окне появится общая информация о профиле. В этом же окне можно править строку комментариев. В нижнем левом углу

этой программы появится список выбранных файлов и электроразведочных установок (List of selected files and arrays). Тип выбранной установки графически показан в нижнем правом углу окна.

## Информация об электродах и рельефе

Вся информация об электродах и рельефе представлена в таблице на вкладке «Electrodes». Кроме того, все электроды показаны графически в верхней части окна Данные и конфигурация установки в виде синих треугольников.



Вкладка «Electrodes» окна Таблица

Данные о рельефе профиля можно вводить либо непосредственно в таблице, либо вставкой из буфера обмена. Возможны три варианта вставки:

-  { Paste altitudes } – вставка высот всех электродов (высоты должны быть во второй колонке вставляемых данных).
-  { Paste altitudes with linear interpolation } – вставка высот с линейной интерполяцией (заданы высоты и X-координаты отдельных точек).
-  { Paste altitudes with quadratic interpolation } – вставка высот с квадратичной интерполяцией (заданы высоты и X-координаты отдельных точек).

После вставки рельефа он будет показан в виде графика на этой же вкладке. Квадратами показаны точки, по которым рассчитана интерполяция.

## Редактирование полевых данных

### Смещение профиля вдоль оси X

Для задания правильных координат вдоль профиля можно задать смещение профиля в поле «Shift X (m)». При этом все координаты будут смещены на заданную величину. Смещение действует на все введенные данные. Такая коррекция данных необходима, когда длинный профиль обрабатывается с одним и тем же протоколом (“roll-along” технология).

Кроме смещения, можно развернуть данные по профилю, т.е. сделать последний пикет первым: Меню – “Exchange| Mirror Profile”.

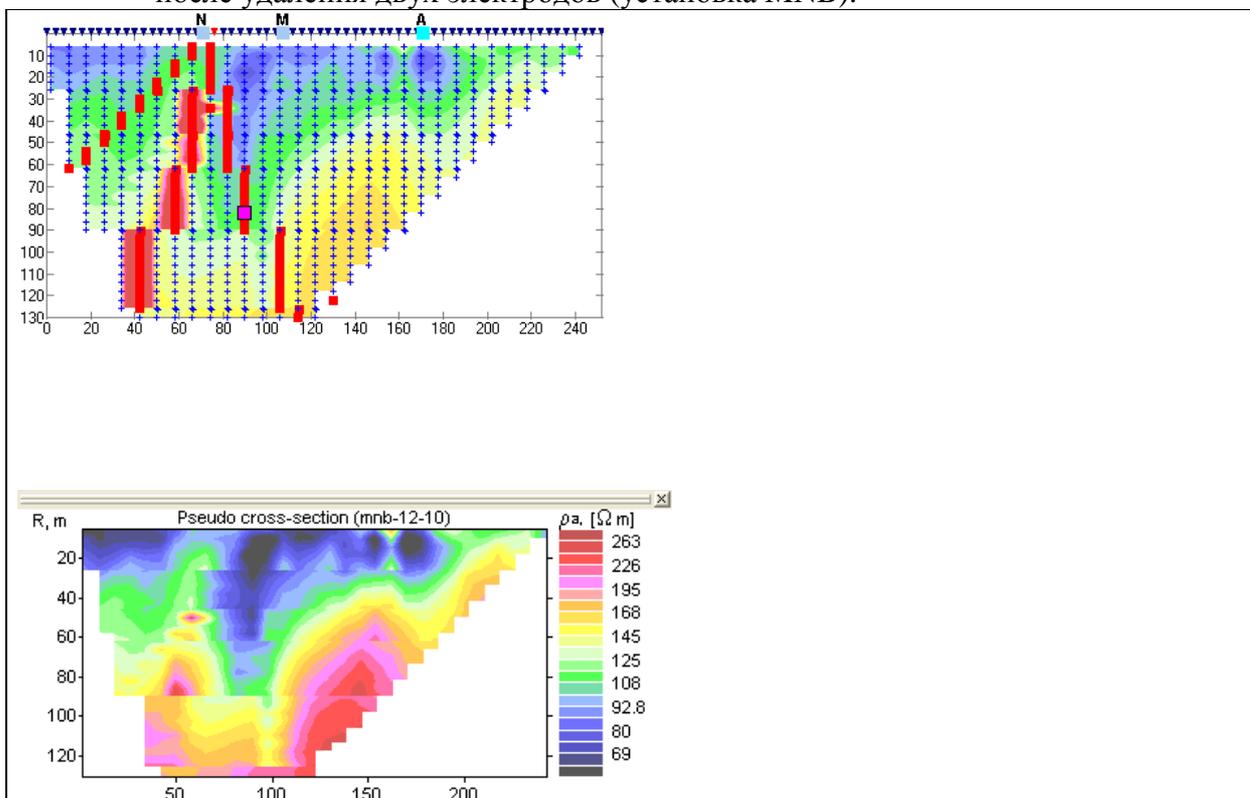
## Отбраковка данных

Существует несколько путей отбраковки измерений. Повторная отбраковка восстанавливает данные. Отбраковка заведомо плохих измерений может существенно повысить качество инверсии и избежать ложных аномалий. Отбракованные данные помечаются красными квадратами.

a) Автоматическое удаление данных, которые не отвечают критериям заданным на вкладке «Data» окна Таблица:

- Рассчитанная точность измерений ( $q$ , quality factor.  $Dev$ ) больше заданного значения;  Max. q (%)
- Измеренная разность потенциалов меньше заданной. Минимально допустимый сигнал зависит от точности используемой аппаратуры и уровня помех, обычно это 0.1-10 мВ.  Min. dU
- Ток в питающей линии был меньше заданного. Обычно это указывает на плохое качество заземления.  Min. I
- Измеренное значение поляризуемости не соответствует заданным пределам. Такие значения обычно указывают на высокий уровень помех.  Min. IP  Max. IP

b)  Delete selected electrodes, {[Del] в таблице с описанием электродов}. Отбраковка данных, полученных с плохим электродом. Это обычно связано с плохим заземлением электрода, неправильным подсоединением или же проблемами в измерительной аппаратуре. На рис. показан пример данных до и после удаления двух электродов (установка MNB).



c) Ручное удаление отдельных разносов. Бывает необходимо, если на некоторых разносах использовалось слишком большое отношение АВ к MN. Удалите выбранные разносы на вкладке «Spacings» окна Таблица.

Table		
Data	Electrodes	Multinodes
<input checked="" type="checkbox"/> 6-4	<input checked="" type="checkbox"/> 54-20	<input checked="" type="checkbox"/> 102-60
<input checked="" type="checkbox"/> 10-4	<input checked="" type="checkbox"/> 58-20	<input checked="" type="checkbox"/> 106-60
<input checked="" type="checkbox"/> 14-4	<input checked="" type="checkbox"/> 62-20	<input checked="" type="checkbox"/> 110-60
<input checked="" type="checkbox"/> 18-4	<input checked="" type="checkbox"/> 66-36	<input checked="" type="checkbox"/> 114-60
<input checked="" type="checkbox"/> 22-4	<input checked="" type="checkbox"/> 70-36	<input checked="" type="checkbox"/> 118-60
<input checked="" type="checkbox"/> 26-4	<input checked="" type="checkbox"/> 74-36	<input checked="" type="checkbox"/> 122-60
<input checked="" type="checkbox"/> 26-12	<input checked="" type="checkbox"/> 78-36	<input checked="" type="checkbox"/> 126-60
<input checked="" type="checkbox"/> 30-12	<input checked="" type="checkbox"/> 82-36	<input checked="" type="checkbox"/> 126-84
<input checked="" type="checkbox"/> 34-12	<input checked="" type="checkbox"/> 86-36	<input checked="" type="checkbox"/> 130-84
<input checked="" type="checkbox"/> 38-12	<input checked="" type="checkbox"/> 90-36	
<input checked="" type="checkbox"/> 42-12	<input checked="" type="checkbox"/> 94-60	
<input checked="" type="checkbox"/> 46-12	<input checked="" type="checkbox"/> 98-60	
<input checked="" type="checkbox"/> 46-20		
<input checked="" type="checkbox"/> 50-20		

- d) Ручное удаление отскоков. Пометьте нужное измерение в окне Данные и конфигурация установки или в таблице с данными и нажмите клавишу [Del].

ВНИМАНИЕ! При отбраковке данных способами, описанными в пунктах b) и d), не происходит автоматической перерисовки разреза. Нажмите кнопку {  Redraw contours}, чтобы перерисовать псевдо-разрез.

### Сохранение отредактированных данных

После редактирования полевых данных результаты рекомендуется сохранить в формате данных *Res2dInv* Меню – “Converter|Res2DInv”; [Ctrl-R]; {  }.

Открыв несколько файлов данных, полученных на одном профиле их можно сохранить в один общий файл. Если измерения были получены с разными установками, то нужно использовать *General* формат *Res2dInv*: Меню – “Converter|Res2DInv (general)”; [Ctrl-G]; {  }.

Если во входном файле были данные для нескольких электроразведочных установок, то можно сохранить выделенную установку в отдельный файл: Меню – “File|Extract array”.

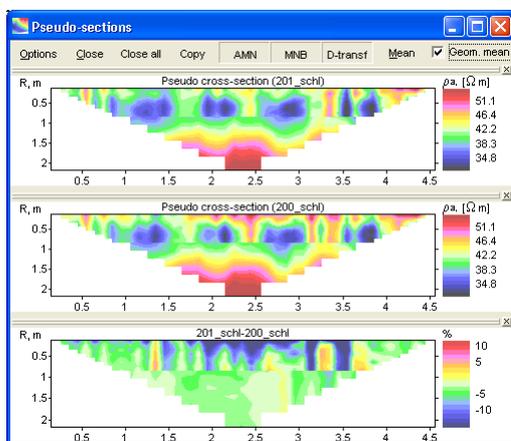
### Анализ полевых данных

#### Построение различных псевдо-разрезов

Открытие окна Псевдо-разрезы в полноэкранном режиме {  Show sections' window} позволяет:

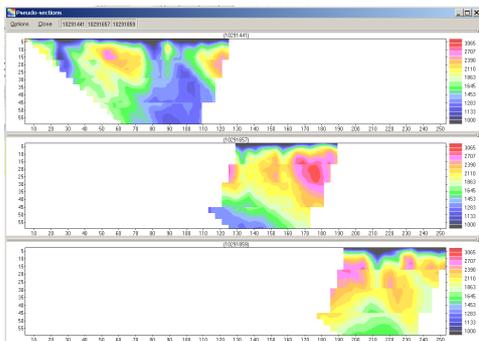
- анализировать полученные данные,
- сравнивать различные файлы данных,
- рассчитывать разностный разрез,
- копировать псевдо-разрезы в буфер обмена для печати из других программ,
- настраивать форму представления псевдо-разрезов.

Примеры использования окна Псевдо-разрезы.

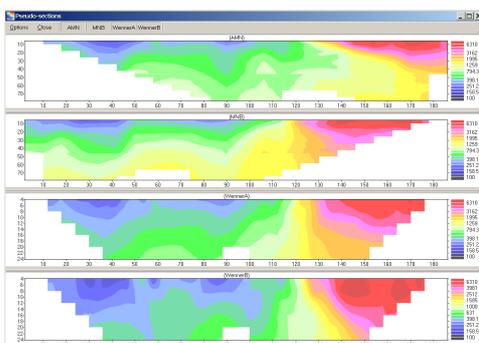


Сравнение данных по одному профилю, полученных в разное время.

ВНИМАНИЕ! Разностный разрез возможен только для двух псевдо-разрезов.



Измерения на длинном профиле с перемещением электродов.



Измерения с различными электроразведочными установками на одном профиле.

Каждый псевдо-разрез можно открыть и закрыть, используя кнопку с его названием в верхней строке окна. Возможно переставить псевдо-разрез на новое место, нажав мышкой на серую рамку над титулом псевдо-разреза. При этом появится серая рамка, указывая новое положение псевдо-разреза.

Настроить форму представления псевдо-разрезов можно, используя кнопку **Options**. Иногда требуется закрыть и открыть окно Псевдо-разрезы, чтобы новые настройки вступили в действие.

### Использование буфера обмена

С помощью буфера обмена можно анализировать выбранные данные в других приложениях (например, Excel).

- Вкладка **Electrodes** (Электроды) окна Таблица:
  - a) { Copy electrodes } копирует таблицу с горизонтальными и вертикальными координатами всех электродов.
  - b) { Copy VES curve } копирует таблицу с кривой ВЭЗ для выбранного электрода. Чтобы скопировать кривую ВЭЗ, расположенную между электродами, нужно с помощью клавиши [Shift] выбрать два электрода в таблице.
- вкладка **Spacings** (Разносы) окна Таблица:
  - c) { Copy app.resistivity for selected spacing } копирует таблицу со значениями кажущегося сопротивления для выбранного разноса (график электропрофилеирования).
  - d) { Copy mean curve } копирует среднюю кривую ВЭЗ для всего профиля (среднегеометрические значения на каждом разносе).
- Окно Псевдо-разрезы:
  - e) { Copy } копирует изображение окна без рамки и панели управления.

- f) Правая клавиша-“Copy” на выбранном псевдо-разрезе копирует его изображение в буфер обмена.
- g) Правая клавиша-“Save data” на выбранном псевдо-разрезе копирует таблицу значений в формате Surfer (Golden software).

### ***Работа с данными в формате Res2Dinv (Geotomo software, Малазия)***

Этот формат является де-факто стандартом для многоэлектродных зондирований, поддерживаемый практически всеми производителями аппаратуры и большинством программ 2D инверсии. Работа с полевыми данными в этом формате аналогична работе с полевыми данными, за исключением того, что некоторые приемы работы будут недоступны. Так как в этом формате хранится меньше информации, чем в формате полевых данных (например, нет значений измеренной разности потенциалов и силы тока). Именно в этом формате лучше редактировать полевые данные, корректировать шаг по профилю, выставлять правильные координаты электродов и вводить рельеф. Данные в этом формате готовы к двумерной инверсии, в отличие от полевых данных.

Существует два варианта этого формата:

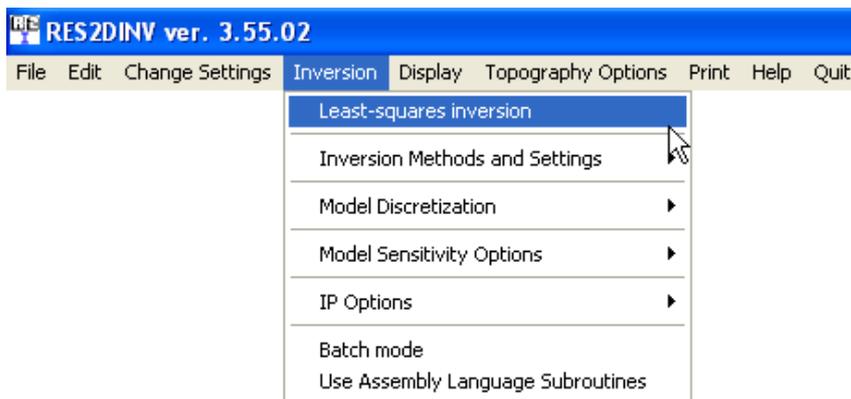
- *Res2DInv* [Ctrl-R] {  Output for Res2dInv }
- *Res2DInv (general)* [Ctrl-G] {  Output general format for Res2dInv }

В *Res2DInv (general)* (обобщенном формате) программы двумерной инверсии ***Res2dInv*** (см. ***Res2dInv manual***. Appendix L) можно объединить в одном файле данные, полученные с различными установками, в том числе и с нестандартными. Например, Шлюмберже и диполь-диполь. Это позволяет повысить качество интерпретации. Кроме того, иногда приходится использовать этот формат, если программа ***Res2dInv*** некорректно выбирает сетку модели для стандартного формата входных файлов.

При изучении глубинных структур можно перед интерпретацией проводить Медианную фильтрацию полевых данных. Если в одном файле хранятся данные для нескольких установок, то нужно проводить медианную фильтрацию для каждой электроразведочной установки отдельно. Необходимо помнить, что такая фильтрация может существенно исказить (загладить) строение верхней части геоэлектрического разреза.

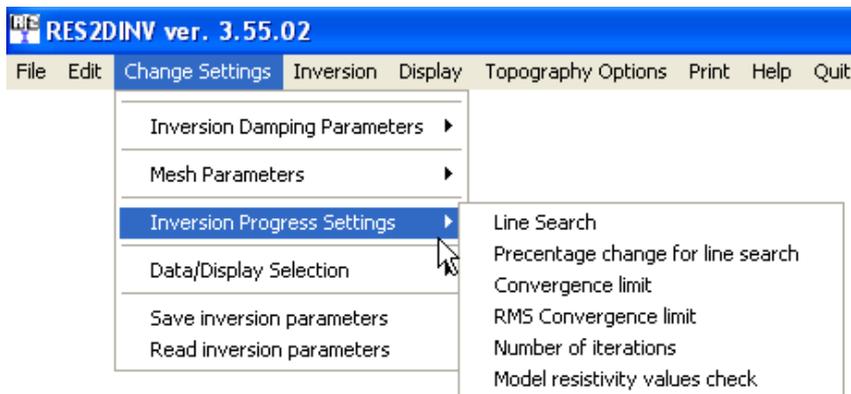
### ***Инверсия данных электротомографии в программе Res2dInv***

Для инверсии данных электротомографии в программе Res2dinv достаточно открыть файл данных и запустить процедуру инверсии (**Least-squares inversion**).



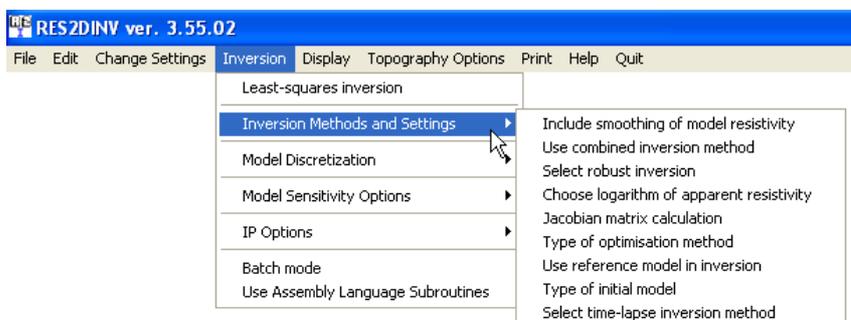
Наш опыт показывает, что лучше изменить некоторые параметры инверсии предлагаемые по умолчанию.

1. В большинстве случаев достаточно 3-4 итераций (**Number of iterations**). Последующие итерации не изменяют существенно невязку, но вносят необоснованные изменения в результат инверсии.



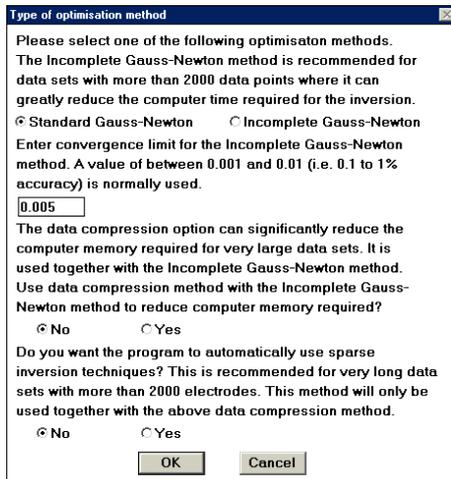
Отметим, что в файле **INV** записаны результаты всех итерации, поэтому можно посмотреть и вернуться к предыдущей итерации за исключение инверсии данных ВП с выбором режима инверсии данных ВП после подбора сопротивления (invert the IP data sequentially after the inversion of the resistivity data).

2. Выключение опции сглаживание удельного сопротивления (**Include smoothing of model resistivity values**).

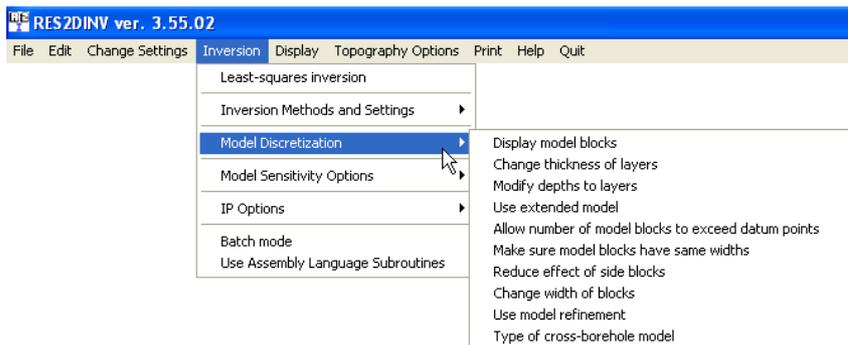


3. Выбор робастной инверсии (**Select robust inversion**), как для модели, так и для данных.

4. Для длинных профилей (более 110 электродов) можно использовать алгоритм разреженной инверсии (“**sparse inversion**”). Для этого используется пункт меню **Type of optimisation method**.



5. В большинстве случаев для данных трех электродной установки можно использовать расширенную модель (**Use extended model**). Но при этом нужно помнить, что на краях разреза в электротомографии мы не получаем информации о глубинной части разреза.

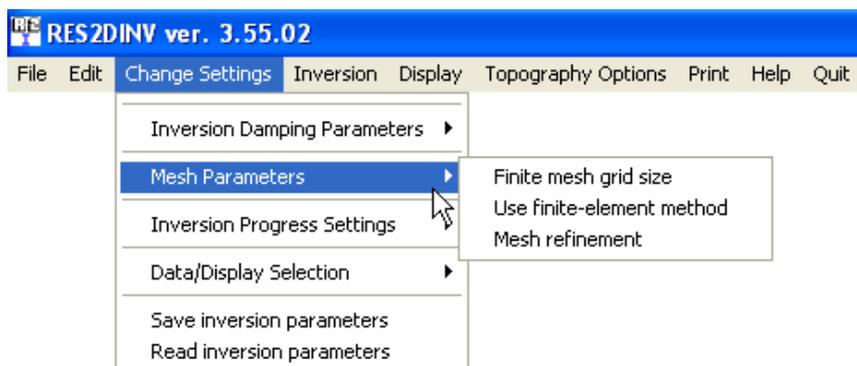


6. В любом случае полезно посмотреть как блоки, по которым подбирается модель, соответствуют набору данных (**Display model blocks**). Иногда для разреженных наборов данных программа необоснованно вдвое уменьшает глубину модели. В этом случае нужно конвертировать данные в *General format* с помощью программы **x2ipr**.

7. Перед инверсией нужно обязательно добавлять во входной файл данных рельеф, даже если он плавный. Это позволяет более адекватно отображать результаты инверсии. При этом в большинстве случаев нужно выбрать способ удаления тренда из рельефа, для более точного моделирования (**Select type of trend removal - Least-squares linear trend**).



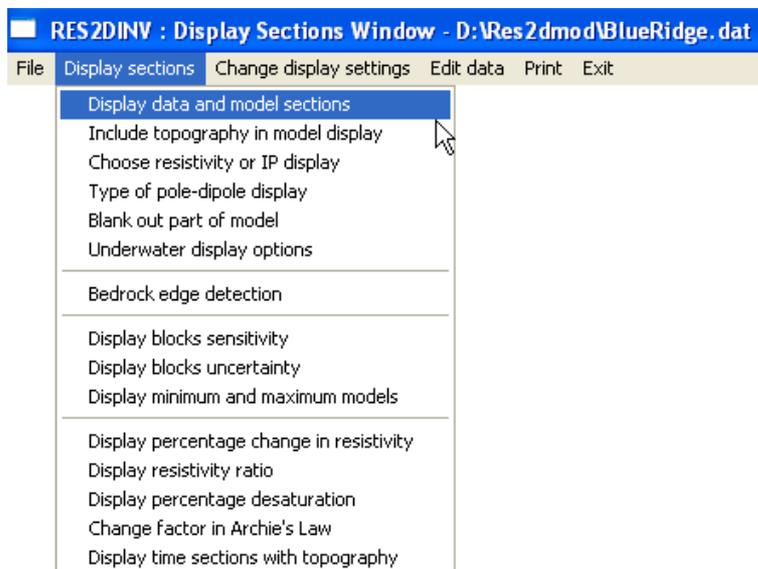
8. В большинстве случаев точность расчетов прямой задачи при инверсии достаточно высокая. Тем не менее, есть опции, позволяющие повысить эту точность, особенно для высоких контрастов в изучаемом разрезе (более двух порядков).



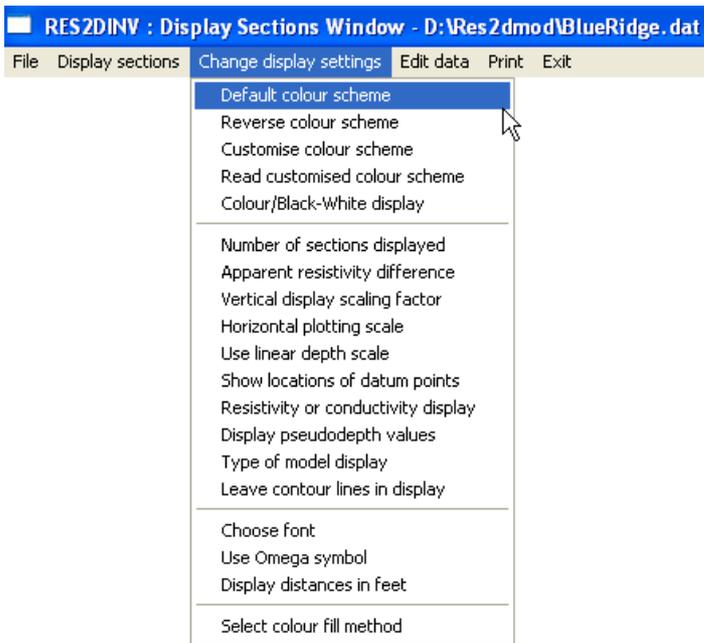
Используя опцию **Mesh refinement**, можно выбрать **Finer mesh** или **Finest mesh**. Увеличение точности приведет к увеличению времени расчетов.

### *Результаты инверсия данных электротомографии в программе Res2dInv*

Для просмотра результатов используется пункт главного меню программы **Display sections**. При этом открывается дополнительное окно программы Display Sections Window.



Наиболее удобным способом просмотра результатов является вариант представления модели вместе с рельефом (**Include topography in model display**). При этом рекомендуется выставить соотношение между вертикальным и горизонтальным масштабами равным **1** (**Vertical display scaling factor**).



Кроме просмотра на экране результаты могут быть спасены в виде рисунка (меню **Print**) или в цифровом виде в формате Surfer или XYZ формате для программ GEOSOFT.

