

**Программа трехмерной обработки и интерпретации
сейсмических данных
(наземный, скважинный и акваторный варианты)**

ZONDST3D

Руководство пользователя

Оглавление

<i>Назначение и возможности программы</i>	4
Скорость упругих волн.....	6
<i>Установка и удаление программы</i>	10
<i>Требования к системе</i>	10
<i>Единицы измерения</i>	11
<i>Модуль пикирования сейсмограмм</i>	11
Начало работы с модулем	12
Панель инструментов окна пикирования сейсмограмм.....	12
Меню функций окна пикирования сейсмограмм	15
Диалог общих настроек чтения файла SEG-Y	19
Диалог автоматического сбора амплитуд первых вступлений	20
Диалог настройки типа наблюдений	21
Настройки визуализации и масштабирования сейсмограммы.....	22
Диалог настройки масштабов сейсмограммы	22
Диалог графических настроек сейсмотрасс	24
Ввод геометрии наблюдений	26
Диалог конфигурирования кос (сортировки сейсмограмм)	27
Режимы просмотра сейсмограммы.....	29
Основные опции модуля пикирования сейсмограмм	30
Опции многовкладочной секции.....	31
Операции с сейсмограммами	37
Пикировка первых вступлений.....	38
Диалог фильтрации данных.....	39
Основные этапы работы	41
<i>Модуль инверсии полевых данных</i>	42
Общий вид главного окна программы.....	42
Панель инструментов главного окна программы	43
Подменю работы с трехмерной моделью	44
Меню функций главного окна программы	45
“Горячие” клавиши	53
Панель статуса	53
Создание и открытие файла данных для инверсии	54
Формат основного файла данных.....	55
Создание синтетической системы наблюдений.....	58
Редактор профилей.....	60
Диалог настройки сети модели	63
<i>Особенности работы ZondST3D с различными типами данных</i>	66
Данные межскважинной томографии	66

Данные акваторных измерений.....	67
<i>Визуализация данных</i>	68
План графиков	68
Псевдоразрез	70
<i>Моделирование</i>	74
Решение прямой задачи сейсмотомографии	75
Редактирование модели.....	77
<i>Сохранение и использование модельных данных</i>	80
<i>Инверсия данных</i>	80
Диалог настройки параметров инверсии	80
Режим моделирования и инверсии анизотропии	88
Режим Attenuation tomography.....	88
Оценка невязки в результате инверсии	89
<i>Априорная информация</i>	89
Использование графических подложек для 2D и 3D моделей	89
Создание скважинных данных	91
<i>Результаты интерпретации</i>	95
Режимы и параметры визуализации среза модели	95
Режимы и параметры визуализации объемной модели	96
Обрезка модели	100
Работа с несколькими моделями в одном проекте.....	101
<i>Сохранение результатов интерпретации</i>	102
<i>Настройка графических параметров</i>	103
Диалог настройки экспортируемого изображения	103
Диалог настройки параметров контурной карты и псевдоразреза	103
Диалог настройки палитры.....	106
Редактор набора графиков	107
Редактор графика	107
Редактор осей.....	109
Диалог настройки параметров отображения модели	111
Диалог предварительного просмотра печати	113
<i>Дополнительные материалы:</i>	115

Назначение и возможности программы

Программа **ZondST3D** предназначена для двумерной обработки и интерпретации данных сейсморазведки на преломленных волнах и КМПВ в наземном, скважинном, межскважинном и акваторном вариантах. Кроме этого в программе реализованы следующие модули: инверсия амплитуд и анизотропия сейсмических скоростей.

ZondST3D представляет готовое решение для сейсмической томографии и решает широкий спектр задач от математического моделирования и анализа чувствительности, до обработки и интерпретации полевых данных. Удобный интерфейс и широкие возможности представления данных позволяют максимально эффективно решить поставленную геологическую задачу.

Программа разбита на два основных модуля. Первый предназначен для пикирования (корреляции) первых вступлений (и амплитуд) на сейсмограммах. Вторым используется для решения прямой и обратной задачи сейсмотомографии.

Для обработки сейсмограмм разработан специальный интерфейс, призванный максимально упростить и автоматизировать процесс пикирования первых вступлений. Основной упор сделан на разнообразие способов визуализации и доступность часто используемых функций. В данном модуле пользователь может одновременно пикировать следующие типы волн: V_s и V_p . Обработка материалов оптимизирована для совместного использования продольных и поперечных преломленных волн.

При решении прямой задачи трассировки лучей используется специальный алгоритм теории графов (Shortest path's method). Этот метод позволяет рассчитать кратчайший путь, по которому проходит рефрагированная волна. Данный алгоритм характеризуется высокой скоростью расчетов и контролируемой точностью.

Прямая задача, то есть алгоритм трассировки луча реализован в двух вариантах:

- Лучевое приближение. Постоянная скорость внутри ячейки.
- Лучевое приближение. Линейное измерение скорости внутри ячейки. Скорости задаются в узлах.

Модуль сейсмотомографии позволяет получать скоростные разрезы, как по продольным, так и по поперечным волнам, что необходимо при сейсмическом районировании. Источники и приемники могут быть расположены на поверхности земли, в скважинах, на дне или на поверхности водоема. Возможно использование модуля для интерпретации данных вертикального сейсмического профилирования (ВСП). Наряду со скоростными разрезами реализован алгоритм восстановления распределения анизотропии скоростей и параметра затухания. В программе используется простейший вариант

коэффициента анизотропии сейсмических скоростей – отношение V_{xy} к V_z . Учет анизотропии очень важен, особенно при интерпретации межскважинных измерений.

Модуль “Инверсия амплитуд” реализует алгоритм “Attenuation tomography” и позволяет получить разрез параметра затухания Q в среде из значений амплитуд первых вступлений. Задача решается на базе предварительно полученного скоростного разреза. Значения амплитуд первых вступлений пикируются параллельно с временами.

Важным этапом, предваряющим полевые измерения, является математическое моделирование скоростного строения участка работ. Моделирование дает возможность оценить разрешающую способность и осуществить выбор оптимальных параметров установки для решения поставленной геологической задачи.

Так как основной задачей программы является восстановление параметров скоростного разреза – в **ZondST3D** реализовано несколько вариантов решения обратной задачи, важнейшими из которых являются: сглаживающая инверсия – для получения гладкого, блочная для получения блокового и фокусирующая – для получения кусочно-гладкого распределения скоростных параметров с глубиной.

При разработке программы особое внимание уделено учету априорной информации. Ввиду эквивалентности обратных геофизических задач, качество получаемых результатов напрямую зависит от количества используемых априорных данных. В **ZondST3D** имеется возможность назначения весов измерениям, закрепления и задания пределов изменения свойств отдельных ячеек, использования априорной модели, как опорной при инверсии. Кроме этого в программе реализованы робастные схемы оценки шумовой составляющей. Также имеется возможность импортировать и отображать результаты измерений другими методами и скважинные данные, что способствует более комплексному подходу к интерпретации данных.

Для решения обратной задачи (инверсии) используется метод Ньютона с регуляризацией. Регуляризация повышает устойчивость решения и позволяет получить более гладкое распределение скорости в среде.

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

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

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

ZondST3D использует простой и понятный формат файла данных, позволяющий сочетать различные системы наблюдений на одном участке. Программа позволяет

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

Программа **ZondST3D** представляет удобный аппарат для автоматической и интерактивной интерпретации данных сейсмотомографии, и может быть использована на IBM PC-совместимых персональных компьютерах с операционной системой Windows.

Скорость упругих волн

Согласно теории упругости, скорости сейсмических волн v_p и v_s зависят от плотности среды ρ и ее модулей упругости E и σ .

$$v_p = \sqrt{\frac{E}{\rho} \frac{1-\sigma}{(1+\sigma)(1-2\sigma)}} \quad v_s = \sqrt{\frac{E}{\rho} \frac{1}{2(1+\sigma)}}$$

В горных породах эти параметры определяются множеством разнородных факторов – литологическим и гранулометрическим составом, пустотностью (пористостью, кавернозностью, трещиноватостью), флюидонасыщенностью, внутрислоевым давлением, воздействиями метаморфизма и тектоники, глубиной залегания, возрастом, температурой и пр.

Влияние плотности на изменения сейсмических скоростей в целом невелико, поскольку в большинстве горных пород диапазон вариации плотности ограничен пределами от 1.4 до 3.2 г/см³. Минимальные относительные изменения ρ характерны для изверженных пород, а максимальные – для осадочных, но и они не превышают 20-30%. Из структуры вышеупомянутых формул следует обратная зависимость скорости от плотности: если плотность относительно увеличивается (уменьшается) на $\varepsilon\%$, а значения упругих модулей остаются неизменными, то скорость относительно уменьшается (увеличивается) на $\varepsilon/2\%$.

По экспериментальным данным, для большинства горных пород характерна положительная корреляция между их плотностью и сейсмическими скоростями v_p и v_s , т.е. более плотные породы обычно являются и более высокоскоростными. Такая ситуация как будто противоречит рассматриваемым формулам, однако это несогласие – только кажущееся. Дело в том, что с увеличением плотности породы ρ , как правило, еще быстрее возрастает ее модуль Юнга E , в результате чего происходит увеличение скоростей v_p и v_s . Модуль Юнга E в различных горных породах изменяется на несколько порядков - от уровня около 10² МПа в слабых осадочных образованиях до уровня порядка 10⁵ МПа (10⁶ кг/см²) в крепких изверженных породах. За счет этого фактора величины сейсмических скоростей могут различаться в десятки раз.

Коэффициент Пуассона σ теоретически изменяется в диапазоне 0-0.5. К левому пределу приближаются упругие свойства жестких кристаллических пород, к правому - мягких

пластичных отложений. В жидких несжимаемых средах, где отсутствуют деформации сдвига, $\sigma = 0.5$. В большинстве горных пород коэффициент Пуассона имеет значения от 0.15 до 0.35, т. е. варьирует относительно среднего значения 0.25 в пределах всего ± 0.1 . Однако в формулы, определяющие v_p и v_s , величина σ входит таким образом, что даже небольшие ее вариации сильно сказываются на значениях скоростей.

Воздействие на упругие свойства горных пород множества характерных факторов приводит к тому, что не существует однозначной связи между геологическим определением породы и ее скоростной характеристикой: совершенно разные породы могут иметь одинаковые значения скоростей, а породы одного названия могут существенно отличаться по своим скоростям. Поэтому для различных горных пород или их комплексов можно указать только пределы вероятных значений скоростей.

Скорость продольных волн в рыхлых породах самой верхней выветренной части разреза обычно не превышает 1 км/с. В коренных терригенных отложениях она редко превышает 4 км/с, а в карбонатных и гидрохимических породах может увеличиваться до 6 км/с. В изверженных и метаморфических породах v_p достигает 6.5-7 км/с, в целом возрастая с увеличением их основности и степени метаморфизма. У подошвы земной коры (границы Мохоровичича) величина v_p , судя по оценкам скоростей преломленной волны, достигает 8 км/с. Правда, вещественный состав пород на этой глубине достоверно не известен.

Скорости поперечных волн в целом изменяются согласно со скоростями продольных волн. Теоретически отношение $\gamma = v_s/v_p$ может находиться в пределах от 0 (флюиды) до $1/\sqrt{2} = 0.7$ (в случае $\sigma = 0$). В большинстве консолидированных пород величина γ составляет 0.4-0.6, что соответствует для σ диапазону значений 0.4-0.2. Однако в очень рыхлых песчано-глинистых образованиях величина γ может составлять 0.2-0.3 и даже меньше. В целом закономерности распределения v_s , изучены хуже, чем v_p .

Породы одного литологического состава могут заметно отличаться по сейсмическим скоростям из-за своей внутренней структуры, обусловленной условиями формирования. Это хорошо заметно на терригенных породах, образовавшихся в разной гидродинамической обстановке: отложения, возникшие в низкоэнергетической обстановке шельфов и гранулометрически более однородные, обычно имеют скорости меньшие, чем отложения, накопленные в высокоэнергетической прибрежной обстановке и гранулометрически менее отсортированные. Относительно низкоскоростными оказываются органогенные карбонаты, по сравнению с хемогенными.

Очень существенным фактором для величин сейсмических скоростей является степень пустотности горных пород, прежде всего – их пористости. При прочих равных условиях, с увеличением пористости породы сейсмические скорости в ней уменьшаются. Эта

зависимость наиболее выражена в терригенных отложениях, у которых величина пористости может достигать 30-40%. Такие породы, особенно пески и песчаники, рассматривают как гетерогенные среды, состоящие из твердого скелета (зерен) и пор, заполненных флюидом (жидкостью, газом и их смесью). Для подобной модели скорость v_p , оценивается приближенным эмпирическим соотношением, известным как уравнение среднего времени:

$$\frac{1}{v_p} = \frac{k_p}{v_f} + \frac{1-k_p}{v_t}, \text{ где } k_p - \text{коэффициент пористости, } v_t \text{ и } v_f - \text{скорости продольных волн}$$

в твердом скелете и флюиде соответственно.

Зависимость $v_p(k_p)$ имеет экспоненциальный характер. Наличие во влагонасыщенных породах воздуха (газа) приводит, вследствие его большой сжимаемости, к уменьшению общей упругости породы и уменьшению скорости в ней. При полном насыщении пор водой происходит резкое уменьшение сжимаемости породы и скачкообразное увеличение скорости v_p . На скорости поперечных волн v_s , степень водонасыщенности практически не сказывается. Этот эффект используют для определения сейсморазведкой уровня фунтовых вод (УГВ) в рыхлых отложениях.

Замерзание воды, находящейся в порах, кавернах, трещинах, вызывает резкое возрастание сейсмических скоростей в породе, поскольку скорость v_p , во льду почти в 2.5 раза выше, чем в воде. В зависимости от пористости, относительного содержания замерзшей и незамерзшей воды, ее минерализации и температуры скорость продольных волн может возрастать на 1-2 км/с. Это существенно изменяет скоростные характеристики верхней части разреза в зонах распространения мерзлых пород: здесь наблюдается так называемая инверсия скоростей, когда от поверхности на некотором интервале глубин скорости уменьшаются по мере перехода от мерзлых к талым отложениям.

Для осадочных пород характерно более или менее существенное увеличение скорости с глубиной их залегания из-за роста горного давления. Это обусловлено, с одной стороны, уменьшением пористости, что согласно (5) увеличивает v_p , поскольку $v_t > v_f$. С другой стороны, скорость v_t зависит от площади соприкосновения соседних зерен породы, которая возрастает с увеличением давления, что приводит к увеличению модуля Юнга и, соответственно, скоростей v_t и v_p . Возрастание скоростей с глубиной наиболее выражено у терригенных пород, отличающихся высокой начальной пористостью. В менее пористых карбонатных отложениях это свойство проявляется значительно слабее, а у хемогенных пород оно практически не заметно.

При одинаковом вещественном составе и равной глубине залегания более древние породы отличаются более высокими скоростями. Такой эффект объясняется длительностью воздействия процессов диагенеза, метаморфизма и тектонических напряжений, которые делают породы более жесткими и упругими. Зависимость эта

довольно слабая: скорость возрастает приблизительно как корень шестой степени из абсолютного возраста отложений.

В пористых отложениях на значительных глубинах скорость зависит от соотношения внешнего геостатического давления со стороны вышележащей толщи и внутрипластового давления флюида, заполняющего поры. Первое, уменьшая пористость, повышает скорость. Второе, создавая распор зерен породы, препятствует сокращению пористости и снижает скорость. Эффективное давление, определяющее величину скорости, практически равно разности внешнего и внутреннего давлений. В некоторых случаях отток флюида из песчаных отложений под действием геостатического давления затруднен экранирующим действием вмещающей глинистой породы. По этой причине внутрипластовое давление оказывается выше, чем нормальное гидростатическое давление на данной глубине, а скорость v_p в пласте – ниже нормального уровня.

Зоны тектонических нарушений характеризуются значительным уменьшением сейсмических скоростей, которое может составлять до 30-40% и более, в зависимости от степени дезинтеграции пород. Обычно этот эффект сильнее выражен для поперечных волн, поэтому отношение скоростей $\gamma = v_s/v_p$ в зонах тектонического нарушения, разуплотнения и трещиноватости горных пород имеет пониженное значение.

При неизменном литологическом составе пласта осадочной породы в нем могут наблюдаться латеральные (боковые) изменения скорости, связанные с пликативными структурными формами. Чаще отмечается уменьшение скорости к сводовым частям поднятий, где сильнее развита трещиноватость пород. Но может иметь место и ложный эффект, вызванный повышенным динамометаморфизмом в сводовых частях складок.

Экспериментальные данные свидетельствуют о том, что вариации сейсмических скоростей могут отображать изменения напряженного состояния массивов горных пород. В частности, уменьшение скоростей и проявление их анизотропии могут быть приурочены к зонам разуплотнения и трещиноватости пород тектонического происхождения.

Другим важным свойством, которое нередко обнаруживается в массивах горных пород, является анизотропия их упругих свойств, приводящая к зависимости величин сейсмических скоростей от направления. Такой эффект возникает как за счет тонкослоистой структуры отложений, так и вследствие развития пространственно ориентированной трещиноватости горных пород. Согласно экспериментальным данным, среди литологически однородных толщ наибольшей анизотропией характеризуются глинистые отложения, которые отличаются упорядоченной чешуйчатой текстурой. В них для продольных волн k_p достигает значений 1.2-1.5 и более. В песчаниках k_p редко превышает уровень 1.1-1.2. Карбонатные отложения имеют слабую анизотропию

скоростей. Для поперечных волн анизотропия обычно выше, чем для продольных волн в тех же разрезах.

Другой причиной анизотропии сейсмических скоростей является интенсивная трещиноватость горных пород, нарушающая сплошность их минерального скелета. При наличии системы трещин определенного направления скорость волн вдоль него максимальна, а поперек – минимальна. Определяемый коэффициент анизотропии зависит от формы и относительных размеров трещин по сравнению с преобладающей длиной волны, а также от упругих свойств заполнителя трещин [Боганик Г.Н., Гурвич И.И. Сейсморазведка. 2006].

Установка и удаление программы

Программа **ZondST3D** поставляется через интернет. В комплект поставки входит настоящее Руководство. Последние обновления программы Вы можете загрузить на сайте: www.zond-geo.com.

Для установки программы перепишите программу в выбранную директорию. 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 с сайта) 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 рабочий каталог программы.

Требования к системе

Программа **ZondST3D** может быть установлена на компьютере с операционной 64-битной системой Windows 7 и выше. Минимальные параметры системы: процессор P IV-2 ГГц, 4Гб памяти (рекомендуется не менее 17Гб), разрешение экрана 1024 X 768 (не следует изменять разрешение экрана в режиме работы с данными), цветовой режим - True color.

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

Единицы измерения

Геометрические единицы (координаты источников и приемников, топография) – метры.

Единицы времен первых вступлений – миллисекунды.

Единицы скорости сейсмических волн – километры в секунду.

Модуль пикирования сейсмограмм

Целью обработки полевых данных является получение годографов времен (или амплитуд) первых вступлений целевой волны. Для начала процесса обработки полевых материалов необходимо иметь файл или файлы полевых наблюдений формата SEG-Y Y(SEG2). Процесс пикирования полевых сейсмограмм производится в специальном модуле (рис.1), который вызывается пунктом **Trace editor (Модуль пикировки)** главного меню

программы или кнопкой на панели инструментов . После вызова данного модуля необходимо загрузить в него полевые сейсмограммы и приступить к процессу пикирования.

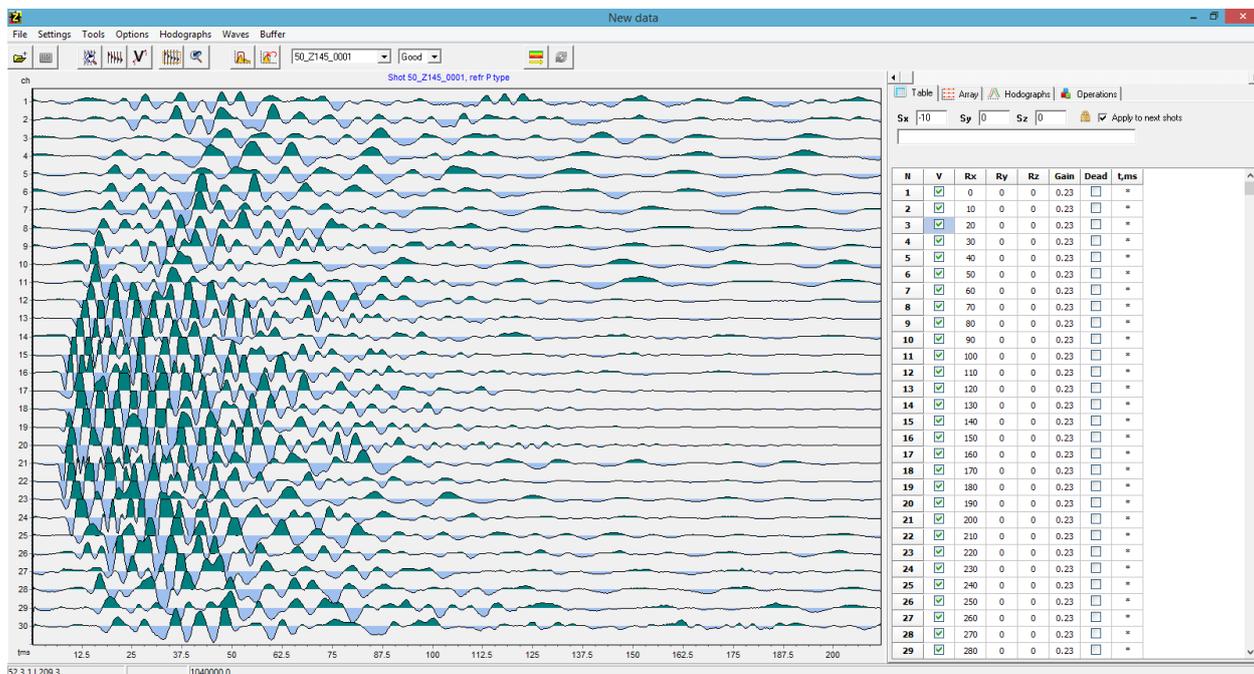


Рис. 1 Рабочее окно модуля пикирования сейсмограмм Trace editor

Окно разбито на две части: граф отображения сейсмограмм (слева), многовкладочная секция для настройки и отображения параметров системы наблюдений (справа).

Начало работы с модулем

Работа начинается с открытия файла или нескольких файлов SEG-Y(SEG2) или файла проекта. Сразу после загрузки файла появляется диалог **Show parameters for every file** (Показать детальную информацию для каждого файла). Если нажать *Yes*, то появится окно, в котором пользователю предлагается выбрать нужные сеймотрассы и задать координаты источников и приемников, если это необходимо (координаты приемников и источников можно задать позднее), (рис. 2).



tr	used	shot	tx	rx	tz	rz
1	<input checked="" type="checkbox"/>	1	0	40	0	0
2	<input checked="" type="checkbox"/>	1	0	45	0	0
3	<input checked="" type="checkbox"/>	1	0	50	0	0
4	<input checked="" type="checkbox"/>	1	0	55	0	0
5	<input checked="" type="checkbox"/>	1	0	60	0	0
6	<input checked="" type="checkbox"/>	1	0	65	0	0
7	<input checked="" type="checkbox"/>	1	0	70	0	0
8	<input checked="" type="checkbox"/>	1	0	75	0	0
9	<input checked="" type="checkbox"/>	1	0	80	0	0
10	<input checked="" type="checkbox"/>	1	0	85	0	0
11	<input checked="" type="checkbox"/>	1	0	90	0	0
12	<input checked="" type="checkbox"/>	1	0	95	0	0
13	<input checked="" type="checkbox"/>	1	0	100	0	0
14	<input checked="" type="checkbox"/>	1	0	105	0	0
15	<input checked="" type="checkbox"/>	1	0	110	0	0
16	<input checked="" type="checkbox"/>	1	0	115	0	0
17	<input checked="" type="checkbox"/>	1	0	120	0	0
18	<input checked="" type="checkbox"/>	1	0	125	0	0
19	<input checked="" type="checkbox"/>	1	0	130	0	0
20	<input checked="" type="checkbox"/>	1	0	135	0	0
21	<input checked="" type="checkbox"/>	1	0	140	0	0
22	<input checked="" type="checkbox"/>	1	0	145	0	0

Рис. 2 Окно выбора сеймотрасс и установки координат.

Перед загрузкой SEG-Y файлов необходимо убедиться в правильности настроек чтения файла  (более подробно описано в разделе *Диалог общих настроек чтения файла*).

Панель инструментов окна пикирования сейсмограмм

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

	Открыть файл или набор файлов полевых данных формата SEG-Y (SEG2) или рабочий проект BIN3.
	Вызвать дополнительное подменю быстрого доступа к различным настройкам.

	<p>Включить режим увеличения/выделения участка сейсмограммы. Выделение осуществляется резиновым прямоугольником с помощью мыши. После активации данного режима появляются две следующие кнопки.</p>
	<p>Установить рабочее окно данных. Размеры окна задаются в режиме . Рабочее окно используется при фильтрации и автомасштабировании сейсмотрасс.</p>
	<p>Перейти к предыдущему участку выделения сейсмограммы.</p>
	<p>Включить режим пикирования первых вступлений. Выбор первых вступлений осуществляется левой кнопкой мыши. Нажатие правой кнопки мыши удаляет выбранное значение на годографе. Трассирование производится в обычном или полуавтоматическом режимах. После активации данного режима появляются две следующие кнопки.</p>
	<p>Включает режим Multipicking. Трассировка при этом производится автоматически, от первой до второй нажатой на сейсмограмме точке. Путь трассировки отображается в виде линии, соединяющей первую нажатую точку и текущее положение курсора. Если выбран один из режимов multipicking, то вместо линии отображается полоса, в которой производится поиск и предварительные значения времен (в виде кружков). Ширина полосы поиска регулируется колесом мыши (с нажатой кнопкой ctrl).</p>
	<p>Опция Autopicking. Включает процедуру автоматического уточнения положений времен первых вступлений по одному из заданных критериев. В режиме Multipicking, процедура применяется ко всем временам (попадающим в полосу) на заданном участке, иначе поиск производится в пределах выбранной трассы (окна выбора). Для Autopicking важно правильно выбрать ширину полосы (или окна) в которой производится поиск решения по заданному критерию (регулируется колесом мыши с нажатой кнопкой ctrl). Критерий выбора задается во всплывающем меню, которое можно вызвать нажатием правой кнопки.</p> <p>Доступные критерии:</p> <p><i>To null</i>: поиск перехода нулевых или близких к нулевому значений в окне/полосе выбора и установка туда первых вступлений (пикировка</p>

	<p>по фазе).</p> <p><i>To extremum</i>: поиск максимального по модулю значения в окне/полосе выбора и установка туда первых вступлений.</p> <p><i>To maximum</i>: поиск максимального значения в окне/полосе выбора и установка туда первых вступлений.</p> <p><i>To minimum</i>: поиск минимального значения в окне/полосе выбора и установка туда первых вступлений.</p> <p><i>To best correlated point</i>: поиск областей наилучшей корреляции с соседними трассами и установка туда первых вступлений.</p> <p><i>Move to reciprocity point</i>: если для задаваемого значения имеется назначенное взаимное, их времена будут осредняться.</p>
	<p>Включить режим определения скорости между двумя точками. Для определения скорости, на выбранном участке сейсмограммы, необходимо выбрать положение первой точки. Далее, не отпуская кнопку, мышью перемещать курсор в нужную позицию. Значение скорости будет отображаться в панели статуса окна (вторая секция). Перед определением скорости убедитесь, что координаты приемников заданы правильно.</p>
	<p>Вызвать диалог фильтрации данных.</p>
	<p>Отменить результаты фильтрации или вернуться к исходным данным.</p>
	<p>Выбрать активную сейсмограмму из списка. В списке находятся все сейсмограммы проекта.</p>
	<p>Задать оценку качества пикировки для данной сейсмограммы. Эта оценка будет использована при инверсии.</p>
	<p>Создать систему наблюдений и модель и перейти в окно моделирования и инверсии данных.</p>
	<p>Обновить пикировки для текущего проекта и перейти в окно моделирования и инверсии данных. При обновлении пикировок не следует изменять геометрию системы измерений.</p>

Подраздел  общих настроек содержит следующие опции:

	<p>Настроить параметры чтения файла (подробнее)</p>
---	---

	Вызвать диалог графических настроек сейсмотрасс и годографов (подробнее).
	Вызвать диалог настройки масштабов и muting'a сейсмограммы (подробнее).
	Вызвать диалог настройки графических параметров подложки.
	Включить режим выделения активной трассы с помощью мыши. Активная трасса подсвечивается другим цветом и рисуется последней. Не следует использовать данный режим во время пикирования, т.к. он замедляет работу программы.
	Показывать перекрещивающиеся линии, следующие за курсором.
	Показать подложку, изображающую сейсмограмму в интерполяционном виде.
	Развернуть сеймотрассы на девяносто градусов. В зависимости от типа данных удобно использовать вертикальную или горизонтальную ориентацию сейсмограммы.
	Показать профиль мощности сеймотрасс. Мощность характеризуют энергию сеймотрассы, которая изменяется в зависимости от удаления от источника.

Меню функций окна пикирования сейсмограмм

Ниже перечислены названия пунктов меню и их назначение:

File	Open SEG- Y/Project	Открыть файл(ы) полевых данных формата SEG-Y(SEG2) или рабочий проект bin3.
File	Add to project	Добавить данные в рабочий проект. Опция служит для объединения данных полученных в разное время в один проект.
File	Save project	Сохранить данные, результаты обработки, корреляции волн и различные настройки в рабочий проект BIN3.
File	Close project	Закрыть все сейсмограммы рабочего проекта.
File	Print preview	Вызвать диалог печати сейсмограммы.
Settings	Survey type	Диалог настройки параметров системы наблюдения. Очень важно задать тип съемки непосредственно перед процессом пикировки, особенно, если работа ведется с межскважинными данными.

Settings	Change orientation	Развернуть сейсмограмму на девяносто градусов. В зависимости от типа данных удобно использовать вертикальную или горизонтальную ориентацию сейсмограммы. Дублирует опцию  .
Settings	Background settings	Вызвать диалог графических настроек интерполяционной подложки. Дублирует опцию  .
Settings	Show background	Показать подложку, изображающую сейсмограмму в интерполяционном виде. Дублирует опцию  .
Settings	Background color	Вызвать диалог настройки заливки заднего фона сейсмограммы.
Settings	Trace/hodograph settings	Вызвать диалог графических настроек сеймотрасс и годографов. Дублирует опцию  .
Settings	Scale/muting settings	Вызвать диалог настройки масштабов и muting'a сейсмограммы. Дублирует опцию  .
Settings	Amplitudes collect settings	Вызвать диалог настройки параметров сбора амплитуд.
Settings	Working area/Display rectangle	Показывать область рабочего окна в виде рамки.
Settings	Working area/Set working area	Установить рабочее окно данных. Размеры окна задаются в режиме  . Рабочее окно используется при автомасштабировании сеймотрасс. Если во вкладке Table многовкладочной секции включена опция <i>Apply for next shots</i> , рабочее окно назначается для всех последующих сейсмограмм проекта.
Settings	Working area/Select all	Выбрать всю сейсмограмму, как рабочее окно.
Settings	Units	Указывает, в каких единицах отображать сейсмограмму: ось расстояния: номер канала, координата, удаление от источника; ось измерений: миллисекунды или отсчеты.
Settings	Set sample time	Установить шаг дискретизации оси измерений, мс. Если не задан или задан неправильно в файле.

Tools	Filtering	Вызвать диалог фильтрации данных.
Tools	Undo filtering	Вернуться к первоначальным данным (до обработки).
Tools	Picking mode	Включить режим пикирования первых вступлений. Выбор первых вступлений осуществляется левой кнопкой мыши. Нажатие правой кнопки мыши убирает выбранное значение на годографе. Дублирует кнопку  .
Tools	Zoom mode	Включить режим увеличения/выделения участка сейсмограммы. Выделение осуществляется резиновым прямоугольником с помощью мыши. Далее можно включить режим автомасштабирования для выбранного окна. Дублирует кнопку  .
Tools	Display cross	Показывать перекрещивающиеся линии, следующие за курсором. Служит для более точного позиционирования.
Tools	Edit source pos	Вызвать диалог задания координат источников (подробнее) .
Tools	Set cable configuration	Очень важный диалог позволяющий отсортировать площадную сейсмограмму для более удобной пикировки. Годографы тоже будут отображаться в соответствии с выбранным порядком.
Options	Delete current shot	Удалить текущую сейсмограмму из проекта.
Options	Delete empty shots	Удалить из проекта все сейсмограммы, для которых не было проведено пикирование (например неудачные повторы или сильно зашумленные данные).
Options	Delete dead traces	Удалить «мертвые» трассы. Обычно эти трассы соответствуют неисправным или не подключенным сейсмоприемникам. «Мертвые» трассы выбираются в таблице.
Options	Sort shots	Отсортировать сейсмограммы по положениям источника.
Options	Combine shots	Прибавить к текущей сейсмограмме, сеймотрассы других сейсмограмм с такой же координатой источника. Удобно при использовании коротких кос. В этом случае, как правило, коса перемещается по участку, при неизменном положении источника. Опция позволяет

		получить длинную запись от одного источника для нескольких положений кос. Перед использованием, следует проверить правильность координат.
Options	Apply AGC	Применить AGC (Automatic Gain Control) – Автоматическую регулировку усиления (APU). Выполняет нормирование записи по средней величине ее уровня на некотором временном интервале регистрации (окне). Размер окна задается в отсчетах и выбирается экспериментальным путем. Действие отменяется кнопкой отмены фильтрации данных  .
Options	Remove aver in window	Удалить среднее значение в заданном окне. Позволяет выделить высокочастотные сигналы. Действие отменяется кнопкой отмены фильтрации данных  .
Options	Collect amplitudes shot	Сбор амплитуд первых вступлений там, где проведена пикировка времен для данной сейсмограммы. Опция позволяет осуществлять сбор амплитуд не в точке пикировки, т.к. она может быть нулем, а в некотором окне вокруг нее. Размер окна (устанавливается в отсчетах) и способ сбора выбирается в меню File settings/Amplitudes collect settings .
Options	Collect amplitudes all	Сбор амплитуд первых вступлений там, где проведена пикировка времен для всех сейсмограмм.
Options	Undo action	Отменить последнее действие режима пикировки.
Hodographs	Delete current	Удалить текущий годограф
Hodographs	Autocorrect current	Автоматическая корректировка текущего годографа (выполняется корреляция уже отпикированных вступлений, исходя из характера пиков вблизи, которых они находятся)
Hodographs	Copy current	Скопировать активный годограф в буфер обмена.
Hodographs	Paste to current	Скопировать данные из буфера обмена в текущий годограф.
Hodographs	Load picks	Загрузить результаты пикировки из файла
Hodographs	Save picks	Сохранить текущие результаты пикировки в файл. Возможны следующие типы файлов: <i>Laccolite god file</i> – сохранить текущий годограф в файл *.god, <i>Laccolite</i>

		<i>directory</i> – сохранить годографы для всех сейсмограмм в указанную директорию в формате *.god, <i>SRT file</i> – сохранить файл формата *.SRT
Hodographs	Smooth all	Сгладить все годографы.
Hodographs	Smooth current	Сгладить текущий годограф.
Hodographs	Average reciprocity data	Осреднить взаимные времена, если таковые имеются.
Hodographs	Correct start times (reciprocity)	Корректировка моментов начала записи сейсмограмм основанная на взаимных временах текущей пикировки.
Hodographs	Correct start times (calculated)	Корректировка моментов начала записи сейсмограмм основанная на теоретических временах, полученных в 3D инверсии.
Hodographs	Reciprocity error	Показать среднюю ошибку корреляции данных, рассчитанную на основе принципа взаимности.
Waves	P- refracted	Установить тип пикируемых волн – P-преломленные
Waves	S-refracted	Установить тип пикируемых волн – S- преломленные
Waves	Exchange P&S	Поменять тип пикированных волн. Опция используется в случае, если при пикировке был установлен неверный тип волны.
Waves	Remove active data	Удалить все годографы для текущего типа волны.
Buffer	Picks1...	Сохранить текущие результаты пикирования в буфер обмена. Возможно сохранить до 5 вариантов одного годографа. Сохраненные варианты можно загрузить, нажав на них повторно. После повторного нажатия появляется диалог Working with buffer , содержащий две кнопки: <i>From buffer</i> – загрузить сохраненный годограф вместо текущего, <i>To buffer</i> – сохранить текущий годограф в буфер обмена.

Диалог общих настроек чтения файла SEG-Y

Вызвать диалог общих настроек чтения файла формата SEG-Y можно при помощи опции .

Вкладка **SEG-Y** содержит опции управляющие чтением полевых данных (рис.3). Как известно данный формат является базовым стандартном для сейсморазведочных данных.

Некоторые станции могут отходить от стандартной формы записи, и в этих случаях, для корректной загрузки данных, необходимо выбрать параметры записи.

Перед созданием нового проекта из файлов SEG-Y надо быть уверенным, что настройки данной вкладки соответствуют используемым файлам (в большинстве случаев это так).

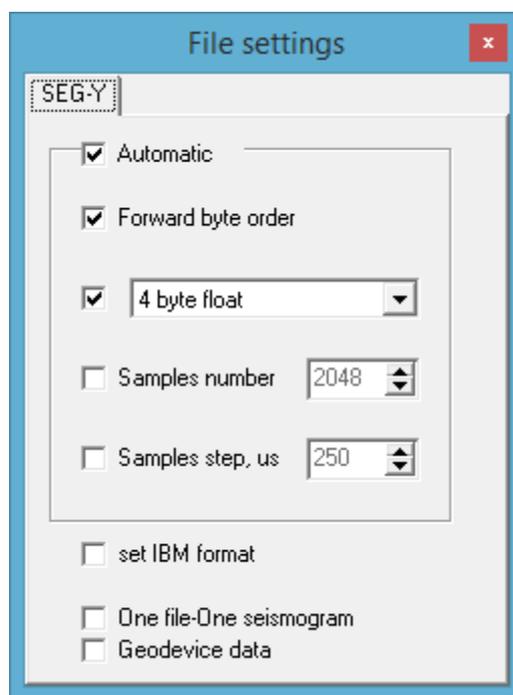


Рис. 3 Диалоговое окно **File settings**, вкладка **SEG-Y**

Опция *Automatic* включает режим автоматического определения формата. Если данная опция отключена - становятся доступными следующие настройки.

Опция *Forward byte order* - устанавливает порядок чтения байтов. Всплывающий список предназначен для выбора типа данных.

Опция *Samples number* – устанавливает количество отсчетов в сеймотрассе. Опция *Samples interval* – устанавливает интервал дискретизации сеймотрассы (в миллисекундах).

Опция *Set IBM format* – устанавливает формат числа PC/UNIX.

При настройке чтения, главным образом используются опции *Set IBM format* и *Forward byte order*.

Опция *One file-One seismogram* – устанавливает, что каждый загружаемый файл, является отдельной сейсмограммой.

Диалог автоматического сбора амплитуд первых вступлений

Вызвать диалог общих настроек сбора амплитуд можно при помощи опции **Settings/Amplitudes collect settings** главного меню окна.



Рис. 4 Диалог общих настроек сбора амплитуд **Amplitudes collect settings**

Опция *Style* задает способ сбора амплитуды: около (вокруг) t_0 или после t_0 (если пикировка производилась по фазе). В окне *Window* необходимо установить размер окна в отсчетах, в котором производится поиск максимальной амплитуды. Длина окна обычно выбирается в соответствии с частотой полезной волны.

Диалог настройки типа наблюдений

Диалог доступен в главном меню модуля пикирования сейсмограмм **Settings/Survey type**. Очень важно задать тип съемки перед началом корреляции.

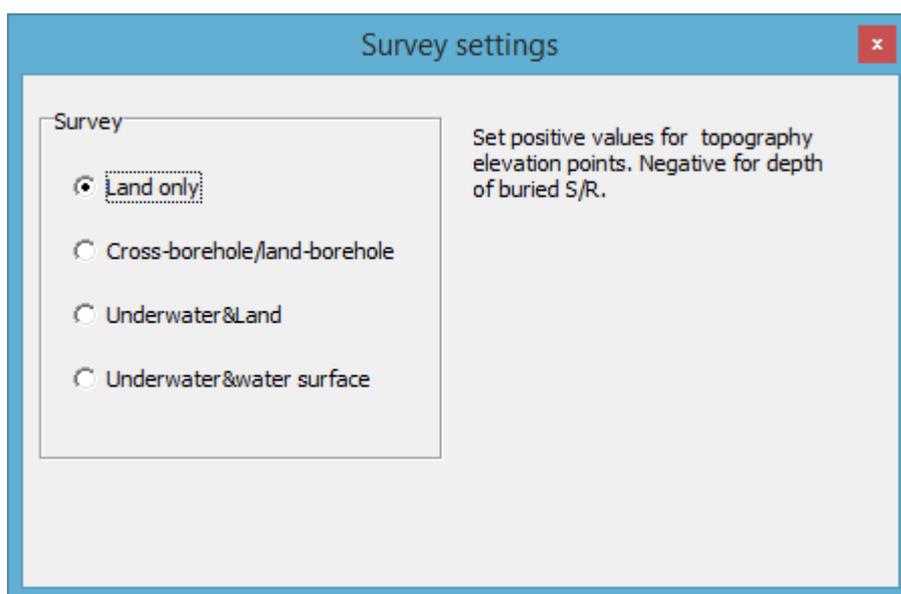


Рис. 5 Диалоговое окно **Survey settings**

Диалоговое окно *Survey settings* разбито на две области. В левой части находится область *Survey*, в которой задается тип наблюдений:

Land only – система наблюдений земля-земля, в этом случае во вкладке **Table** многовкладочной секции в колонке *Rz* будут содержаться данные топографии. Для этого типа возможно задавать погруженные источники (отрицательное значение в *Sz*).

Cross-borehole/land-borehole – система наблюдения межскважинного просвечивания/вертикального сейсмического профилирования. в этом случае во вкладке **Table** многовкладочной секции в колонке *Rz* будут содержаться данные глубин ($Sz/Rz=0$ – означает расположение источников/приемников на поверхности).

Underwater&Land – комбинированная система наблюдений, включающая подводные и наземные измерения.

Underwater&water surface комбинированная система наблюдений, включающая измерения на поверхности воды и на дне.

Настройки визуализации и масштабирования сейсмограммы

Для удобства работы обработчика в модуле пикирования предусмотрены различные возможности масштабирования и визуализации сейсмограммы.

Увеличение отдельного участка или его перемещение осуществляется в режиме выделения/увеличения  (инструмент – “резиновый прямоугольник”). Для выделения участка, который необходимо увеличить, курсор мыши перемещается вниз и вправо, с нажатой левой кнопкой (рис. 6 А).

Опции подраздела *Working area* позволяют подобрать оптимальные масштабы для выбранной области. Перейти к предыдущему участку выделения сейсмограммы можно с помощью опции . Для возврата к первоначальному масштабу, производятся те же действия, но мышь движется вверх и влево (рис. 6 В).

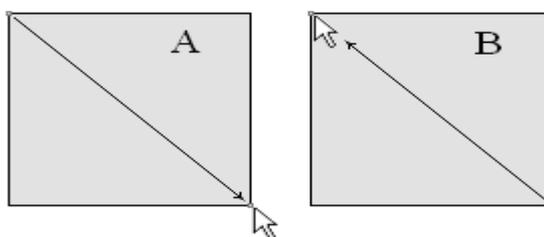


Рис. 6 Направление движения мыши при изменении масштаба

Диалог настройки масштабов сейсмограммы

Вызвать диалог настройки масштабов сейсмограммы можно с помощью опций **Settings/Scale settings** или .

Диалог **Scaling options** содержит две вкладки.

Вкладка **Scales** содержит опции, определяющие масштабы графиков сейсмотрасс и всего изображения (рис. 7).

Область **Traces scaling type** устанавливает тип нормировки графиков сейсмотрасс. Значение *Common maximum* - масштабирует графики по общему максимуму сейсмограммы.

Значение *Trace maximum* - масштабирует каждый график по собственному максимуму.

Опция *Apply to original data* – указывает программе, что масштабирование графиков будет производиться применительно к значениям исходных (нефильтрованных) данных.

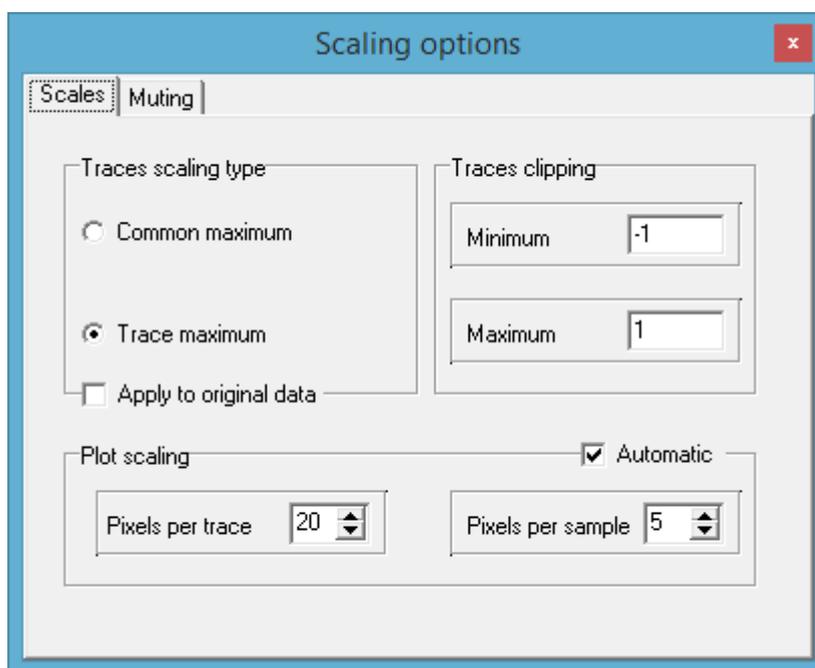


Рис. 7 Диалоговое окно **Scaling options**, вкладка **Scales**

Область **Traces clipping** устанавливает предельные значения максимумов и минимумов графиков, по достижении которых графики обрезаются.

Значения *Maximum* и *Minimum* задаются исходя из того, что расстояние между соседними трассами равно единице.

Опция *Automatic* в области *Plot scaling* – устанавливает масштаб изображения графа. Если опция включена, то масштаб выбирается автоматически исходя из размера окна. Если опция отключена – масштабы изображения задаются опциями *Pixel for trace* (количество пикселей на одну трассу) и *Pixel for sample* (количество пикселей на один отсчет).

Вкладка **Muting** содержит опции, определяющие граничные значения скоростей (рис. 8). В поле *Velocities* необходимо установить граничные значения скоростей. Опция *Muting* отображает границы заданных граничных скоростей. Если выбрана опция *Draw muted data*, то данные, находящиеся вне пределах заданных скоростных границ, отображаться не будут. Поле *Delay, ms* устанавливает значение отметки момента (положительное число в мс

или отсчетах) для всех сейсмотрасс. Ось времен/отсчетов смещается таким образом, чтобы отметке момента соответствовал ноль оси. При этом возможно появление отрицательных значений на оси.

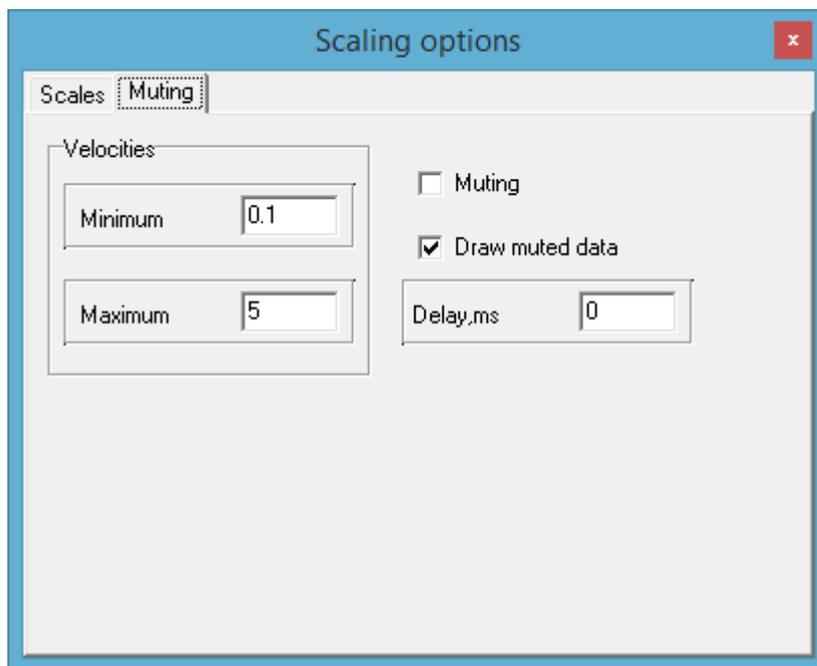


Рис. 8 Диалоговое окно **Scaling options**, вкладка **Muting**.

Диалог графических настроек сейсмотрасс

Вызвать диалог графических настроек сейсмотрасс и годографов можно с помощью опций **Settings/Trace/hodographs settings** или .

Вкладка **Trace** содержит опции, отвечающие за внешний вид графиков сейсмотрасс. Две основные области **Primary** и **Additional** отвечают за настройки основной и дополнительной (отображающейся поверх основной в режиме *Multi*) сейсмограммы соответственно.

Области **Negative** и **Positive** включают цветовые настройки минимумов и максимумов графиков (*Fill color* – цвет заливки, *Transparent* – без заливки).

Опция *Line color* устанавливает цвет линии графиков. Опция *Active line color* устанавливает цвет линии активного графика. Опция *Display line* - указывает, нужно ли рисовать линии графиков.

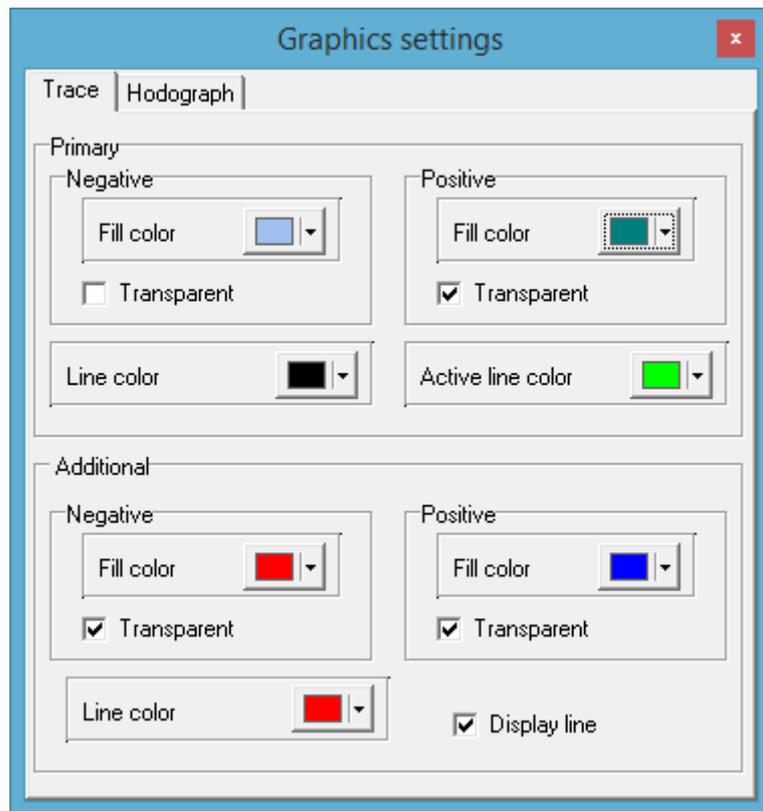


Рис. 9 Диалоговое окно Graphics settings, Вкладка Trace

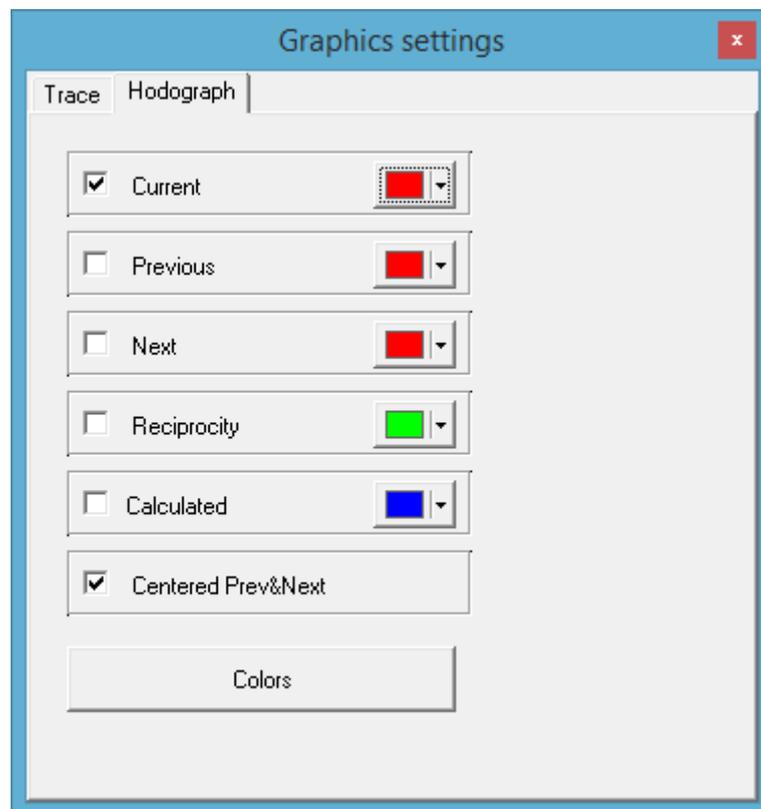


Рис. 10 Диалоговое окно Graphics settings, Вкладка Hodograph

Вкладка **Hodograph** содержит цветовые настройки годографов отображающихся на сейсмограммах в ходе пикирования. Опции *Current*, *Previous*, *Next*, *Reciprocity*, *Calculated* устанавливают цвета для текущего, предыдущего, следующего, взаимного и рассчитанного

годографов. Если опция включена – данный годограф будет отображаться (если он есть).
Centered Prev&Next - проецирует соседние годографы с учетом удалений от источника.

Кнопка *Colors* вызывает диалог настройки редактора набора графиков годографов вкладки *Hodographs*, правой секции рабочего окна.

Ввод геометрии наблюдений

В случае если геометрия наблюдений не введена при записи SEG-Y(SEG2) файлов, ввести эти данные можно с помощью опций программы. В разделе **Опции многовкладочной секции** также описаны функции, позволяющие быстро задавать геометрию наблюдений. В связи с тем, что для одного положения источника, могут быть повторные измерения, удобно вначале ввести координаты источников, затем отсортировать сейсмотрассы по положению источников. Это позволит оценить данные и удалить, в случае необходимости, ненужные записи.

Диалог **Set source positions**, вызываемый с помощью опции **Tools/Edit source pos** позволяет быстро ввести координаты источников для списка файлов (сейсмограмм) (рис. 11).

В верхней строке этого диалога в полях dx , dy и dz указывается приращение индекса по X, Y и Z. Кнопка  присваивает координаты следующему файлу по $Sx+dx$, $Sy+dy$ и по $Sz+dz$. Для быстрого заполнения колонок Sx , Sy и Sz на накоплениях при одном и том же положении источника необходимо поставить курсор на Sx последнего файла, и зажатой кнопкой [SHIFT] кликнуть на Sx первого файла, относящегося к текущему положению источника.

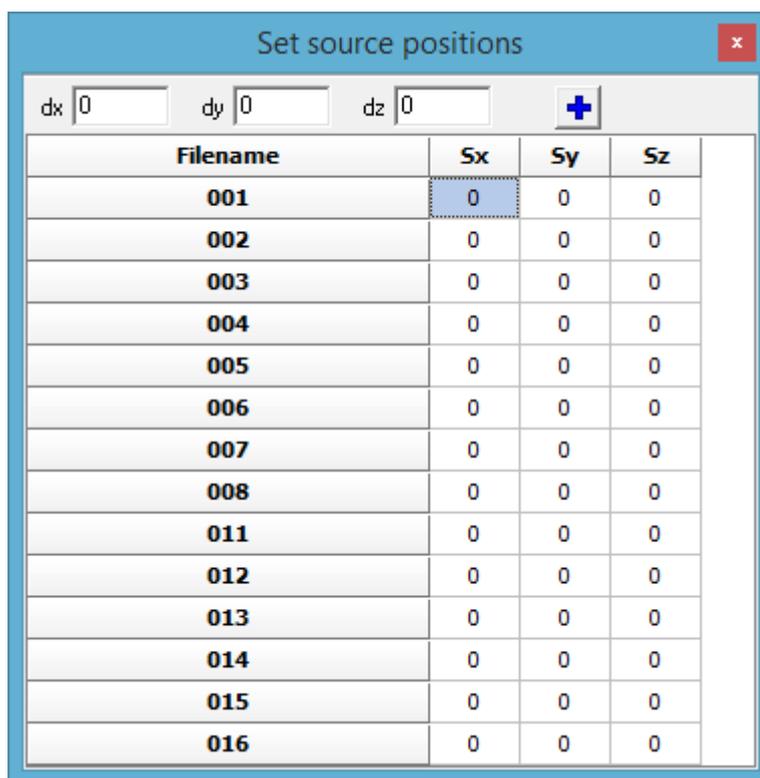


Рис. 11 Диалоговое окно **Set source positions**

Координаты источников и приемников можно вводить также в столбцах R_x, R_y, R_z и S_x, S_y, S_z во вкладке **Table** многовкладочной секции. При включенной опции *Apply to next shots* координаты приемников будут скопированы во все следующие сейсмограммы.

Диалог конфигурирования кос (сортировки сейсмограмм)

Диалог (опция *Cable configuration*) представляет инструмент для корректной сортировки сейсмограмм и более удобного пикирования. Не секрет, что скорость и удобство пикировки в площадном случае сильно зависит от того как отсортированы трассы. Данный диалог позволяет отсортировать все сейсмограммы произвольным, заданным пользователем способом.

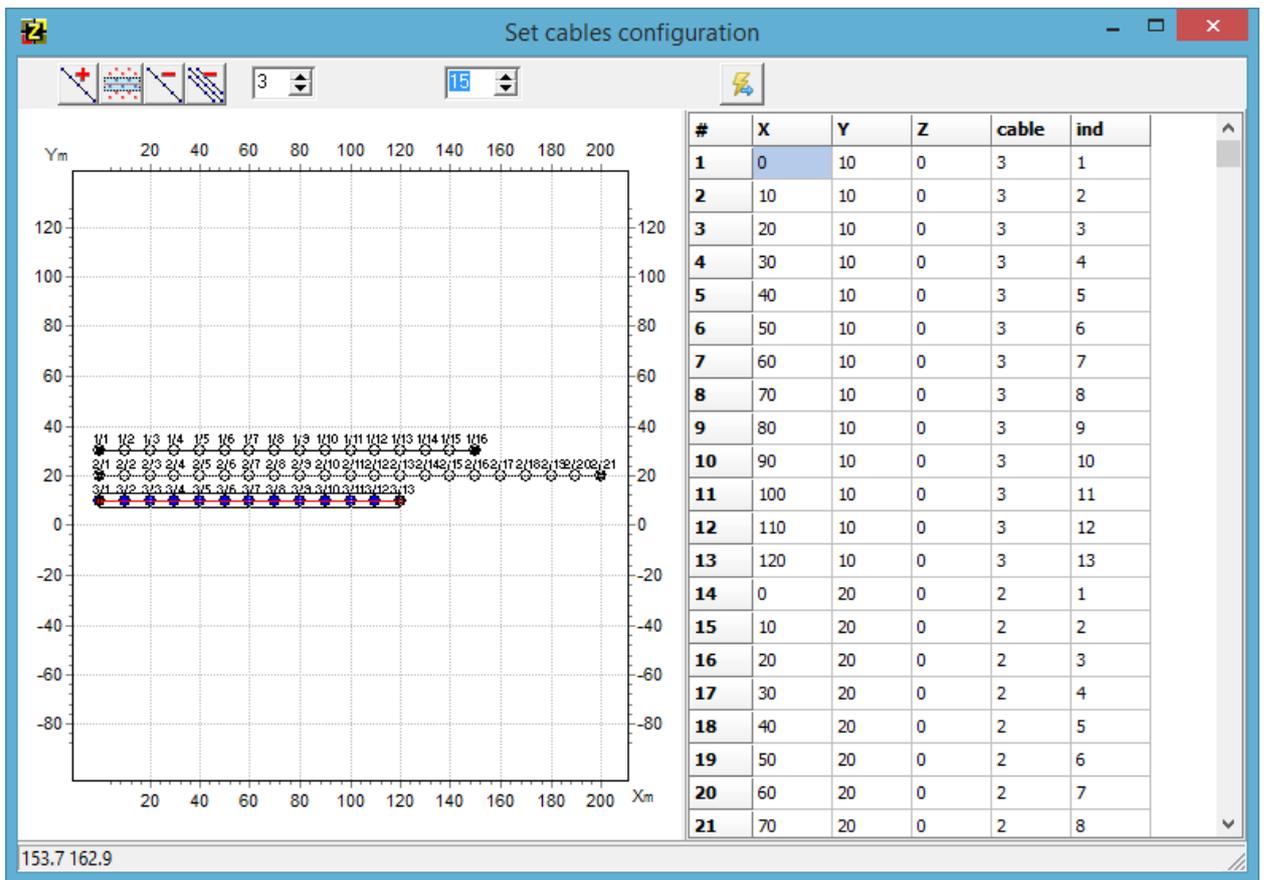


Рис. 12 Окно конфигурации кос

На графе слева отображаются все положения приемников кос в выбранной плоскости (XY, XZ, YZ). Плоскость изображения выбирается во всплывающем списке верхней панели инструментов, который появляется в случае межскважинной системы измерений.

Косы выбираются последовательно, таким образом, как необходимо отсортировать трассы.

Панель инструментов данного диалогового окна содержит следующие опции:

	Добавить линию кабеля. Лево́й кнопкой мыши задаются точки линии кабеля, право́й кнопкой – задается последняя точка
	Включить в кабель автоматически, те приемники которые попадают в прямоугольную область вокруг заданной линии.
	Удалить текущий кабель.
	Удалить все кабели.
	Задать номер активного кабеля.
	Установить размер области автоматического выбора сейсмоприемников
	Подтвердить и вернуться в режим пикировки

В левой части окна отображаются координаты сейсмоприемников и их новые индексы, которые будут использоваться при отображении сейсмограмм.

Режимы просмотра сейсмограммы

В зависимости от типа данных удобно использовать вертикальную или горизонтальную ориентацию сейсмограммы. Опция **Settings/Change orientation** позволяет повернуть сейсмограмму на 90° (рис. 13).

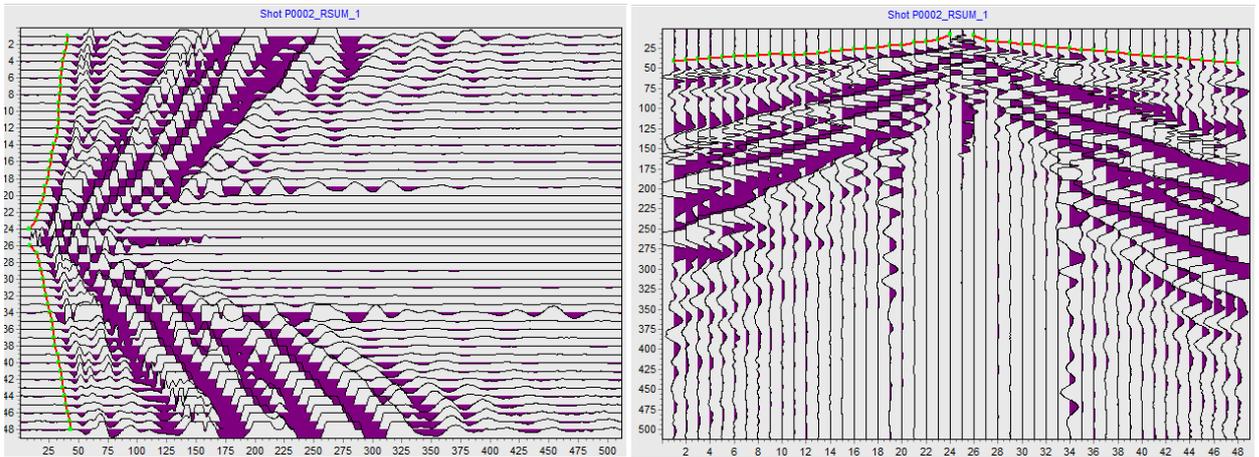


Рис. 13 Горизонтальная и вертикальная ориентация сейсмограммы

Показать подложку, изображающую сейсмограмму в интерполяционном виде, возможно, воспользовавшись , а затем нажав кнопку , или функцией меню **Settings/Show background** (Рис.14). Цветовую палитру можно настроить, вызвав диалог **Color palette** с помощью функции меню **Settings/Background settings** (рис.15, кнопка ) в диалоге настроек чтения файла).

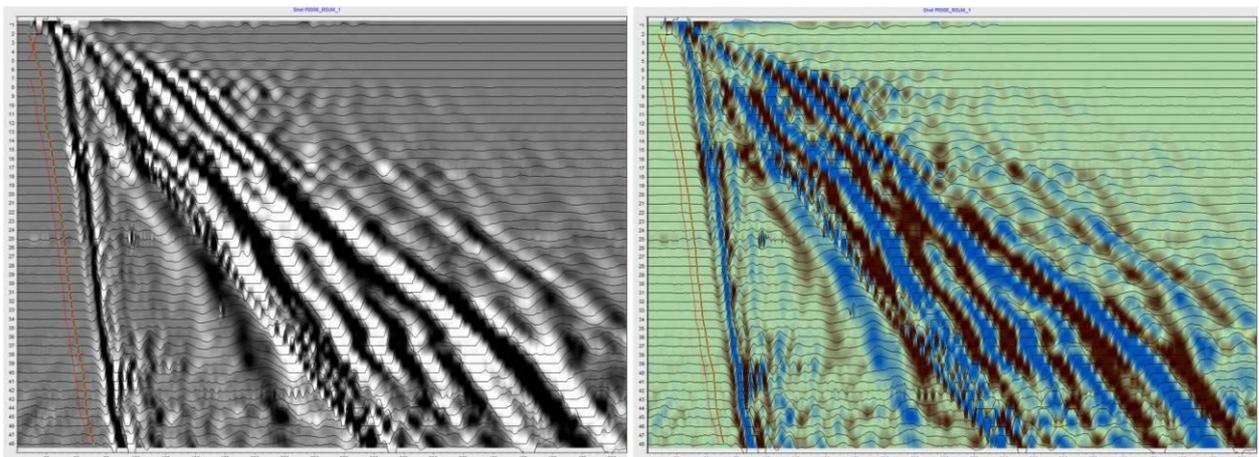


Рис. 14 Варианты отображения сейсмограммы в интерполяционном виде.

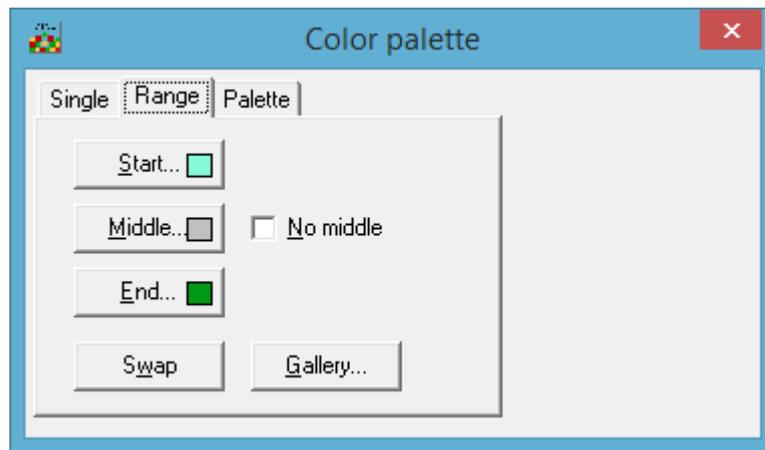


Рис. 15 Диалог Color palette.

Основные опции модуля пикирования сейсмограмм

Сейсмограммы можно отсортировать по положениям источника - **Options/Sort shots**.

Изменение коэффициента усиления отдельной сеймотрассы производится колесом мыши при наведении на нее курсора или во вкладке **Table** многовкладочной секции.

Разбраковка и суммирование сейсмограмм осуществляется при работе с вкладкой **Operations** многовкладочной секции.

Корректировать значение отметки момента возможно во вкладке **Hodographs** многовкладочной секции с помощью поля . Опции устанавливают значение отметки момента (положительное число в мс или отсчетах) для текущей или всех сейсмограмм (при нажатии на кнопку с флажком). Ось времен/отсчетов смещается таким образом, чтобы отметке момента соответствовал ноль оси. При этом возможно появление отрицательных значений на оси.

Выбор первых вступлений осуществляется в режиме **Picking mode**  левой кнопкой мыши. Нажатие правой кнопки мыши отключает выбранное значение на годографе. Наблюдаемый годограф по умолчанию отображается красным цветом, рассчитанный (если вернуться к процессу редактирования годографов после инверсии **Trace editor** ) – синим.

Программа позволяет отображать взаимные времена первых вступлений (в виде кружков) во время пикирования сейсмограмм. Для этого должна быть включена опция reciprocity в настройках годографов.

Переход на взаимные трассы сейсмограммы выполняется нажатием комбинации [CTRL]+[ALT]+щелчок левой кнопки мыши на нужную трассу.

Отмена действия (пикировка, ввод координат) осуществляется сочетанием клавиш [CTRL]+[Z].

Создание системы наблюдений и переход в модуль инверсии данных осуществляется с помощью кнопки  на панели задач. Если необходимо просто обновить значения пикировок в имеющемся проекте инверсии используется кнопка .

Опции многовкладочной секции

Многовкладочная секция для настройки и отображения параметров системы наблюдений содержит следующие разделы:

Вкладка  **Table** содержит таблицу с координатами приемников, коэффициентами усиления и прочими настройками трасс активной сейсмограммы (рис.16).

Table Array Hodographs Operations							
Sx	0	Sy	0	Sz	0	<input type="checkbox"/> Apply to next shots	
N	V	Rx	Ry	Rz	Gain	Dead	t,ms
1	<input checked="" type="checkbox"/>	0	10	0	1	<input type="checkbox"/>	*
2	<input checked="" type="checkbox"/>	10	10	0	1	<input type="checkbox"/>	*
3	<input checked="" type="checkbox"/>	20	10	0	1	<input type="checkbox"/>	*
4	<input checked="" type="checkbox"/>	30	10	0	1	<input type="checkbox"/>	*
5	<input checked="" type="checkbox"/>	40	10	0	1	<input type="checkbox"/>	*
6	<input checked="" type="checkbox"/>	50	10	0	1	<input type="checkbox"/>	*
7	<input checked="" type="checkbox"/>	60	10	0	1	<input type="checkbox"/>	*
8	<input checked="" type="checkbox"/>	70	10	0	1	<input type="checkbox"/>	*
9	<input checked="" type="checkbox"/>	80	10	0	1	<input type="checkbox"/>	*
10	<input checked="" type="checkbox"/>	90	10	0	1	<input type="checkbox"/>	*
11	<input checked="" type="checkbox"/>	100	10	0	1	<input type="checkbox"/>	*
12	<input checked="" type="checkbox"/>	110	10	0	1	<input type="checkbox"/>	*
13	<input checked="" type="checkbox"/>	120	10	0	1	<input type="checkbox"/>	*
14	<input checked="" type="checkbox"/>	130	20	0	1	<input type="checkbox"/>	*
15	<input checked="" type="checkbox"/>	140	20	0	1	<input type="checkbox"/>	*
16	<input checked="" type="checkbox"/>	150	20	0	1	<input type="checkbox"/>	*
17	<input checked="" type="checkbox"/>	160	20	0	1	<input type="checkbox"/>	*
18	<input checked="" type="checkbox"/>	170	20	0	1	<input type="checkbox"/>	*
19	<input checked="" type="checkbox"/>	180	20	0	1	<input type="checkbox"/>	*
20	<input checked="" type="checkbox"/>	190	20	0	1	<input type="checkbox"/>	*
21	<input checked="" type="checkbox"/>	200	20	0	1	<input type="checkbox"/>	*
22	<input checked="" type="checkbox"/>	210	20	0	1	<input type="checkbox"/>	*
23	<input checked="" type="checkbox"/>	220	20	0	1	<input type="checkbox"/>	*
24	<input checked="" type="checkbox"/>	230	20	0	1	<input type="checkbox"/>	*
25	<input checked="" type="checkbox"/>	240	20	0	1	<input type="checkbox"/>	*
26	<input checked="" type="checkbox"/>	250	20	0	1	<input type="checkbox"/>	*
27	<input checked="" type="checkbox"/>	260	20	0	1	<input type="checkbox"/>	*
28	<input checked="" type="checkbox"/>	270	20	0	1	<input type="checkbox"/>	*
29	<input checked="" type="checkbox"/>	280	20	0	1	<input type="checkbox"/>	*

Рис. 16 Вкладка Table

Опции S_x , S_y и S_z устанавливают горизонтальные и вертикальную координату(в зависимости от типа съемки вертикальная координата может задавать топографию(знак положительный) или глубину погружения(знак отрицательный)) источника для активной сейсмограммы.

Эти же координаты задаются с помощью диалога **Set source positions** или в соответствующих полях ввода.

Нажатие правой кнопки мыши позволяет задать приращение координат для всех последующих сейсмограмм.

Поле ввода ниже предназначено для ввода комментариев к текущей сейсмограмме.

Опция *Apply to next shots* предназначена для включения режима общего (сквозного) редактирования параметров трасс для всех сейсмограмм. Общими параметрами являются координаты приемников, коэффициенты усиления, индикатор неработоспособности канала.

Столбец таблицы *V* – включить/отключить сейсмотрассу. Нажатие левой кнопки на заголовке столбца включает, правой отключает все трассы.

Столбец таблицы *R_x* – устанавливает горизонтальную *X* координату сейсмоприемника. При нажатии правой кнопки мыши на ячейке таблицы можно задать приращение координаты для всех последующих ячеек.

Столбец таблицы *R_y* – устанавливает горизонтальную *Y* координату сейсмоприемника. При нажатии правой кнопки мыши на ячейке таблицы можно задать приращение координаты для всех последующих ячеек.

Столбец таблицы *R_z* – устанавливает *Z* координату сейсмоприемника (в случае скважинных наблюдений – глубину (знак -)). При нажатии правой кнопки мыши на ячейке таблицы можно задать приращение координаты для всех последующих ячеек.

Столбец таблицы *Gain* – устанавливает коэффициент усиления сейсмотрассы. При неправильной полярности записи следует вводить коэффициент усиления со знаком минус. Нажатие левой кнопки на заголовке столбца увеличивает, правой уменьшает (по модулю) все коэффициент усиления сейсмограммы. При нажатии правой кнопки мыши на ячейке таблицы можно задать значение усиления для всех последующих ячеек. В режиме *Apply to next shots* усиления устанавливаются для всех последующих сейсмограмм.

Столбец таблицы *Dead* – индикатор неисправности канала. Данная сейсмотрасса пикироваться не будет.

Столбец таблицы *t,ms* – устанавливает значение времени первого вступления трассы (в миллисекундах или отсчетах).

Вкладка  **Array** содержит граф со схемой наблюдений (рис.17).

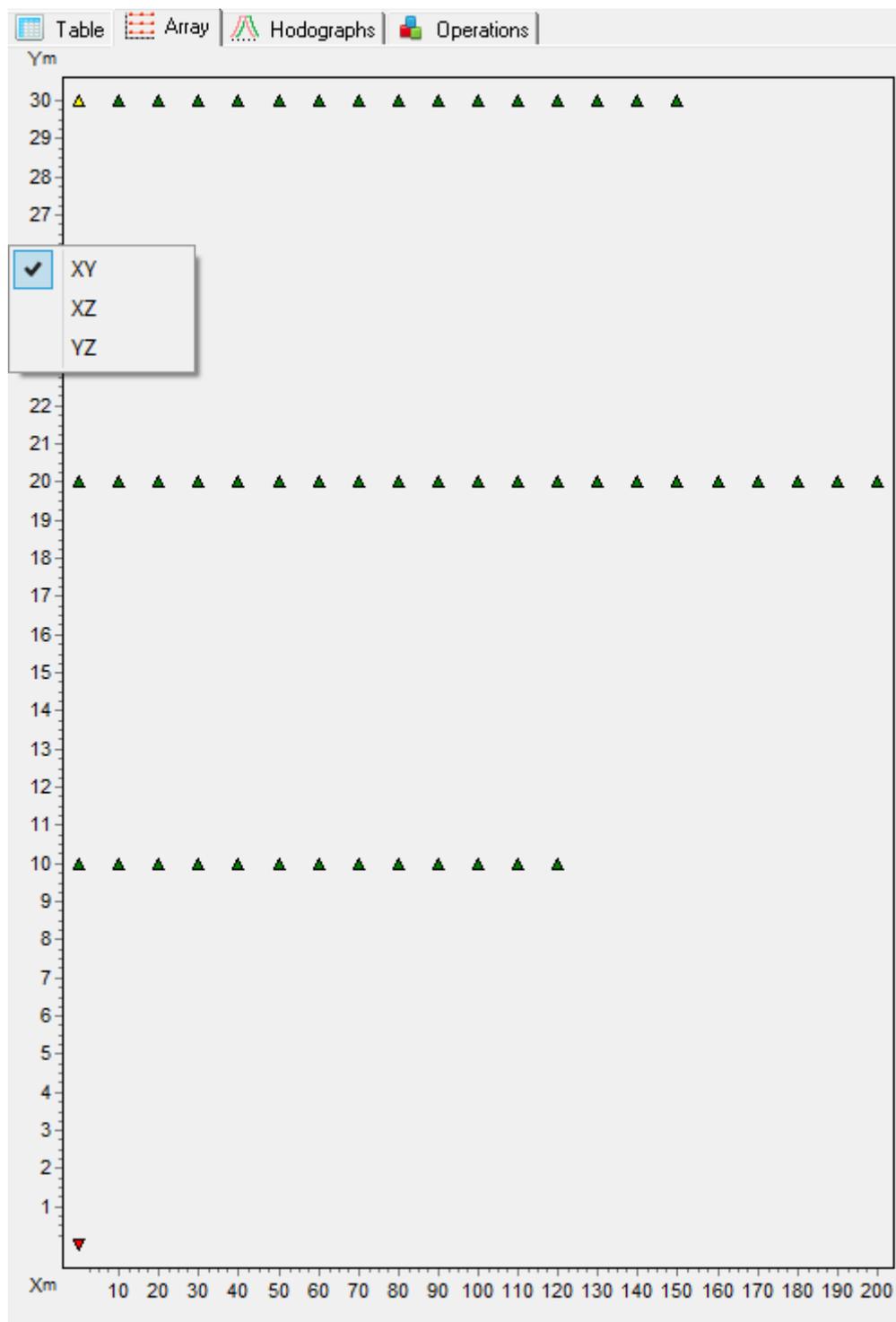


Рис. 17 Вкладка Array

Текущий пункт возбуждения активной сейсмограммы отображается красным цветом. Для правильного отображения схемы наблюдений следует ввести координаты приемников и источников. Сочетание клавиш [CTRL]+щелчок левой кнопки мыши на положение ПВ осуществит переход к соответствующей сейсмограмме.

Вкладка  **Hodographs** предназначена для отображения и редактирования годографов всех сейсмограмм. В процессе пикирования в данной вкладке появляются графики годографов. При нажатии на график выбирается соответствующая ему сейсмограмма (рис.18).

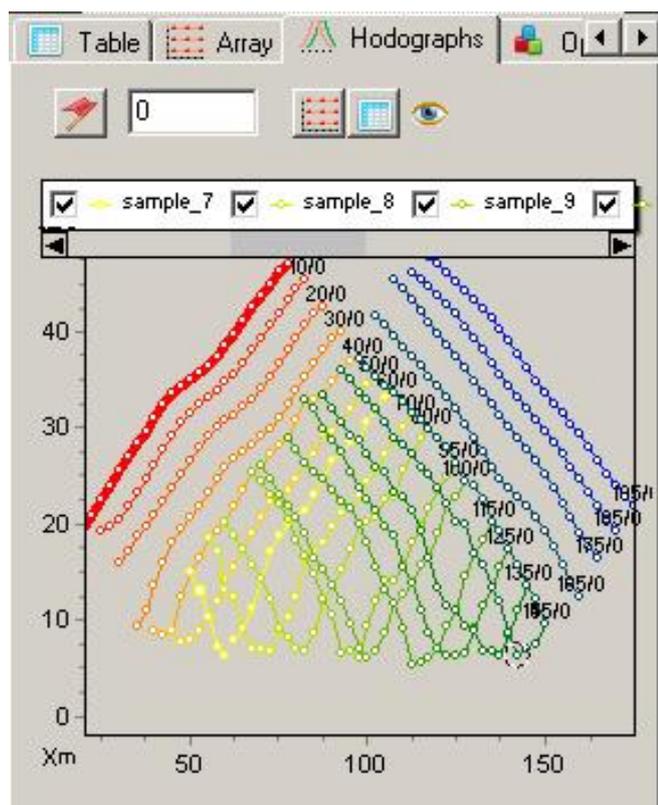


Рис. 18 Вкладка Hodographs

Редактирование измеренных значений производится путем перетаскивания точки графика с нажатой левой кнопкой мыши. Весь годограф перемещается с нажатой [SHIFT], с нажатой [CTRL] производится выбор отметки момента.

Для того чтобы показать только один график следует нажать левой кнопкой мыши на легенде с нажатой клавишей [SHIFT]. При повторном нажатии производится обратная операция. Для прокрутки графиков используется колесо мыши. Для этого необходимо выделить несколько соседних графиков (на легенде) и крутить колесо мыши, поместив курсор на легенду. Индексы активных графиков будут меняться.



Опция  - устанавливает значение отметки момента, выбранное в окне ввода, для текущей сейсмограммы. При нажатии на кнопку с флажком, выбранное значение копируется во все остальные сейсмограммы. Ось времен/отсчетов смещается таким образом, чтобы отметке момента соответствовал ноль оси.

Кнопки  и  позволяют отобразить в отдельных окнах вкладки **Table** и **Array**, что значительно облегчает работу с данными, позволяя видеть полную информацию об обрабатываемой сейсмограмме.

Кнопка  вызывает всплывающее меню выбора типа отображаемых годографов. Можно выбрать время прихода волн, кажущиеся скорости или амплитуды.

Вкладка  **Operations** предназначена для совместного отображения двух сейсмограмм (Рис.19). Это бывает полезно при сравнении, суммировании сейсмограмм, анализе взаимных сейсмотрасс. Вторая сейсмограмма отображается линией без заливки и отображается в соответствии с масштабом первой. При отображении двух сейсмограмм одновременно следует задать координаты приемников и источников.

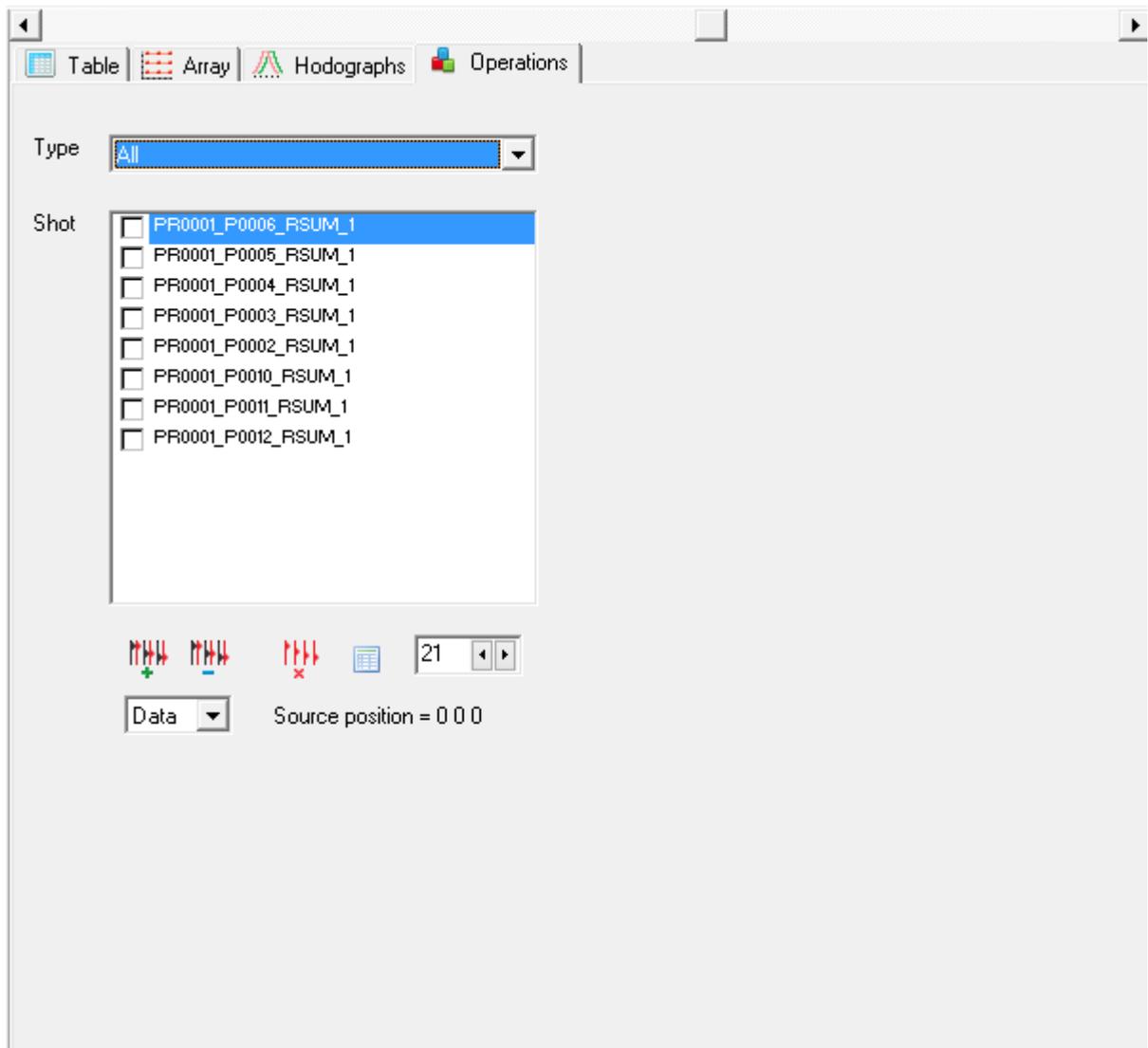


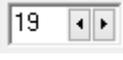
Рис. 19 Вкладка **Operations**

Опция *Type* задает тип отображения двух сейсмограмм. Значению *One* – отображать одну сейсмограмму. *Source* - в качестве второй сейсмограммы используется одна из сейсмограмм соответствующих текущему положению источника (повторы, накопления). Все сейсмограммы для активного источника отображаются в поле списка ниже, в котором их можно выбрать. *All* - в качестве второй сейсмограммы используется любая сейсмограмма проекта. Все сейсмограммы проекта отображаются в поле списка ниже, в котором их можно выбрать. *Reciprocity* – отобразить взаимную сейсмограмму (ввод координат источников и приемников обязателен).

Операции с сейсмограммами

Как правило, результатом сейсморазведочных работ является набор файлов формата Seg-Y или Seg2. Эти файлы представляют “сырые” данные, которые необходимо предварительно подготовить. После загрузки данных в проект необходимо ввести геометрию системы наблюдений для каждой сейсмограммы (если геометрия не заведена в файлах). Это просто сделать непосредственно в таблице окна пикировки (для косы) и воспользовавшись опцией *Edit source pos* (для пунктов возбуждения) (подраздел меню Tools главного меню программы).

Обычно, на одном пункте возбуждения получают несколько сейсмограмм (повторы, накопления, левые и правые удары). Но для интерпретации необходима только одна, которую получают либо в результате суммирования остальных, либо выбирают лучшую из полученных на данной пункте. При работе с S – волнами по методике левых и правых ударов необходимо из одной сейсмограммы вычесть другую. Для решения всех этих задач используется вкладка **Operations**. Она позволяет совместно визуализировать 2 сейсмограммы и выполнять операции с ними.

Для операций с сейсмограммами, полученными на одном пункте возбуждения, используется опция *Source*. В этом режиме поверх активной сейсмограммы строится еще одна, выбранная из списка *Shot*. Операция (суммирования/вычитания) всегда проводится над текущей и выбранной из списка. То есть для того чтобы произвести операцию суммирования необходимо выделить сейсмограмму в списке, установить смещение в опции  если необходимо и нажать кнопку . Кнопка  используется для вычитания одной сейсмограммы из другой, например при методике левых и правых ударов. Опция  предназначена для предварительного просмотра (до выполнения действия) результатов суммирования (Sum) и вычитания (Sub). В этом случае вместо исходных данных выбранной сейсмограммы будет показан результат операции для заданного смещения. Для удаления ненужных сейсмограмм используется кнопка . После выполнения всех необходимых операций на пункте возбуждения можно удалить все сейсмограммы, кроме активной.

Кнопка  используется для расчета коэффициентов корреляции между активной сейсмограммой и сейсмограммами списка. Это существенно упрощает выбор сейсмограмм, которые будут суммироваться. Коэффициент корреляции отображается справа от названия сейсмограммы в списке.

Опция  устанавливает смещение (в отсчетах) сейсмограммы из списка относительно активной, которое будет использовано при выполнении операции. При изменении данного параметра, вторая сейсмограмма будет смещаться графически.

Режим *Reciprocity* позволяет отображать поверх активной, сейсмограмму, построенную по взаимным трассам. Это позволяет оценивать качество полевых материалов, выявить ошибки в определении отметок начала записи, а также контролировать правильность пикировки.

Пикировка первых вступлений

Пикировка времен первых вступлений в программе **ZondST3D** производится в интерактивном и полуавтоматическом режимах. Ввиду того, что полностью автоматизировать пикировку первых вступлений для реальных полевых материалов инженерной сейсморазведки невозможно, в программе реализован аппарат управления, позволяющий максимально упростить и ускорить данный процесс.

Перед началом выделения первых вступлений следует перейти в режим пикировки, нажав кнопку . Далее производится выбор значений прямо на сейсмограмме. Для добавления/корректировки значения используется левая кнопка мыши. Для задания последовательности точек используется режим *multipicking*  (щелчком мыши задается начальная и затем конечная точка трассировки, значения, между которыми определяются по определенному, выбранному пользователем алгоритму). Для удаления точки годографа используется правая кнопка мыши.

В зависимости от предпочтения обработчика, программа предоставляет выбор способа коррекции положений времен первых вступлений: по фронту, максимумам, минимумам и максимуму корреляции. Режим автоматической пикировки лучше использовать только для данных с хорошим качеством. Для включения режима коррекции первых вступлений используется кнопка . При нажатии правой кнопки мыши появляется всплывающее меню выбора способа коррекции. Доступны следующие варианты: *to null* – привязка к нулю, *to extremum* – привязка к любому экстремуму, *to minimum* – привязка к точке минимума, *to maximum* – привязка к точке максимума, *Correlate* – корректирует положение первых вступлений таким образом, чтобы точки на соседних трассах коррелировали друг с другом, *Move to reciprocity point* – используется значений взаимных точек.

При автоматической коррекции важным параметром является радиус или ширина полосы поиска. Область поиска отображается кругом вокруг курсора (при пикировке

отдельной точки) или полосой – при пикировке группы значений. Ширина/радиус области поиска регулируется колесом мыши с нажатой клавишей [CTRL]. При полуавтоматической пикировке выбор первых вступлений производится в области поиска. В режиме максимума корреляции программа определяет также точки на соседних трассах исходя из этого критерия и до потери корреляции. При пикировке группы значений, в полосе поиска кружками будут отображаться предварительные точки, где будут находиться значения первых вступлений после замыкания.

Дополнительная функция главного меню окна **Hodographs/Autocorrect current** предназначена для автоматической корректировки времен первых вступлений на основе корреляции соседних трасс для уже пропикированного годографа.

При пикировке годографов следует обращать внимание на взаимные значения времен (отдельные кружки на сейсмограмме). Они служат своеобразным критерием правильности пикировки (или правильности выбранной отметки момента). Для плотных систем наблюдений (с большим количеством пунктов взрыва в положениях приемников) контроль по взаимным точкам может достигать 50-60 процентов. Это позволяет с одной стороны контролировать правильность пикировки, с другой - автоматически корректировать ошибки в определении отметок начала записи (опция *Correct Start times*). Если между взаимными точками большая невязка – следует выяснить причину, с чем она связана. Таким образом, процесс пикировки выглядит следующим образом:

1. Пикируем индивидуальные сейсмограммы интерактивно или автоматически (в зависимости от качества данных).
2. Корректируем значения исходя из анализа взаимных времен всей группы годографов. Контролируем ошибку пикировки опцией *Reciprocity error*.
3. Корректируем отметки начала записи автоматически для всех сейсмограмм (опция *Correct Start times*) или вручную для каждой.

Диалог фильтрации данных

Диалог представляет инструмент для анализа спектров и фильтрации полевых сейсмограмм. В левой части окна расположен граф, отображающий рассчитанный спектр рабочего окна и форму фильтра. Изменение формы фильтра производится с помощью правой кнопки мыши (к ближайшей точке перегиба фильтра).

Основной задачей фильтрации полевых данных является выделение полезных сигналов на фоне помех. В программе **ZondST3D** используется два типа фильтрации, основанные на Фурье и Вэйвлет преобразовании. Кнопка вызывает окно позволяющее произвести фильтрацию текущей сейсмограммы. В верхней части вкладки **Fourier transform**

отображается спектр сейсмограммы. Для расчета спектра используйте кнопку . Если выбрана опция *All traces* то будет рассчитан средний спектр для всей сейсмограммы, иначе - спектр рассчитывается для активной трассы.

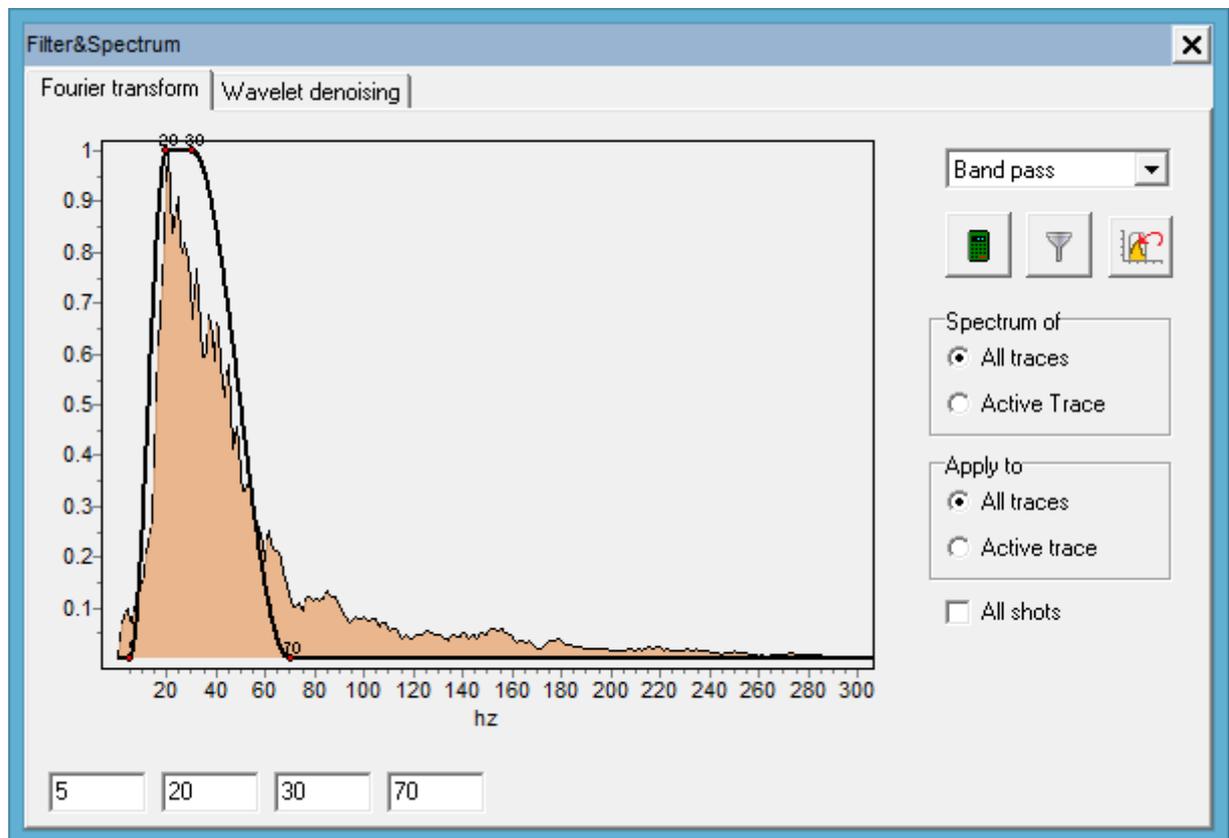


Рис. 20 Диалоговое окно **Filter&Spectrum**. Вкладка **Fourier transform**

Далее необходимо выбрать тип фильтра (всплывающий список в левой верхней части окна). Это может быть полосовой фильтр или фильтр высоких/низких частот. Настройка фильтра осуществляется с помощью мыши (перетаскиванием узлов графика фильтра (черная линия поверх графика спектра)) или в четырех полях ввода ниже графиков.

После выбора параметров фильтра можно проводить фильтрацию (кнопка ). Результат фильтрации сразу же отображается в области сейсмограммы, также происходит перерасчет спектра. Для того чтобы вернуться к исходной сейсмограмме используется кнопка . Фильтрация с заданными параметрами может быть применена ко всем сейсмограммам. Для этого должна быть выбрана опция *All shots*.

Переход на вкладку **Wavelet denoising** активизирует алгоритм вейвлет фильтрации для обработки сейсмограммы. Опции для управления вейвлет фильтрацией такие же, как и Фурье, за исключением следующих:

Wavelet type – определяет тип вейвлета.

Wavelet order – определяет порядок вейвлета (сложность его формы).

Decomposition level – определяет количество мелких деталей которые останутся в сигнале после фильтрации. Чем больше это значение, тем более крупные детали будут отфильтрованы.

Для построения спектра определенной части сейсмограммы следует выделить ее в режиме , с нажатой клавишей CTRL.

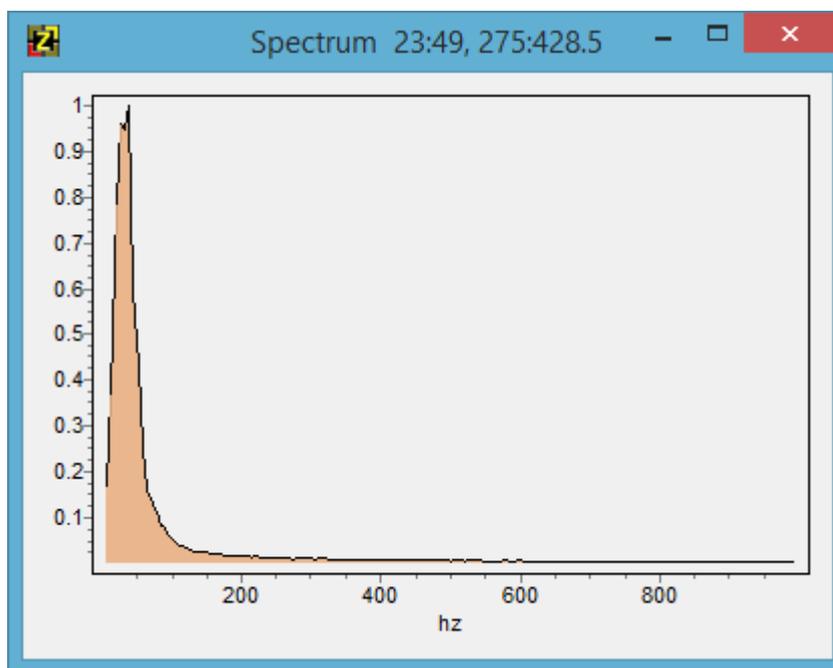


Рис. 21 Спектр выделенного участка сейсмограммы

В появившемся окне будет отображаться спектр для выделенного участка. В заголовке окна показан диапазон сейсмотрасс и отсчетов участка.

Основные этапы работы

Алгоритм работы с новым проектом можно разбить на следующие этапы:

1. Выбор типа съемки (*Survey type*).
2. Задание геометрии источников и приемников.
3. Суммирование накоплений и удаление лишних сейсмограмм, если необходимо.
4. Сортировка трасс в сейсмограмме (*Cable configuration*).
5. Фильтрация и выбор коэффициентов усиления, если необходимо.
6. Собственно пикировка первых вступлений.

Модуль инверсии полевых данных

Общий вид главного окна программы

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

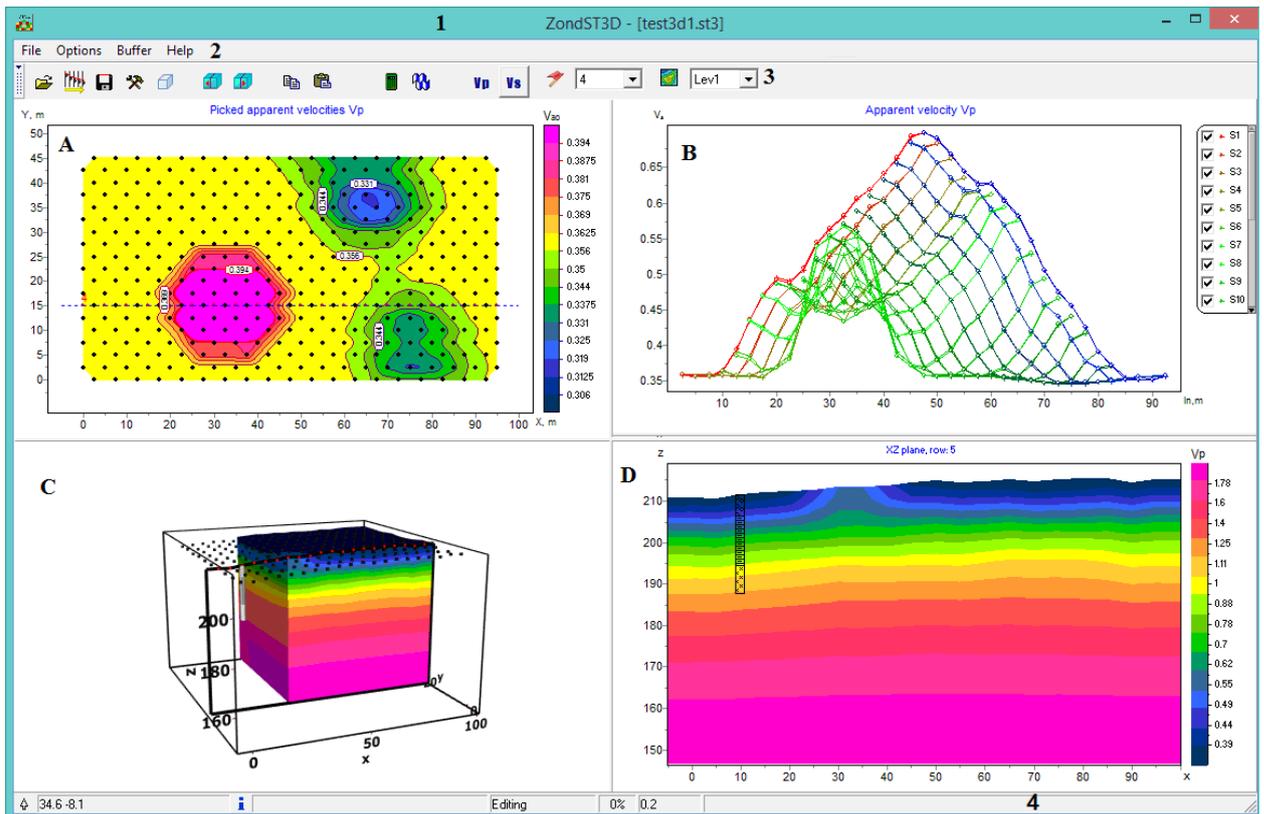


Рис. 22 Общий вид программы. 1 – заголовок, 2 – главное меню, 3 - панель быстрого доступа, А – план изолиний, В – область визуализации профильных данных, С – область 3D модели, D – область редактора модели , 4 – строка состояния

Рабочая область программы **ZondST3D** разделена на 4 основные секции:

А - в левом верхнем углу показан *план изолиний*. В этой области можно отображать наблюденные и рассчитанные значения. План строится для выбранного на панели

быстрого доступа разности, например .

В – в верхнем правом углу представлена *область визуализации профильных данных*.

Активный профиль выбирается на панели быстрого доступа, например .

В этой области изображаются наблюденные и расчетные графики.

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

Д - в правом нижнем углу отображается *область редактора модели* в режиме среза (2D) по выбранному сечению. Срез выбирается на панели быстрого доступа, с

использованием кнопок «». Направление среза изменяется с использованием пункта меню **Options / Model / Plan**.

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

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

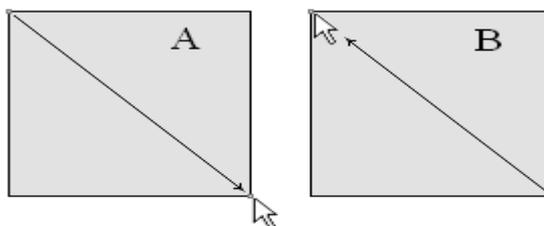


Рис. 23 Направление движения мыши при изменении масштаба

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 (возможна загрузка нескольких файлов).
	Вызвать модуль пикирования первых вступлений. Если проект с сейсмограммами загружен – можно отредактировать значения первых вступлений в соответствии со значениями теоретических годографов (из инверсии). Для обновления значений пикировок используется кнопка  при выходе.
	Вызвать диалог сохранения данных.
	Вызвать диалог настройки параметров инверсии.
	Вызвать подменю для работы с трехмерной моделью.

	Перейти к предыдущему или следующему срезу модели.
	
	Скопировать текущий срез модели в буфер.
	<p>При нажатии левой кнопкой мыши из буфера обмена загрузится модель в текущий срез модели.</p> <p>При нажатии правой кнопкой мыши появится меню опций заполнения модели:</p> <p>«<i>Current</i>» – вставить в текущий срез, модель из буфера для выбранного параметра.</p> <p>«<i>Current&+</i>» – вставить в текущий и во все последующие срезы, модель из буфера для выбранного параметра.</p> <p>«<i>Current&-</i>» – вставить в текущий и во все предыдущие срезы, модель из буфера для выбранного параметра.</p> <p>«<i>All params</i>» – применить выбранный режим вставки для всех параметров выбранного среза.</p>
	Запустить процедуру расчета прямой задачи.
 	Запустить процедуру инверсии или остановить (при повторном нажатии).
	Перейти в режим интерпретации данных продольных волн.
	Перейти в режим интерпретации данных поперечных волн.
	Всплывающий список выбора текущего профиля для отображения в правой верхней части окна. Эта опция очень удобна, если трехмерная съемка представлена набором 2D профилей.
	Всплывающий список выбора разноса для построения контурной карты данных.

Подменю работы с трехмерной моделью

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

3D view settings	Вызвать диалог настройки параметров 3D модели.
Print preview	Диалог настройки печати 3D модели.

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

Меню функций главного окна программы

Ниже перечислены названия пунктов меню и их назначение:

File/ Create survey	<p>Вызвать диалог создания синтетической системы измерений.</p> <p>Можно выбрать геометрию кос для наземного, межскважинного варианта или их комбинации. Данный</p>
----------------------------	---

	диалог переводит программу в режим моделирования. Данный режим может быть полезен при планировании геофизических работ.
File/ Open file	Открыть файл данных или проекта (возможна загрузка нескольких файлов).
File/ Import from text/excel	Импортировать данные из произвольного (многоколоночного) текстового файла (или таблицы Excel). Пользователю необходимо задать названия столбцов в первом ряду таблицы.
File/Save file	Вызвать диалог сохранения данных или проекта.
File/Edit data	Открыть, используемый программой файл данных, в редакторе <i>Notepad</i> .
File/Print preview	Вызвать диалог печати главного окна программы.
File/Recent	Последние используемые файлы
File/Exit	Выход из программы
Options/ Mesh constructor	Вызвать конструктор сети для модели. Содержит набор опций для автоматического создания сети и тонких настроек для опытных пользователей. Правильный выбор параметров сети является одной из основных задач для интерпретатора.
Options/Set survey line	Вызвать диалог задания линий профилей. Эта опция не влияет на результат интерпретации, но очень полезна при визуализации данных. Когда измерительная система, представляет набор не связанных между собой профилей, профили создаются автоматически. Если профили не заданы, данные отображаются в виде облака точек в правой верхней секции окна (unstructured).
Options/Program setup	Вызвать диалог настройки параметров инверсии.
Options/ Data/Pseudosection	Изображать рассчитанные и наблюдаемые данные в виде псевдоразреза.
Options/Data/Graphics plot	Изображать рассчитанные и наблюдаемые данные в виде набора графиков.
Options/Data/Observed data	Отобразить в плане изолиний наблюдаемые данные.
Options/Data/Calculated data	Отобразить в плане изолиний рассчитанные данные.
Options/Data/Data misfit	Отобразить в плане изолиний или псевдоразрезе

	значения невязок.
Options/Data/Time arrivals	Изображать значения первых вступлений.
Options/Data/Apparent velocities	Изображать значения кажущихся скоростей.
Options/Units	Выбрать единицы в которых будут отображаться скорости и кажущиеся скорости (км/с, м/с) .
Options/Data/Error gates	Отображать доверительные интервалы на графиках. Задаются в Trace editor , параметром <i>quality</i> .
Options/Data/With start times	Отображать с учетом отметок моментов полученных в ходе инверсии.
Options/Data/Show rays	Показать на модели сейсмические лучи соединяющие источники и приемники в трехмерной секции, рассчитанные для текущей модели. Предварительно следует рассчитать прямую задачу
Options/Model/Block section	Изображать модель в виде блоков.
Options/Model/Smooth section	Изображать модель в виде контуров изолиний. Для того, чтобы изображать модель в гладкой интерполяционной палитре необходимо активировать функцию « <i>Continuous</i> » во вкладке « <i>Colors</i> ». Вкладка « <i>Colors</i> » находится в диалоговом окне « Model setup » (см. раздел « <i>диалог настройки параметров отображения модели</i> »).
Options / Model / 2D mode	Используется тогда, когда имеются данные только по одному профилю или моделируется двумерный разрез. В этом случае ячейки в направлении Y объединяются.
Options/Model/Plane	Выбрать ориентацию среза модели.
Options / Model / Plane /XZ	Выбрать ориентацию среза модели XZ.
Options / Model / Plane/YZ	Выбрать ориентацию среза модели YZ.
Options / Model / Plane/XY	Выбрать ориентацию среза модели XY.
Options / Model / Plane / Autosize	Если опция включена, то происходит авто масштабирование срезов по осям.
Options/Model/Model histogram	Показать график распределения данных и параметров ячеек модели. Диалог позволяет задать минимум и максимум цветовой шкалы параметра.
Options/Model/Parameter	<i>Velocity</i> – перейти в режим работы со скоростями. <i>Anisotropy</i> - перейти в режим работы с анизотропиями скоростей.

	<p><i>Attenuation</i> – перейти в режим работы с параметром затухания волн. При вызове процедуры решения прямой или обратной задачи в режиме <i>Attenuation</i>, процедура применяется для параметра затухания. При этом вместо годографов первых вступлений, в верхней секции окна отображаются амплитуды</p>
Options/Model/PR factor display	<p>При наличии моделей VP и VS позволяет отобразить модель распределение коэффициента пуассона.</p>
Options/Model/Cut by rays	<p>Скрыть краевые ячейки через которые не проходят сейсмические лучи.</p>
Options/Inversion/Smoothness	<p>Этот набор опций по управлению гладкостью и сглаживающим оператором. Они могут сильно влиять на результат инверсии. Относятся ко второму члену функции цели $C^*(m-m_0)$.</p> <p><i>m0 - start model - m0</i> (опорная модель) некоторая, заданная пользователем модель (или результат инверсии). Основная задача инверсии в данном случае, уменьшить невязку при сохранении близости к опорной модели. Степень близости контролируется параметром <i>Smoothing factor</i>. Работает в случае инверсии <i>Occam</i> и <i>Focused</i>.</p> <p><i>m0 - median - m0</i> (опорная модель) медиана модели на текущей итерации. Основная задача инверсии в данном случае, уменьшить невязку при сохранении максимально гладкой модели. Гладкость контролируется параметром <i>Smoothing factor</i>. Работает в случае инверсии <i>Occam</i> и <i>Focused</i>. Это наилучший вариант при использовании <i>focused inversion</i> или инверсия с априорными границами.</p> <p><i>m0 - previous model - m0</i> (опорная модель) модель на предыдущей итерации. Основная задача инверсии в данном случае, получение минимальной невязки при стабильной сходимости. Скорость сходимости контролируется параметром <i>Smoothing factor</i>. Работает в случае инверсии <i>Occam</i> и <i>Focused</i>. Для <i>Focused inversion</i> иногда может не давать желаемый результат</p>

	<p>(кусочно-постоянную модель).</p> <p><i>Diagonal filter</i> - Диагональное сглаживание при инверсии. Используйте эту опцию, если в разрезе присутствуют наклонные структуры.</p>
Options/Inversion/Optimization	<p>Настройки параметров оптимизации. Доступны следующие:</p> <p><i>Line search</i> - Поиск оптимального параметра демпфирования на каждой итерации (замедляет процесс инверсии примерно в 3-4 раза). В большинстве случаев эта опция позволяет достичь минимальной невязки за небольшое количество итераций, но увеличивает время выполнения итерации и может являться причиной попадания решения в локальный минимум. Если опция отключена, поведение параметра демпфирования, контролируется двумя параметрами – <i>Smoothing factor</i> (начальное значение) и <i>Dec factor</i> (коэффициент уменьшения).</p> <p><i>Dec factor</i> - Если опция <i>line search</i> отключена, <i>Factor</i> контролирует поведение параметра демпфирования в ходе инверсии. На первой итерации используется значение <i>smoothing factor</i>, и на каждой следующей, это значение делится на заданный пользователем коэффициент. <i>Smoothing factor</i> м.б. выбран автоматически, если выбрана опция около поля ввода <i>Smoothing factor</i> (во вкладке <i>Model</i> в <i>Program setup</i>).</p> <p><i>Lim based inv</i> - Если заданы слишком узкие общие пределы изменения параметров или индивидуальные пределы для некоторых ячеек, инверсия будет пытаться вывести параметры за заданные пределы. Это может сильно влиять на скорость сходимости. В этом случае, следует включить данный вариант инверсии, который с одной стороны уменьшает вклад ячеек, выходящий за заданные пределы, а с другой – использует специальные нормы параметров, затрудняющие такой выход.</p>

Options / Inversion / Cross-gradient	<p>Набор опций для совместной инверсии данных V_p и V_s.</p> <p><i>Pushing factor</i> - главный параметр совместной инверсии, контролирующий степень близости образов (кросс-градиент) моделей для двух методов. Обычно выбирается методом проб и ошибок в диапазоне 0-1000. При нулевом значении модели подбираются полностью независимо. Большие значения параметра могут являться причиной невязки по одному или двум типам данных.</p> <p><i>Off layers num</i> - Очень часто верхняя часть разреза сильно неоднородна и различна для разных геофизических методов. В этих случаях следует исключить несколько слоев из оператора кросс-градиента. Верхняя часть при этом будет свободна в изменениях.</p> <p><i>CC criteria</i> - Использовать критерий общей корреляции двух моделей для совместной инверсии. Значения <i>pushing factor</i> в случае выбора этого алгоритма должны быть в диапазоне 0-2.</p> <p><i>Joint inversion</i> – включить режим совместной инверсии V_p и V_s. Следует отметить, что совместная инверсия требует в два раза больше оперативной памяти.</p>
Options/Inversion/ Invert start times	<p>Включает режим автоматического подбора отметок момента при инверсии. Данную опцию следует включать при проблемах с определением отметок моментов. Позволяет задать максимальную ошибку в определении отметок моментов.</p>
Options/Inversion/ Invert anisotropy	<p>Инверсия скоростей с подбором анизотропии, рекомендуется для межскважинных измерений.</p>
Options/Attenuation/Frequency	<p>Данный пункт меню появляется в режиме <i>attenuation</i>. Устанавливает рабочую частоту полезного сигнала для расчета амплитуд в режиме затухания.</p>
Options/Attenuation/Max spacing	<p>Данный пункт меню появляется в режиме <i>attenuation</i>. Устанавливает максимальный разнос R-S, амплитуды для измерений с большим разносом не будут</p>

	учитываться при инверсии.
Options/Import/Export/ Background 2D	Загрузить графический файл подложки для текущего 2D среза. Пользователю будет предложено ввести координаты углов подложки. <i>Remove current</i> - удалить графическую подложку для текущего 2D среза.
Options/Import/Export/ Background 3D	Загрузить графический файл подложки для 3D модели. Графический файл отобразится в 3D модели. При загрузке необходимо указать координаты углов подложки в трех координатах (по умолчанию, координатами являются положения углов текущего среза модели). При желании можно выбрать цвет в подложке, который станет прозрачным. <i>Remove background</i> - удалить графическую подложку для текущего 3D модели.
Options/Import/Export/ Import mod3D	Импортировать 3D модель из файла в формате MOD3D. Эту опцию удобно использовать, для загрузки ранее сохранённой копии модели, например, когда все 4 модели буфера заняты актуальными моделями, или параметры сети были изменены.
Options/Import/Export/ Export mod3D	Экспортировать текущую 3D модель в файл формата MOD3D.
Options/Import/Export/ Import mod2D's	Импортировать набор 2D моделей из файлов в формате mod2D(с учетом их координат в плане) и встроить в текущую трехмерную модель. Эта опция может быть использована для импорта результатов 2D инверсии в трехмерную модель.
Options/Import/Export/ Export mod2D	Экспортировать текущий 2D срез модели в файл формата MOD2D. После сохранения модель можно открыть в программе ZondST2D или загрузить в другой срез для трёхмерной модели.
Options/Import/Export/ Save rotations	Сохранить трехмерную модель в виде набора картинок для разных углов поворота.
Options/Import/Export/ Save slides	Сохранить трехмерную модель в виде набора картинок для разных положений плоскости сечения.

Options/Import/Export/ Export line to st(2d)	Экспортировать рассчитанные данные для текущего профиля в формат программы двумерной инверсии ZondST2D .
Options/Import/Export/ Output settings	Вызвать диалог настройки параметров графического изображения при экспорте.
Options / Import/Export / Draw to surfer	Построить трехмерную модель в виде набора срезов по глубине, в программе Surfer.
Options / Import/Export / Draw to voxler	Построить трехмерную модель в программе Voxler. Перед построением нужно указать путь к программе Scripter.exe (это делается один раз).
Options/ Boreholes/ Load borehole data	Открыть файл с каротажными данными и литологическими колонками (crt), а также файлы формата mod1d (файлы одномерной интерпретации и псевдоскважины).
Options/ Boreholes/ Create/Edit borehole data	Добавить (редактировать) скважинные данные (литологические колонки или каротажные графики).
Options/ Boreholes/ Remove borehole data	Добавить (редактировать) скважинные данные (литологические колонки или каротажные графики).
Options/ Boreholes/ Set column's width	Задать ширину литологической колонки при изображении на разрезе (в процентах от длины профиля).
Options/ Boreholes/ Edit positions	Редактировать положение скважин и соответствующих им литологических колонок в плане.
Options/Extra/Remove data with big misfit	Удалить данные с высокой невязкой. После выбора данной опции появится диалоговое окно, где необходимо задать пороговое значение невязки
Options/Extra/ Get synthetic for big misfit	Заменить данные, имеющие невязку выше заданного уровня, синтетическими (рассчитанными) данными. Предваряющую фильтрации инверсию, следует запускать с включенной опцией robust reweighting scheme. Не рекомендуется.
Buffer / Model 1, 2....	Буфер позволяет хранить до четырех 3D моделей полученных разными способами. Их можно отображать в специальном окне, что может быть полезно для сравнения результатов инверсии с различными настройками.

Buffer / Open	Показать окно со всеми моделями из буфера для текущего среза.
Buffer / Only current	Загружает в буфер только модель Vp или Vs в зависимости от режима, в котором работает пользователь.
Help / Manual	Открыть инструкцию.
Help / Check for updates	Проверить наличие обновлений.
Help / Restart library	Перезапустить библиотеки DLL. В случае если процесс расчета останавливается при каждом запуске инверсии, проверьте настройки антивируса. Антивирус может блокировать библиотеку DLL.
Help / Bing maps api_key	Если карты автоматически не загружаются из интернета, необходимо ввести пользовательский ключ bing api key.
Help / Show news	Показывать новости.
Help / Send message to us	Отправить сообщение разработчику. Сообщения передаются корректно только латиницей. Поэтому следует использовать транслит.

“Горячие” клавиши

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

Панель статуса

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

Координаты курсора и активной ячейки.
Параметры активной ячейки.
Режим работы редактора модели.
Индикатор процесса.
Относительная невязка.
Дополнительная информация. Например, количество измерений и ячеек модели или статус процесса при инверсии

Создание и открытие файла данных для инверсии

Для начала интерпретации в программе **ZondST3D** необходимо произвести обработку данных в модуле пикирования первых вступлений и перейти в режим инверсии , либо создать файл данных определенного формата, содержащий информацию о координатах сейсмоприемников, топографии и значения первых вступлений. Также, можно воспользоваться опцией главного меню File/Import from text/ excel для импорта данных из произвольного текстового файла или таблицы Excel.

Обычно один файл содержит данные по одному участку наблюдений. Текстовые файлы данных, организованные в формате программы **ZondST3D**, имеют расширение «*.ST3».

Для правильной работы программы файл данных не должен содержать:

- нетрадиционные символы, разделяющие записи в строке (используйте символы TAB или SPACE)
- абсурдные значения параметров измерений (например, отрицательные значения времен первых вступлений)

Желательно, чтобы суммарное количество измерений содержащихся в одном файле не превышало 100000, а количество уникальных положений источников/приемников не превышало 5000.

Все геометрические величины должны быть в метрах, времена в миллисекундах.

Программа **ZondST3D** позволяет загружать текстовые файлы данных формата *.ST. Для этого в диалоговом окне «Открыть» следует выбрать несколько таких файлов. После этого появится диалог **Multi-files case** (см. рисунок ниже), в котором необходимо Collect from 2D.

Если выбрано несколько файлов ST3 их тоже можно объединить с помощью этого диалога.

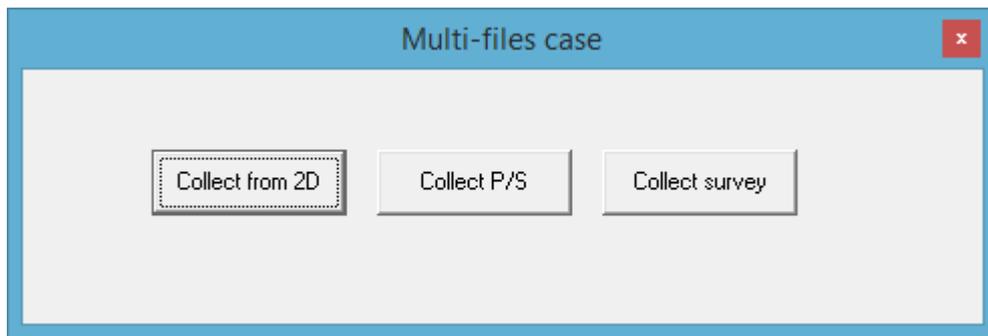


Рис. 24 Диалог выбора типа подгружаемых данных

Программа позволяет объединять данные в следующих вариантах:

Collect from 2D – объединяет данные нескольких 2D профилей на площади. Если 2D данные имеют только X горизонтальную координату, то после выбора этой опции для каждого профиля появится диалог задания координат. В нем необходимо задать координаты начала и конца каждого выбранного профиля:

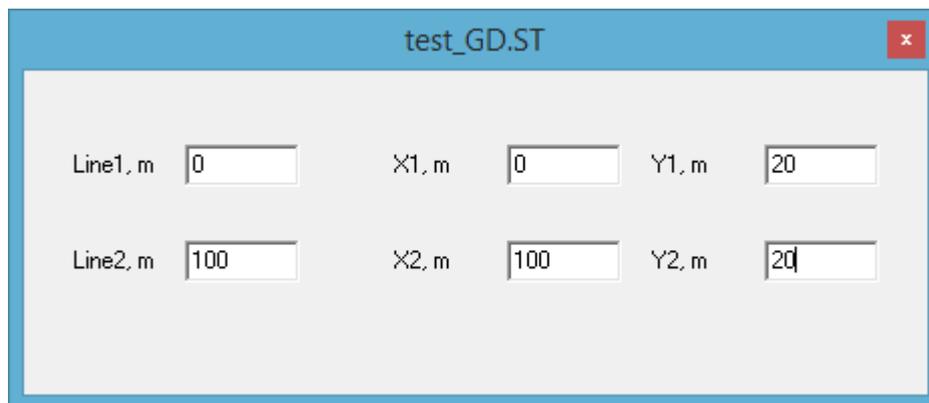


Рис. 25 Диалог задания координат для 2D профилей.

Collect P/S – данную опцию следует использовать, если данные P и S пикировок находятся в двух разных файлах st3.

Collect survey – опция позволяет объединить в один проект данные в текстовом формате *.st3 с нескольких участков площади. После выбора данной опции программа предложит задать XY смещения в метрах для каждого выбранного файла данных.

При работе с данными межскважинной томографии вертикальная координата источников/приемников должна иметь отрицательные значения от поверхности.

Формат основного файла данных

Программа представляет универсальный формат данных, включающий информацию о координатах источников и приемников, отметки относительных превышений рельефа и собственно значения первых вступлений и амплитуд.

Формат данных программы *ZONDST3D data files* (расширение *.ST3).

Файл данных условно можно разделить на две части:

- наблюдаемые данные
- данные топографии (если таковые имеются).

Файл данных условно можно разделить на две части: 1) наблюдаемые данные, 2) данные топографии (если таковые имеются).

I часть файла данных: Наблюдаемые данные

Первая строка – содержит управляющие ключи, указывающие программе, какие данные содержатся в том или ином столбце.

В **ZondST3D** приняты следующие обозначения (ключи) для координат источников/приемников:

Источники **Sx Sy Sz**

Приемники **Rx Ry Rz**.

Z координаты источников/приемников следует вводить при необходимости. Например, при использовании погруженного источника или измерений на акваториях. При вводе Z координат источников/приемников, следует помнить, что отрицательные величины означают погружение относительно поверхности измерений. Положительные координаты используются для акваторного варианта, когда источник/приемник расположен на поверхности или в слое воды.

Индекс профиля на котором произведено измерение **Prof** (используется для раздельного отображения данных по различным 2D профилям).

Для измеренных значений:

Pft – первые вступления для продольных волн(мсек).

Sft – первые вступления для поперечных волн(мсек).

ampr – амплитуды первых вступлений для продольных волн.

amprl – амплитуды первых вступлений для поперечных волн.

Вторая и последующие строки содержат собственно данные, соответствующие каждому измерению, записанные в той же последовательности, что и управляющие ключи первой строки.

Далее вводится столбец дополнительных узлов горизонтальной сети (если это необходимо). Координата каждого нового узла вводится после символа ***** X Y Z**. Дополнительные узлы сети обычно вводятся для расширения области модели за крайние источники/приемники участка или при наличии резкого рельефа за пределами участка, также удобно вводить дополнительные узлы для межскважинной томографии.

II часть файла данных: Данные топографии

Если имеются данные о рельефе, далее следует строка со словом **topo**, а затем список из координат и превышений рельефа (X Y Z).

topow – данный ключ используется если, проводится интерпретации данных полученных при работе на акваториях (на поверхности воды и на дне). В этом случае в качестве координат рельефа используется профиль дна или дна переходящего в сушу (если используются смешанные измерения). При этом в этой же строчке через пробел необходимо указать уровень воды (относительно заданных ниже профиля координат дна (в системе координат в которой задан рельеф)), скорость волн в воде и количество дополнительных разбиений водного слоя (3-10). Последние два параметра можно менять, используя меню функций главного окна программы. Можно задавать комбинированные системы, когда измерения производятся на дне и на поверхности водного слоя. Для этого следует вводить вертикальные координаты источников/приемников относительно уровня профиля дна.

topow* – в водном случае данный ключ упрощает ввод данных топографии, если коса находится на поверхности воды.

Импорт полевых данных из произвольного текстового файла или таблицы Excel

Чтобы загрузить данные из табличного текстового файла или файла MS Excel выберите функцию **File/Import from text/excel**.. После выбора файла появится диалог Export text data (рис. 26). Кнопки **Start** и **End** на верхней панели диалогового окна позволяют установить строку начала и конца данных. Выберите необходимую строку и нажмите соответствующую кнопку. Строки начала и конца данных будут выделены в таблице серым цветом.

Также на верхней панели находится выпадающий список, в котором необходимо выбрать тип данных: **Land** – данные наземной съемки, **Underwater** – измерения на акваториях, **Cross-boreholes**- межскважинные данные.

В соседнем выпадающем меню необходимо задать единицы измерения первых вступлений записанных в файле.

В первой строке каждого столбца таблицы данных находится выпадающий список, позволяющий указать тип данных: *line* – номер профиля измерений, *Sx*, *Sy*, *Sz* - источников, *Rx*, *Ry*, *Rz* – координаты приемников *tp* – первые вступления продольных волн, *ts* – первые вступления поперечных волн.

N	line	Sx	Sy	Sz	Rx	Ry	Rz	tp	None	Noi
1	prof	sx	sy	sz	rx	ry	rz	ft	oi	amp
2	0	0.00000000	0.00000000	0	2.00000000	0.00000000	0	1.27126878	1	2.8
3	0	0.00000000	0.00000000	0	4.00000000	0.00000000	0	1.51656493	2	1.3
4	0	0.00000000	0.00000000	0	6.00000000	0.00000000	0	1.76627866	3	5.4
5	0	0.00000000	0.00000000	0	8.00000000	0.00000000	0	1.97142552	4	2.4
6	0	0.00000000	0.00000000	0	1.00000000	0.00000000	0	2.16643203	5	1.5
7	0	0.00000000	0.00000000	0	1.20000000	0.00000000	0	2.37060919	6	7.6
8	0	0.00000000	0.00000000	0	1.40000000	0.00000000	0	2.49917356	7	3.0
9	0	0.00000000	0.00000000	0	1.60000000	0.00000000	0	2.57857714	8	2.0
10	0	0.00000000	0.00000000	0	1.80000000	0.00000000	0	2.65509625	9	1.1
11	0	0.00000000	0.00000000	0	2.00000000	0.00000000	0	2.72847704	10	1.4
12	0	0.00000000	0.00000000	0	2.20000000	0.00000000	0	2.79743673	11	9.7
13	0	0.00000000	0.00000000	0	2.40000000	0.00000000	0	3.00085637	12	1.2
14	0	0.00000000	0.00000000	0	2.60000000	0.00000000	0	3.17981783	13	1.4
15	0	0.00000000	0.00000000	0	2.80000000	0.00000000	0	3.31999014	14	1.5
16	0	0.00000000	0.00000000	0	3.00000000	0.00000000	0	3.44315831	15	1.6
17	0	0.00000000	0.00000000	0	3.20000000	0.00000000	0	3.54245929	16	7.4
18	0	0.00000000	0.00000000	0	3.40000000	0.00000000	0	3.63256307	17	5.6
19	0	0.00000000	0.00000000	0	3.60000000	0.00000000	0	3.71538859	18	3.7
20	0	0.00000000	0.00000000	0	3.80000000	0.00000000	0	3.83656893	19	3.2
21	0	0.00000000	0.00000000	0	4.00000000	0.00000000	0	3.92553306	20	2.5

Рис. 26 Диалог экспорта данных Export text data

После нажатия кнопки **ОК** данные будут загружены в программу.

Создание синтетической системы наблюдений

Диалог создания синтетической системы наблюдений можно вызвать пунктом меню **File/Create survey** главного окна программы.

Окно разбито на три части: граф отображения позиций источников/приемников (слева), таблица координат источников/приемников (справа сверху) и таблица текущего годографа (справа внизу), в которой отображается список пар индексов источник-приемник (рис.27).

Граф предназначен для отображения уникальных позиций источников/приемников и их индексов. Здесь осуществляется выбор (с помощью мыши) источников и приемников. Активный источник изображается красным цветом, приемники текущей группы синим.

В таблице координат содержатся горизонтальные и вертикальные координаты источников/приемников, которые можно отредактировать. При нажатии правой кнопки мыши на ячейке таблицы можно задать приращение координаты для всех последующих ячеек.

Таблица текущего годографа содержит индексы источника и группы приемников для активного годографа, которые можно отредактировать. При неправильном вводе индексов они подсвечиваются красным.

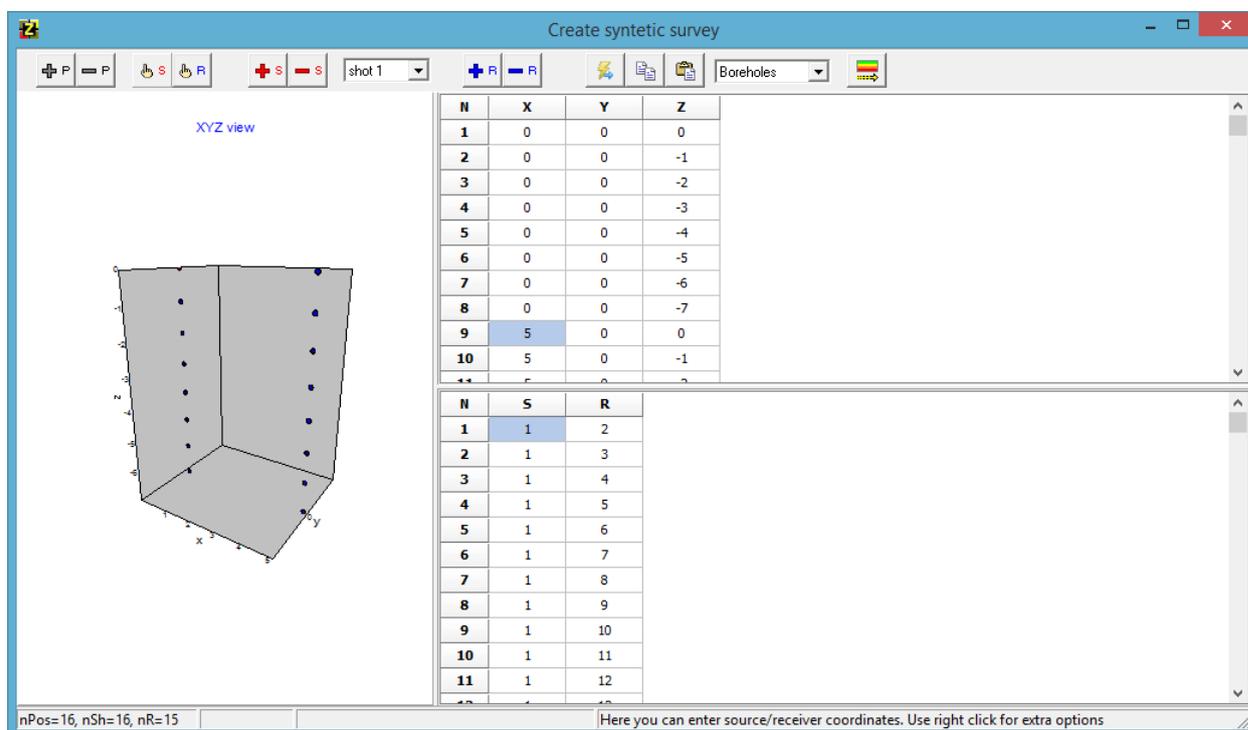


Рис. 27 Окно программы Create synthetic survey

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

	Добавить новую позицию источника/приемника. Новая позиция отображается в левом графе окна, координаты в верхней таблице справа. Нажимать нужно много раз, в строке статуса показывается текущее количество позиций.
	Удалить текущую (в таблице) позицию источника/приемника.
	Включить режим выбора текущего источника. Выбор позиции источника для текущего годографа осуществляется мышью в левом графе. После выбора источника программа переключается в режим выбора приемников.
	Включить режим выбора текущего приемника. Выбор приемника для текущего годографа осуществляется мышью в левом графе. Если выбор осуществляется с нажатой кнопкой [SHIFT], то в нижнюю таблицу добавляется новая пара (источник/ приемник), иначе текущему приемнику присваивается новая позиция.
	Добавить новый годограф. После добавления программа переключается в режим выбора приемников. Выбор текущего годографа осуществляется во

	всплывающем списке справа.
	Удалить текущий годограф.
	Всплывающий список для выбора текущего годографа.
	Добавить пару источник/приемник в годограф (в нижнюю таблицу).
	Удалить текущую пару источник/приемник из годографа.
	Вызвать всплывающее меню функций автоматического создания системы годографов. <i>Select all positions</i> – Выбрать все позиции, кроме позиции источника в годограф. <i>Deselect all positions</i> – Удалить все приемники из годографа. <i>Create full array</i> – Создать систему наблюдений, в которой источник находится в каждой позиции, и каждому источнику соответствует группа из всех остальных приемников.
	Копировать индексы приемников текущего годографа в буфер.
	Загрузить индексы приемников в текущий годограф из буфера.
	Тип системы наблюдений.
	Создать систему и перейти в режим моделирования.

После создания синтетической системы наблюдений нажимается кнопка  и появляется диалог настройки параметров сети.

Результаты моделирования часто используются в инверсии, для подтверждения каких то гипотез. Для этого следует сохранить проект с результатами моделирования в режиме *Save model with calculated*, открыть сохраненный таким образом проект, очистить модель и провести инверсию.

Редактор профилей

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

Редактор профилей можно вызвать в процессе работы с проектом, используя главное меню программы **Options / Set survey lines**.

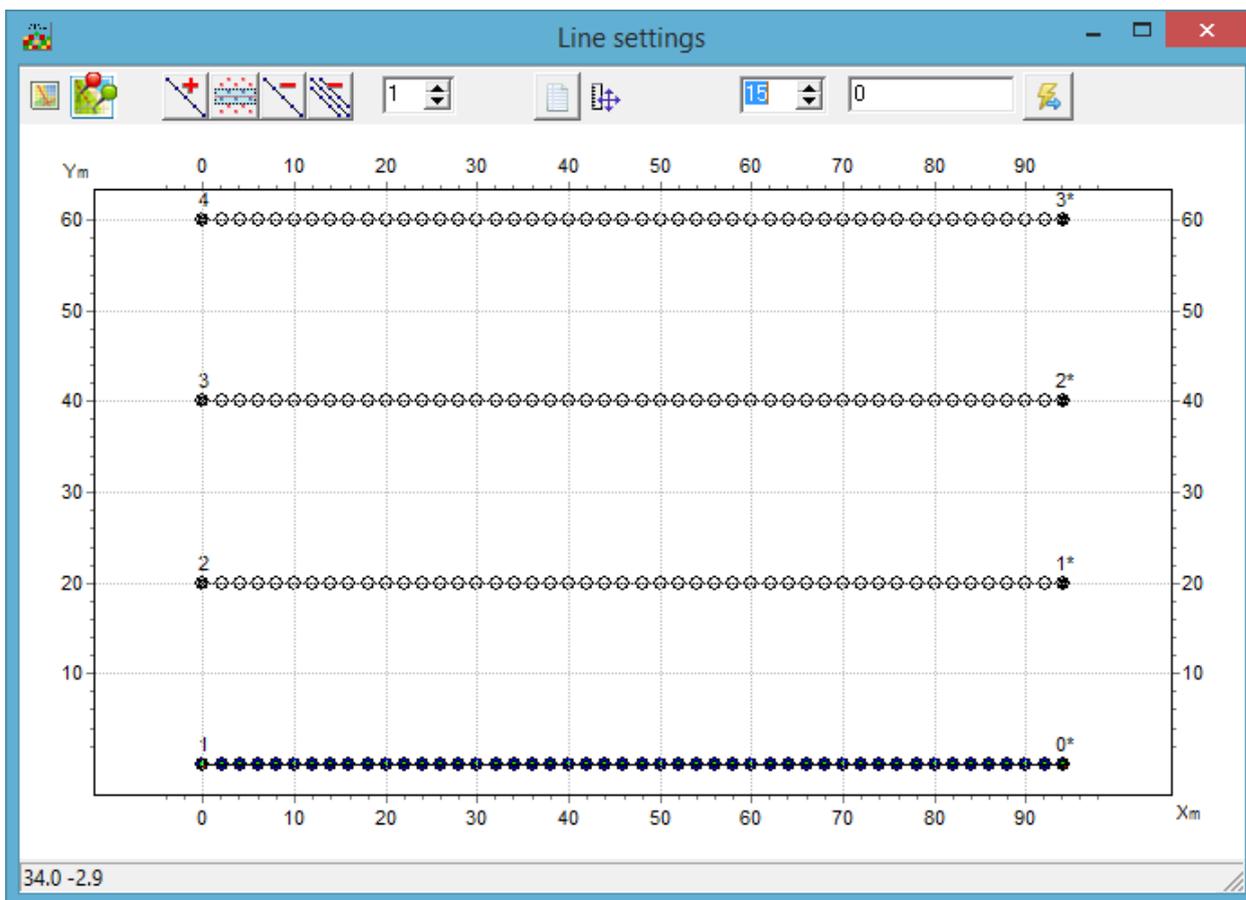


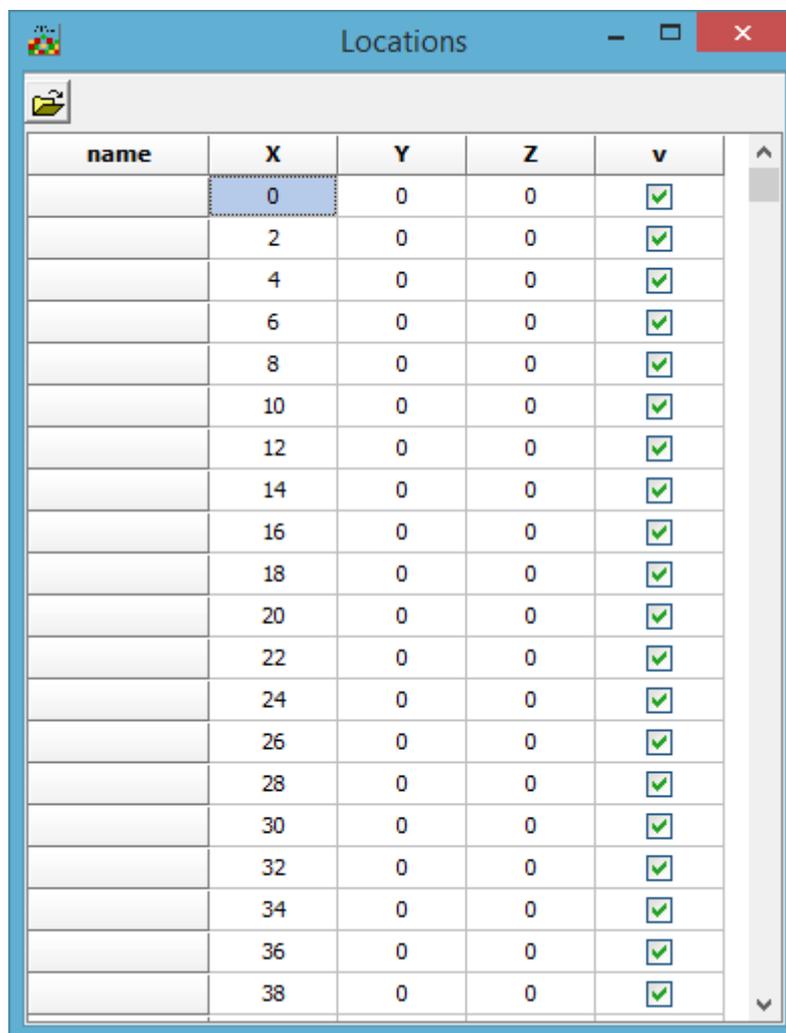
Рис. 28 Диалоговое окно настройки линии профилей «Set lines for survey»

Панель инструментов данного диалогового окна содержит следующие опции:

	<p>Загрузить в качестве подложки растровый файл или карту изолиний топографии.</p>
	<p>Загрузить космоснимок в качестве подложки. При использовании этой функции необходимо будет указать зону UTM. Координаты приемников должны быть заданы в UTM формате.</p>
	<p>Добавить линию профиля.левой кнопкой мыши задаются точки линии профиля, правой кнопкой – задается последняя точка. Правой кнопкой мыши вызывается контекстное меню с дополнительными опциями.</p> <p><i>Set line coordinates</i> – позволяет задать координаты линии в ручную;</p> <p><i>Cursor to near point</i> – при включенной опции линии профиля проходит через ближайшие к курсору приемники;</p> <p><i>Invert line</i> – перевернуть линию профиля;</p> <p><i>Create lines auto</i> – создать линии профилей автоматически.</p>
	<p>Включить в профиль точки, которые попадают в прямоугольную область вокруг заданной линии.</p>
	<p>Удалить текущий профиль.</p>

	Удалить все профиля.
	Задать номер активного профиля.
	Открыть и редактировать таблицу координат приемников (диалог Locations).
	Выбрать масштаб изображения равноосный или с максимальным заполнением области окна.
	Установить размер области автоматического выбора точек зондирования в профиль.
	Задать имя активного профиля.
	Перейти к режиму инверсии данных для выбранной системы профилей.

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



name	X	Y	Z	v
	0	0	0	<input checked="" type="checkbox"/>
	2	0	0	<input checked="" type="checkbox"/>
	4	0	0	<input checked="" type="checkbox"/>
	6	0	0	<input checked="" type="checkbox"/>
	8	0	0	<input checked="" type="checkbox"/>
	10	0	0	<input checked="" type="checkbox"/>
	12	0	0	<input checked="" type="checkbox"/>
	14	0	0	<input checked="" type="checkbox"/>
	16	0	0	<input checked="" type="checkbox"/>
	18	0	0	<input checked="" type="checkbox"/>
	20	0	0	<input checked="" type="checkbox"/>
	22	0	0	<input checked="" type="checkbox"/>
	24	0	0	<input checked="" type="checkbox"/>
	26	0	0	<input checked="" type="checkbox"/>
	28	0	0	<input checked="" type="checkbox"/>
	30	0	0	<input checked="" type="checkbox"/>
	32	0	0	<input checked="" type="checkbox"/>
	34	0	0	<input checked="" type="checkbox"/>
	36	0	0	<input checked="" type="checkbox"/>
	38	0	0	<input checked="" type="checkbox"/>

Рис. 29 Диалог установки координат точек наблюдения **Locations**

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

Диалог настройки сети модели

После загрузки данных тем или иным способом и выбора системы профилей появляется диалог настройки параметров сети **Mesh constructor**.

Также этот диалог доступен в главном меню программы **Options / Mesh constructor**.

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

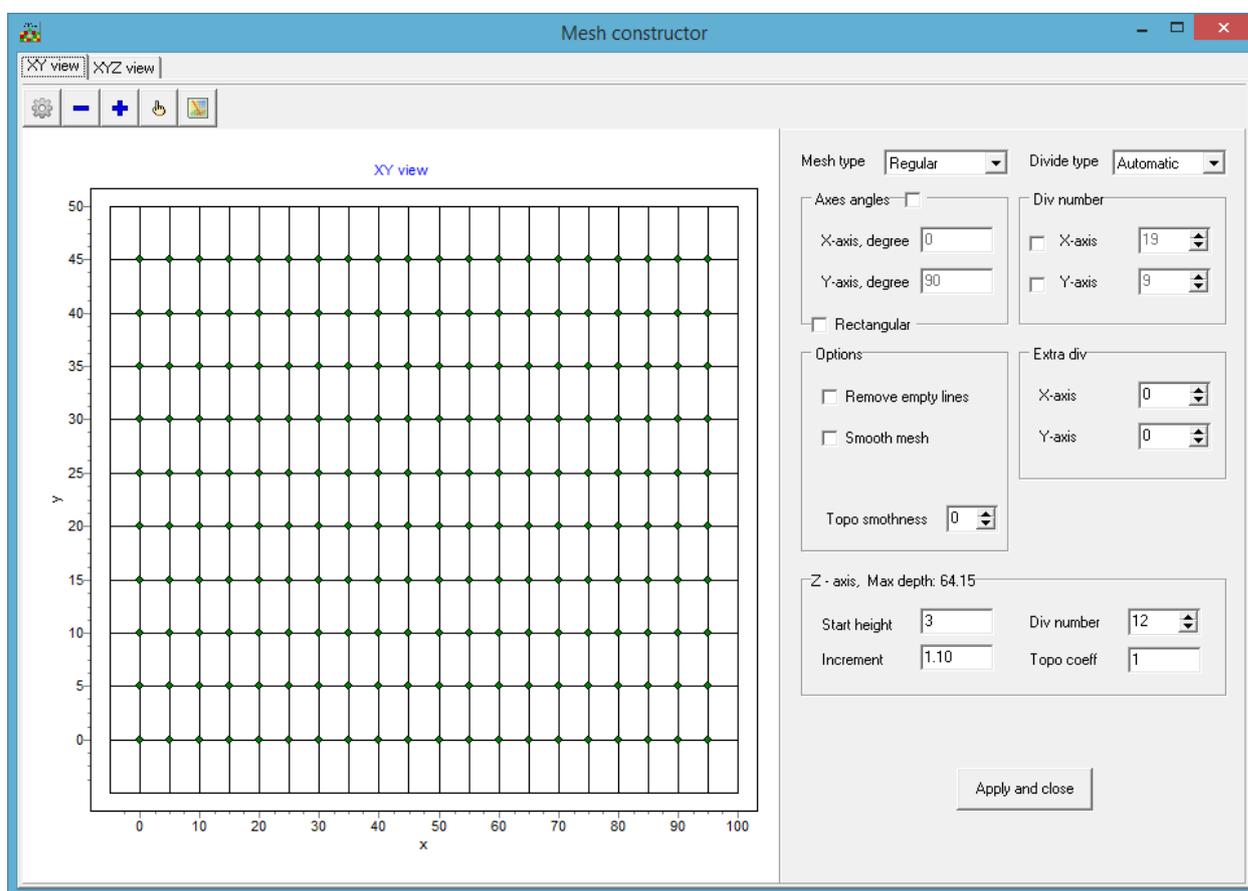


Рис. 30 Диалоговое окно «Mesh constructor», вкладка «XY view»

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

	Перестроить сеть в соответствии с заданными параметрами.
	Удалить строку или столбец сети. Наведите курсор на линию, которую нужно удалить и нажмите левую кнопку мыши. Правой кнопкой мыши вызывается

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

Настройки разбиения сети включают:

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

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

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

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

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

Область **Options**, включающая следующие флажки:

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

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

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

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

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

Область **Z-axis, Max depth**: предназначена для настройки разбиения вдоль вертикальной оси. **Max depth** – указывает глубину нижнего слоя. Следует иметь в виду, что максимальная глубина не должна быть слишком велика, т.к. влияние параметров

разреза с глубиной уменьшается. **Start height** – устанавливает толщину первого слоя. Эта величина должна приблизительно соответствовать длине ячейки и удовлетворять разрешающей способности. **Increment** – устанавливает соотношение между толщиной смежных слоев. Значения этого параметра обычно выбирают в диапазоне от 1 до 2. **Div number** – устанавливает количество слоев модели. Обычно достаточно 12-20 слоев для описания модели. Нежелательно задавать большие значения этого параметра, т.к. это понизит скорость вычислений. **Topo coeff** – задать коэффициент выполаживания формы рельефа с глубиной (0-5). 0 – рельеф каждого последующего слоя повторяет предыдущий. 1 - рельеф выполаживается с глубиной, последний слой – плоский. 5 – граница между первым и вторым слоем пологая. Принцип работы коэффициента показан на рисунке:

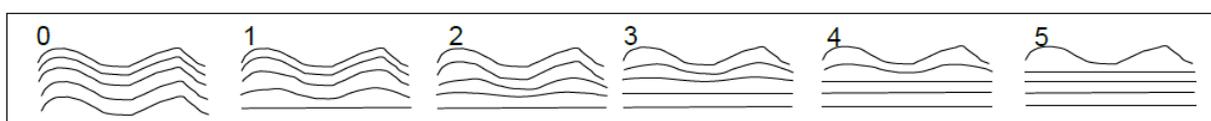


Рис. 31 **Выполаживание слоев модели с глубиной с использованием параметра «Topo coeff» от 0 до 5**

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

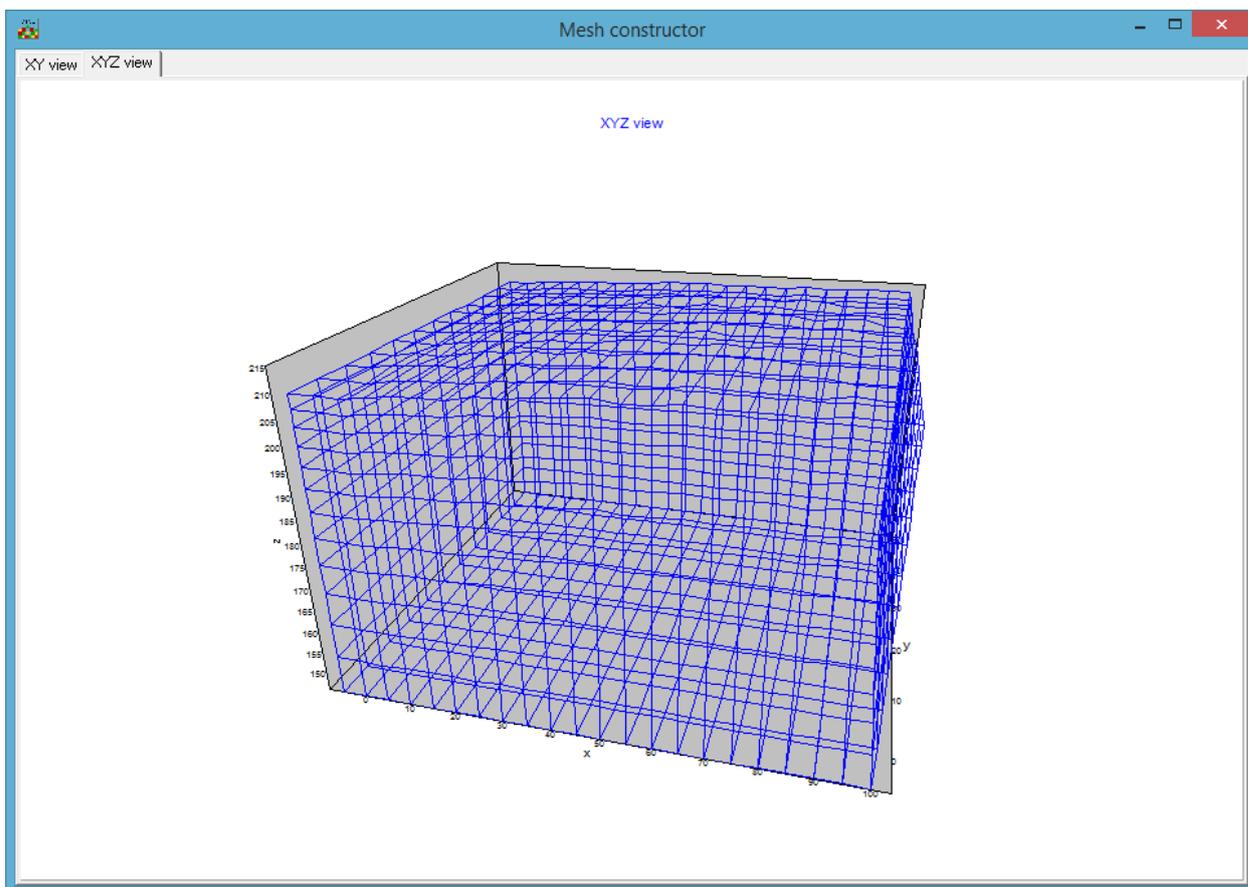


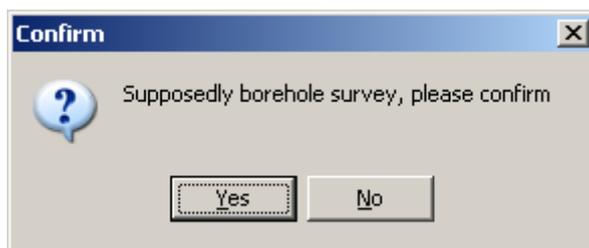
Рис. 32 Диалоговое окно «Mesh constructor», вкладка «XYZ view»

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

Особенности работы ZondST3D с различными типами данных

Данные межскважинной томографии

В данных межскважинной томографии координата Z должна быть отрицательной. При загрузке файла программа автоматически определяет тип данных, и в случае скважинных данных появится запрос на подтверждение:



В появившемся окне **Mesh constructor** в области разбиения вертикальной оси Z-axis должен быть установлен тип оси **Borehole**. В этом случае программа автоматически разбивает вертикальную ось, опираясь при этом на число приемников.

Пример 3D модели для проекта с данными межскважинной томографии показан на рис.33. Для отображения всех источников/приемников необходимо поставить галочку в настройках 3D модели **Show/Survey points**.

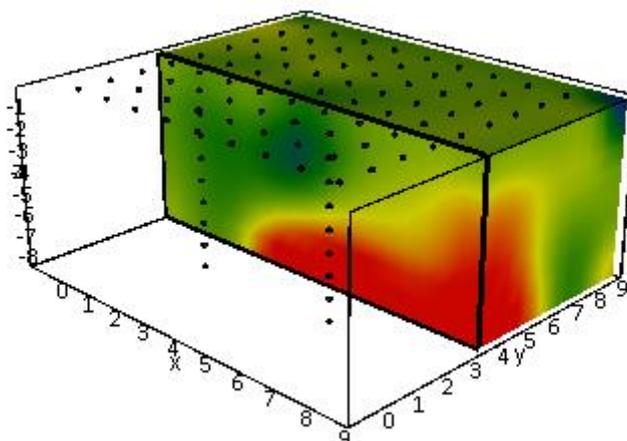


Рис. 33 Пример 3D модели для данных межскважинной томографии.

Данные акваторных измерений

При выборе типа данных **Underwater** в главном меню программы появится дополнительный пункт **Options/Inversion/Underwater options**. Содержит следующие опции:

Velocity	Задать скорость в воде
Invert	При интерпретации данных акваторных работ желательно иметь данные о скорости в воде. В случае их отсутствия включите данную опцию для подбора скорости воды
Sublayers number	Установить количество разбиений водного слоя. Количество разбиений задается исходя из толщины водного слоя

Визуализация данных

В программе существует возможность отображать кажущиеся параметры в виде псевдореза **Options/Data/Pseudo-section**, и в виде планов графиков **Options/Data/Graphics-plot** по профилям. Текущий профиль можно выбирать из списка  на панели задач, номер профиля соответствует индексу **Prof** в файле данных.

При первичной оценке результатов трехмерной съемки, ввиду большого объема данных, как правило, применяют математические алгоритмы. По псевдорезам и планам графиков можно в этом случае лишь выборочно оценить сходимость наблюдаемых и теоретических параметров в результате инверсии.

План графиков

План графиков служит для отображения значений вдоль профиля, в форме графиков. План графиков служит для отображения значений годографов первых вступлений **Options/Data/Time arrivals** и кажущихся скоростей **Options/Data/Apparent velocity** вдоль профиля, в форме графиков. В режиме Attenuation отображаются графики амплитуд.

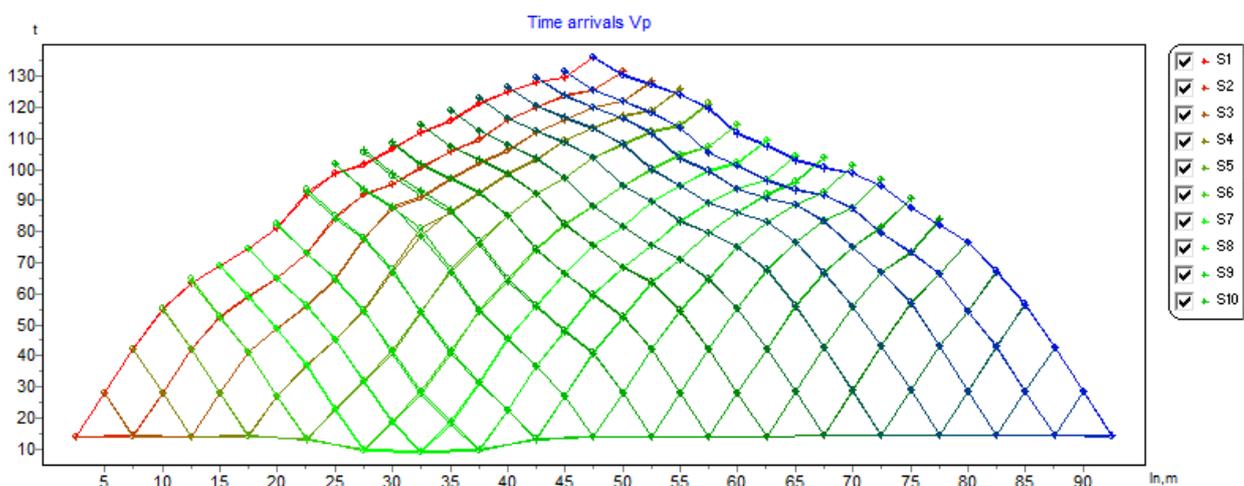


Рис. 34 Графики первых вступлений

При нажатии левой кнопки мыши на точке графика производятся следующие действия: убираются остальные графики и отображаются положения источника/приемника для активной точки (до отпускания кнопки мыши). Редактирование измеренных значений производится путем перетаскивания точки графика с нажатой правой кнопкой.

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

клавишей SHIFT на интересующей оси. Редактор легенды для графиков можно вызвать щелчком правой кнопки мыши с нажатой клавишей SHIFT на легенде справа от графика.

Выделение одного и соответственно удаление остальных графиков производится кнопкой мыши на легенде с нажатой клавишей SHIFT. При повторном нажатии производится обратная операция.

Для прокрутки графиков используется колесо мыши. Для этого необходимо выделить несколько соседних графиков (на легенде) и крутить колесо мыши, поместив курсор на легенду. Индексы активных графиков будут меняться. При нажатии правой кнопки мыши на точке графика – измерение будет выделено в таблице.

Псевдоразрез

Псевдоразрез в первом приближении отражает распределение параметра вдоль профиля с глубиной.

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

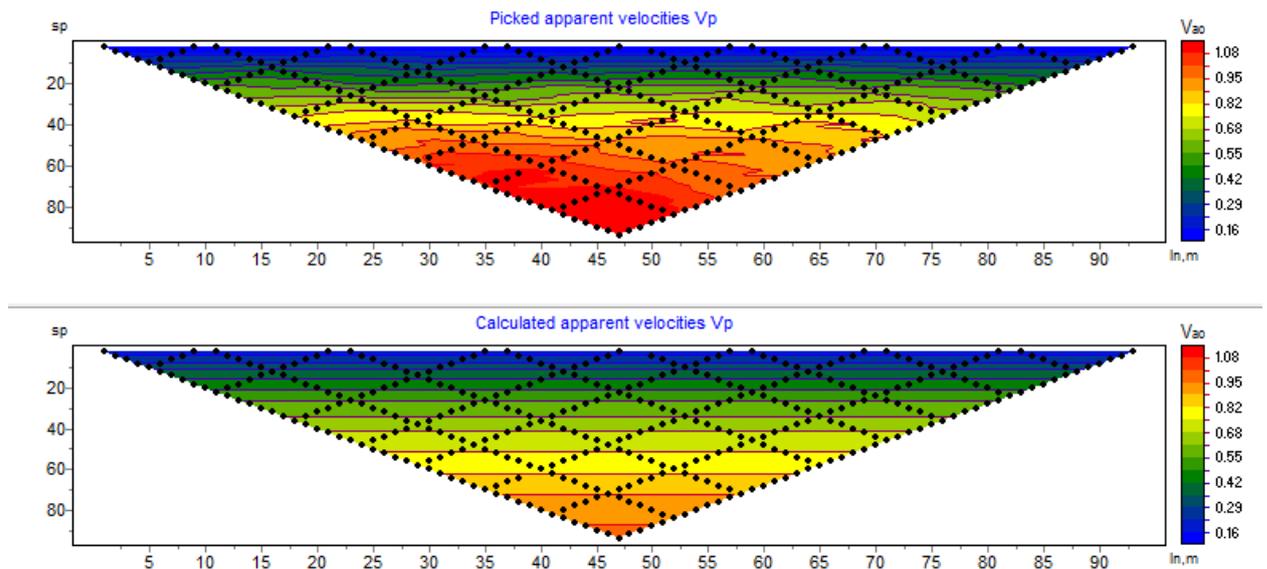


Рис. 35 Псевдоразрезы кажущейся скорости: измеренные и рассчитанные значения

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

Log data scale	Использовать логарифмический масштаб для цветовой шкалы.
Smooth mode	Использовать гладкую интерполяционную палитру/контурный разрез.
Display grid point	Показывать метки точек измерений.
Display ColorBar	Показывать цветовую шкалу.
Setup	Вызвать диалог настройки параметров псевдоразреза.
Print preview	Распечатать псевдоразрез.
Save picture	Сохранить псевдоразрез в графический файл *. emf.
Save XYZ file	Сохранить псевдоразрез в DAT-файл.
X:Y=1:1	Установить одинаковые масштабы по горизонтальным осям

Default	Установить параметры псевдореза равными значениям по умолчанию.
---------	---

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

Увеличение отдельного участка или его перемещение осуществляется в режиме с нажатой кнопкой (инструмент – “резиновый прямоугольник”).

Карта изолиний для определенного разноса

В рабочем окне программы под трехмерной моделью отображается срез данных. Может отображаться распределение наблюдаемого параметра (**Options/Data/Observed**), теоретически рассчитанного (**Options/Data/Calculated data**) параметра или значения невязок (**Options/Data/Misfit**) по площади (рис.36). Разнос среза можно менять с помощью списка  на панели задач.

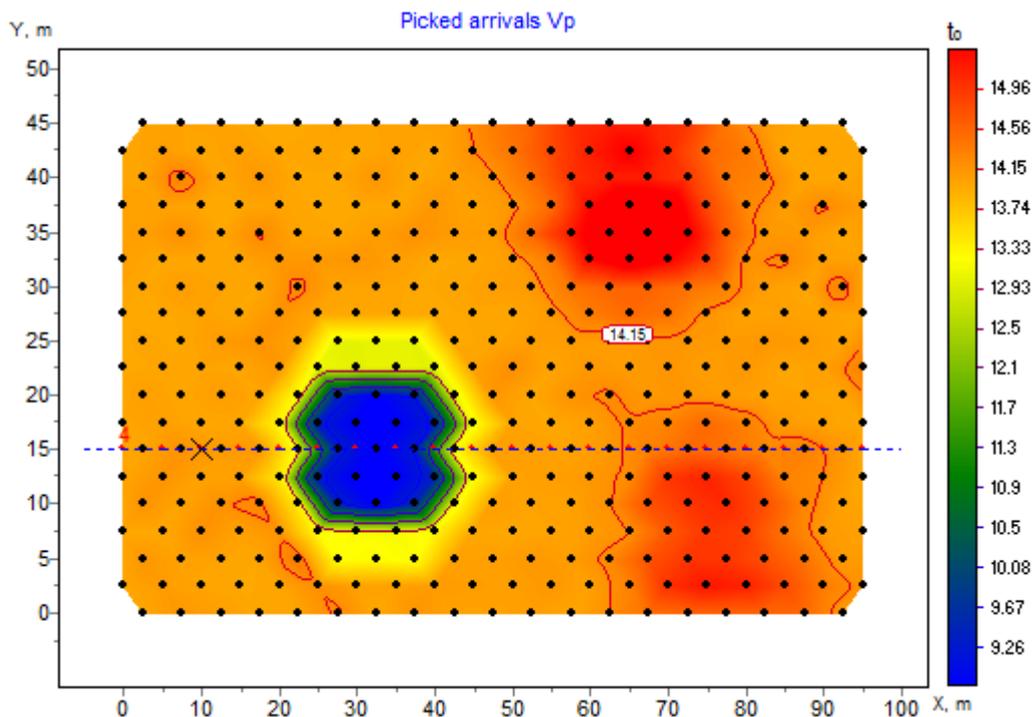


Рис. 36 Пример карты изолиний

На плане изолиний красными точками отображается положение профиля, графики (псевдорезы) которого показаны в области визуализации профильных данных (правое верхнее окно программы). Синей линией показано текущее положение среза 3D модели.

Положение скважины на плане изолиний отображается черным крестиком.

Положение источников/приемников активной точки показывается при нажатии правой кнопкой мыши на точку карты изолиний.

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

Log data scale	Использовать логарифмический масштаб для цветовой шкалы.
Smooth mode	Использовать гладкую интерполяционную палитру/контурный разрез.
Display grid point	Показывать метки точек измерений.
Display ColorBar	Показывать цветовую шкалу.
Setup	Вызвать диалог настройки параметров плана изолиний.
Print preview	Распечатать план изолиний.
Save picture	Сохранить план изолиний в графический файл *.bmp, *.png.
Save XYZ file	Сохранить план изолиний в текстовый файл *.dat.
X:Y=1:1	Установить одинаковые масштабы по горизонтальным осям.
Load background	Загрузить изображение в качестве подложки (графический файл).
Load bingmap	Загрузить спутниковую карту в качестве подложки.
Remove background	Удалить текущую подложку.
Draw in Surfer	Построить карту в Golden Software Surfer.
Copy BG from model	Эта опция доступна, если выбран срез XY. В этом случае графическое изображение текущего среза можно использовать как подложку карты изолиний.

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

Опция *Load bingmap* позволяет загрузить карту с сервиса Bing в соответствии с заданными координатами точек. После выбора данной опции появится окно UTM zone (рис. 38), где, соответственно, необходимо выбрать номер зоны.

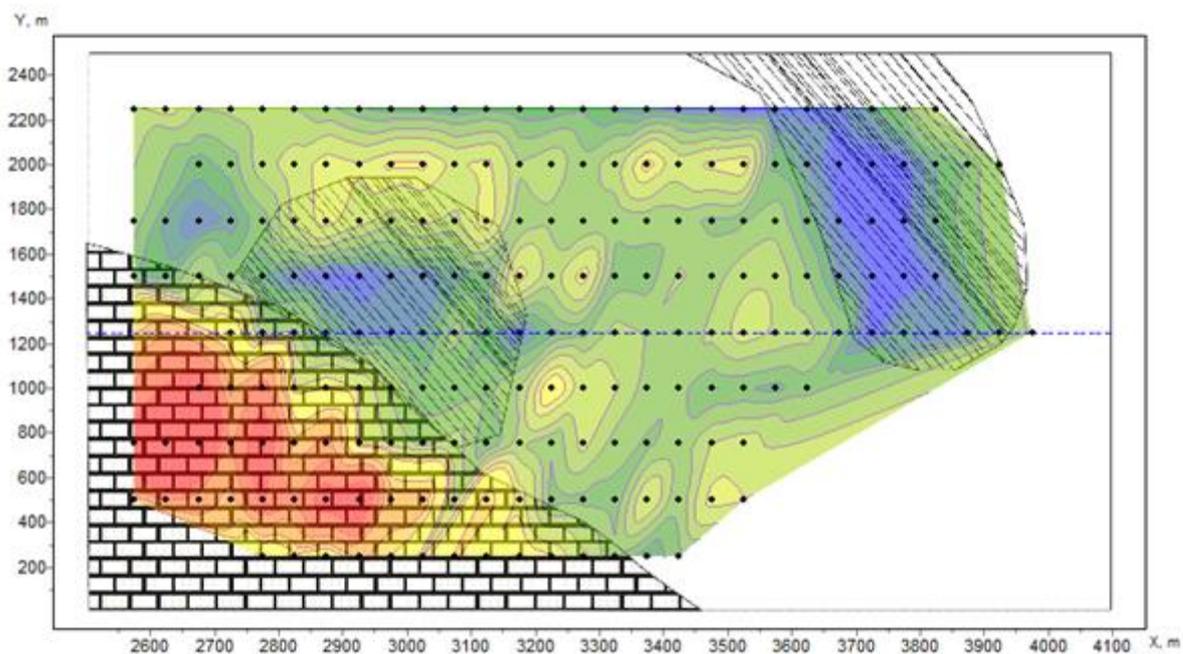


Рис. 37 Пример совмещения плана изолиний измеренных данных и геологической карты участка

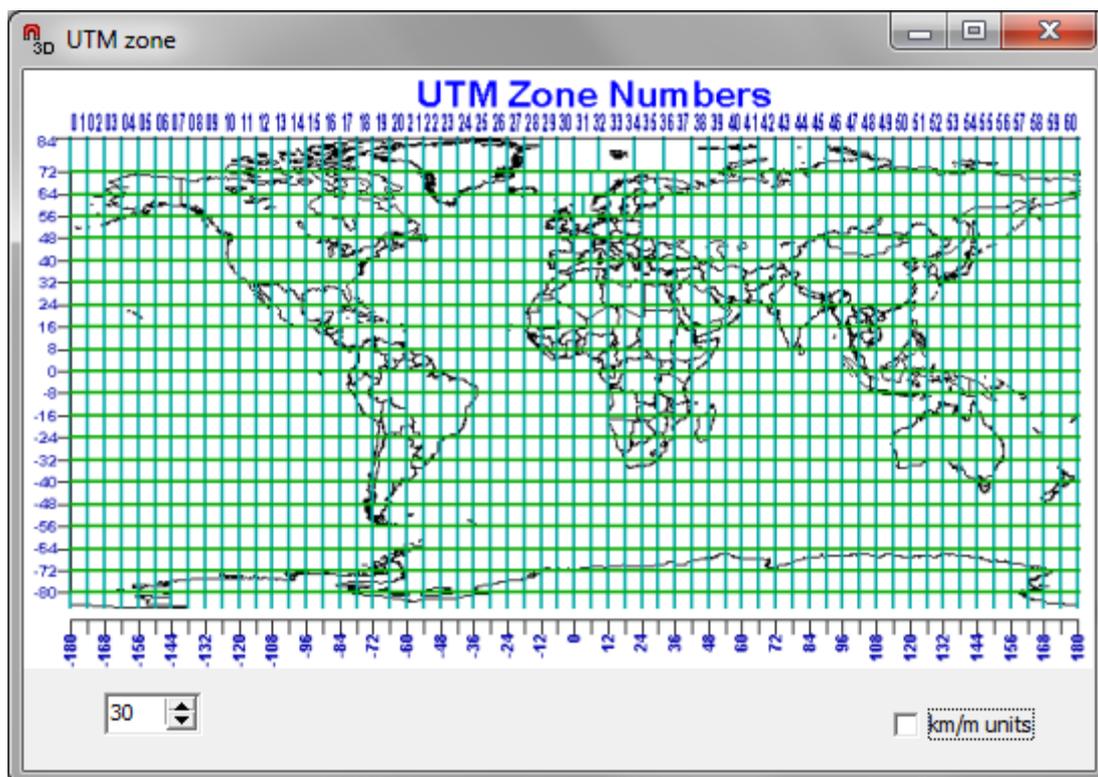


Рис. 38 Диалог выбора зоны UTM zone

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

Моделирование

Моделирование – важный процесс, предваряющий полевые работы. Он позволяет выбрать оптимальные параметры системы измерений для решения поставленной геологической задачи. Вооружившись априорной информацией об объекте исследований, интерпретатор может промоделировать различные геологические ситуации, планируя геофизические работы.

Программа **ZondST3D** позволяет моделировать данные сейсмотомографии в трёхмерном варианте (3D) с учетом рельефа. Необходимыми входными данными для проведения моделирования являются геометрия системы наблюдений и модель среды. Программа позволяет создавать модели трех параметров: скорость и анизотропия скорости (времена первых вступлений) и параметр затухания (амплитуды). Для перехода в тот или иной режим моделирования используется подраздел меню **Options/Model/Parameter**. Для моделирования амплитуд, предварительно должна быть рассчитана прямая задача для модели скоростей.

Режим моделирования анизотропии скоростей доступен только для вычислительной схемы с постоянной скоростью внутри ячейки.

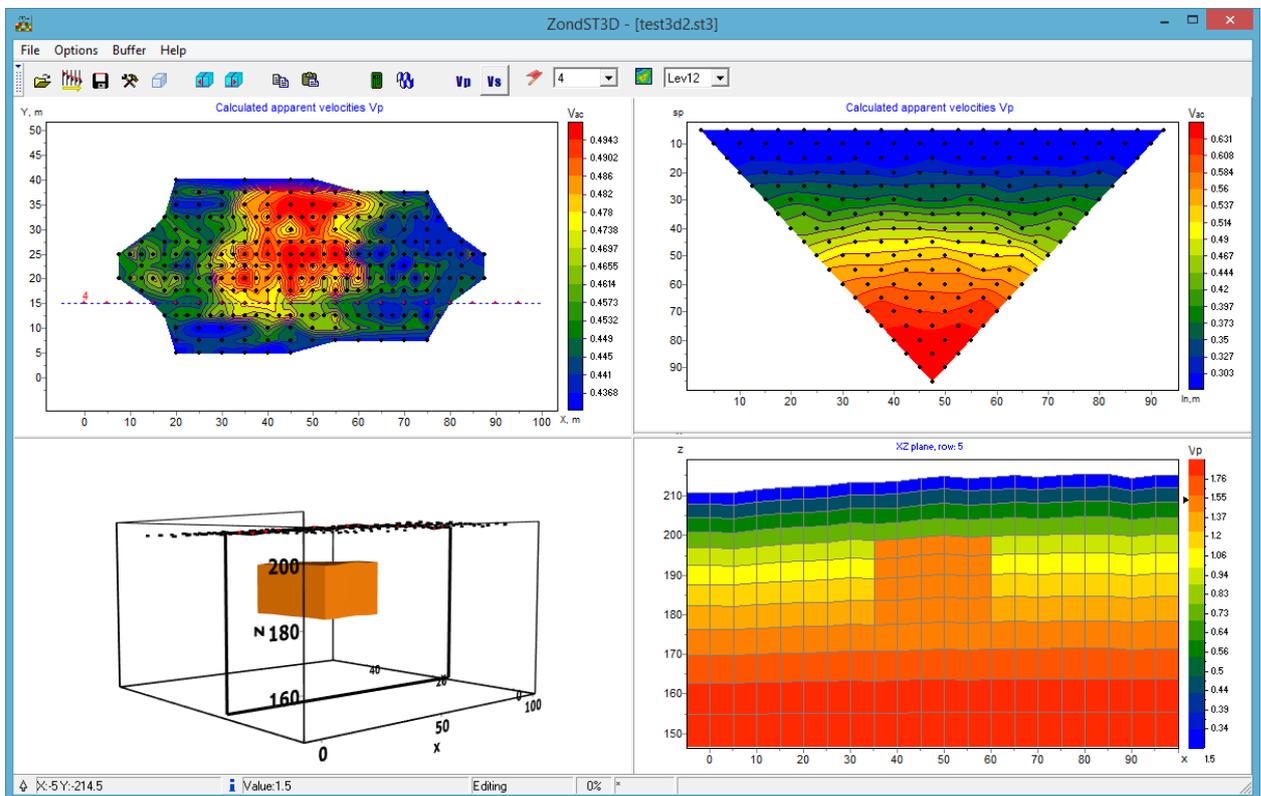


Рис. 39 Главное окно программы в режиме моделирования

Решение прямой задачи сейсмотомографии

В программе реализованы три варианта решения прямой задачи, т.е. расчета траекторий сейсмических лучей в произвольной трехмерной среде. Выбор алгоритма осуществляется опцией *Calculation scheme* в окне настроек программы (**Program setup** ).

В первом случае (*Velocity const for cell*), среда разбита набором ячеек с заданной постоянной скоростью. Это означает, что луч проходит внутри ячейки с постоянной скоростью. Данный алгоритм продуцирует наименее гладкое лучевое покрытие.

Во втором варианте (*Velocity const for node*), среда разбита набором узлов с заданной скоростью, между которыми ее значение меняется линейно. Этот способ имеет более гладкое лучевое покрытие по сравнению с предыдущим. Некоторую проблему представляет обратный переход от значений скоростей в узлах к ячеистой модели (после инверсии). Данная процедура слегка сглаживает значения скоростей и увеличивает невязку.

Дополнительный способ *Quick velocity const for cell* – реализует ускоренную схему расчета варианта *Velocity const for cell*. Такой расчет менее стабилен и может приводить к ошибкам в вычислениях, но быстрее первых двух.

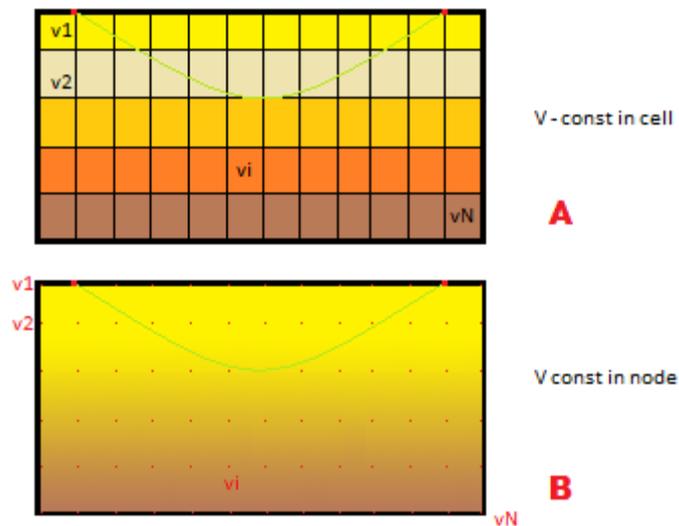


Рис. 40 Варианты задания скорости.

Опция *Accuracy (subnodes per cell)* контролирует точность вычислений для всех трех способов. Она устанавливает количество промежуточных вычислительных узлов модели, то есть определяет точность в размерности длины. Обычно достаточно 3-5 узлов для точного решения задачи. Следует отметить, что скорость вычислений (а также объем используемой памяти) напрямую связана с данным параметром. То есть чем выше точность, тем ниже скорость.

Опция *Maximum rays deviation* предназначена для ограничения области расчета траектории луча. Эта опция определяет, насколько луч между источником и приемником может отклониться от прямолинейной траектории. Задается в долях единицы: 0 – луч не может отклониться от прямолинейной траектории, 1 – может отклониться на полурасстояние между источником и приемником. Обычно выбирается значение 0.3-0.6.

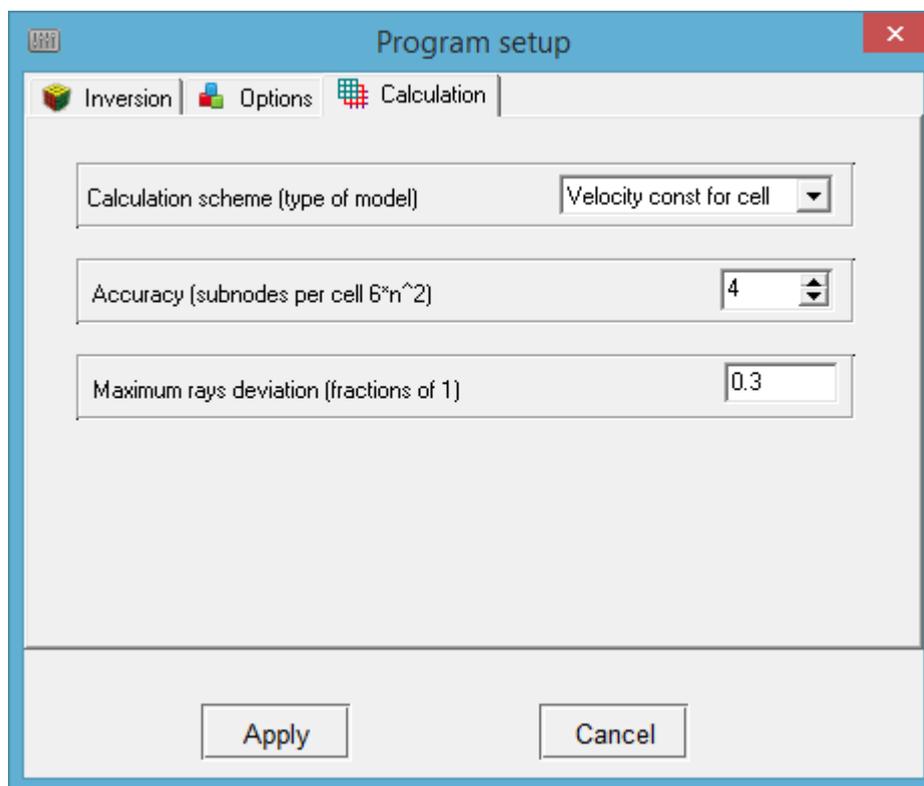


Рис. 41 Диалоговое окно «Program setup», вкладка «Calculation»

Контроль качества прямой задачи осуществляется двумя способами:

Невязка взаимных времен теоретических годографов. Если взаимные времена таких измерений сильно отличаются, то следует увеличить значение параметра *Maximum rays deviation*.

Отличие значений кажущихся скоростей от скорости вмещающей среды (гомогенное полупространство без рельефа). Если кажущиеся скорости измерений сильно отличаются, то следует увеличить значение параметра *Accuracy*.

Следует отметить, что особенностью *Shortest path* алгоритма является то, что параметр *Accuracy* сильнее влияет на скорость вычислений, чем количество ячеек модели. Т.е. выгоднее сделать более плотную сеть модели.

Редактирование модели

Редактирование сейсмической (или модели анизотропии, затухания) среды выполняется в области *редактора модели* – нижняя правая графическая секция окна программы в режиме **Options / Model / Block-section**.

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

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

«Alt+1» – срез в плоскости XZ;

«Alt+2» – срез в плоскости YZ;

«Alt+3» – срез в плоскости XY.

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

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

Display cell setup	Вызвать диалог настройки параметров ячейки.
Cell to cursor value	Использовать параметр активной ячейки в качестве текущего значения.
Edit mode	Включить режим редактирования.
Selection \ Free form selection	Выделить набор ячеек в пределах области редактирования с помощью мыши. Область имеет заданные пользователем границы.
Selection \ Rectangular selection	Выделить набор ячеек в пределах области редактирования с помощью мыши. Область имеет прямоугольную форму.
Selection \ Elliptical selection	Выделить набор ячеек в пределах области редактирования с помощью мыши. Область имеет эллиптическую форму.

Selection \ Magic wand	Выделить набор ячеек в пределах области редактирования с помощью мыши. Выделяются активная ячейка и ячейки смежные с нею, параметры которых близки к ее параметру. Степень близости задается в диалоге настройки параметров модели.
Selection \ Remove selection	Удалить выделение.
Clear model	Очистить текущий срез.

Нажатие левой кнопки мыши по ячейке меняет ее параметр на текущий.

Увеличение отдельного участка или его перемещение осуществляется в режиме **Zoom&Scroll** с нажатой кнопкой. Для выделения участка, который необходимо увеличить, курсор мыши перемещается вниз и вправо, с нажатой левой кнопкой. Для возвращения к первоначальному масштабу производятся те же действия, но мышь движется вверх и влево.

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

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

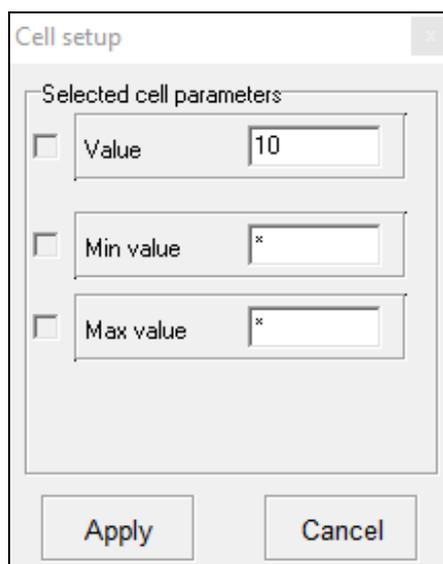


Рис. 42 Диалоговое окно «Display Cell setup»

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

Value – устанавливает значение параметра ячейки.

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

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

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

Верхняя область над моделью	Display model mesh	Указывает, нужно ли изображать сеть.
	Display objects border	Указывает, нужно ли изображать границу объекта.
	Display color bar	Указывает, нужно ли изображать цветовую шкалу.
	Setup	Вызвать диалог настройки параметров модели.
	Zoom&Scroll	Включить режим увеличения и прокрутки.
	Print preview	Распечатать модель.
	X:Y=1:1	Установить одинаковые масштабы по горизонтальной и вертикальной оси.
Цветовая шкала	Set range	Задать минимальное и максимальное значения цветовой шкалы.
	Automatic	Автоматически определить минимальное и максимальное значения цветовой шкалы исходя из параметров среза (в качестве пределов шкалы выбираются минимальное и максимальное значения параметра модели).
	Log scale	Логарифмическая масштаб цветовой шкалы.
	Smooth image	Показать модель в гладкой интерполяционной палитре.
	Set cursor value	Установить курсор на определенное значение на шкале.

Сохранение и использование модельных данных

Для того чтобы использовать рассчитанные значения в качестве полевых данных при инверсии, нужно сохранить результат в режиме **Calculated data**. Данные сохраняются в текстовый файл. После этого можно открыть сохранённый файл как наблюдаемые данные. В качестве альтернативы, можно воспользоваться опцией **Project with calculated**, но перед инверсией необходимо будет, очистить текущую модель. Для экспорта результатов 3D моделирования в 2D используется опция **Export line to st(2D)**.

Далее можно выполнить инверсию таких данных и проанализировать отличия восстановленной модели от оригинальной. Этот механизм позволяет тестировать системы наблюдений и проверять различные гипотезы.

Инверсия данных

В программе можно выполнять как инверсию отдельно для моделей VP, VS, анизотропии и затухания, так и совместную инверсию Vp и Vs (опция **Options / Inversion / Cross-gradient**).

Диалог настройки параметров инверсии

Диалог настройки параметров инверсии можно вызвать с помощью кнопки  или пункта меню **Option/Program setup**.

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

Вкладка **Inversion** предназначена для настройки параметров инверсии (рис.43).

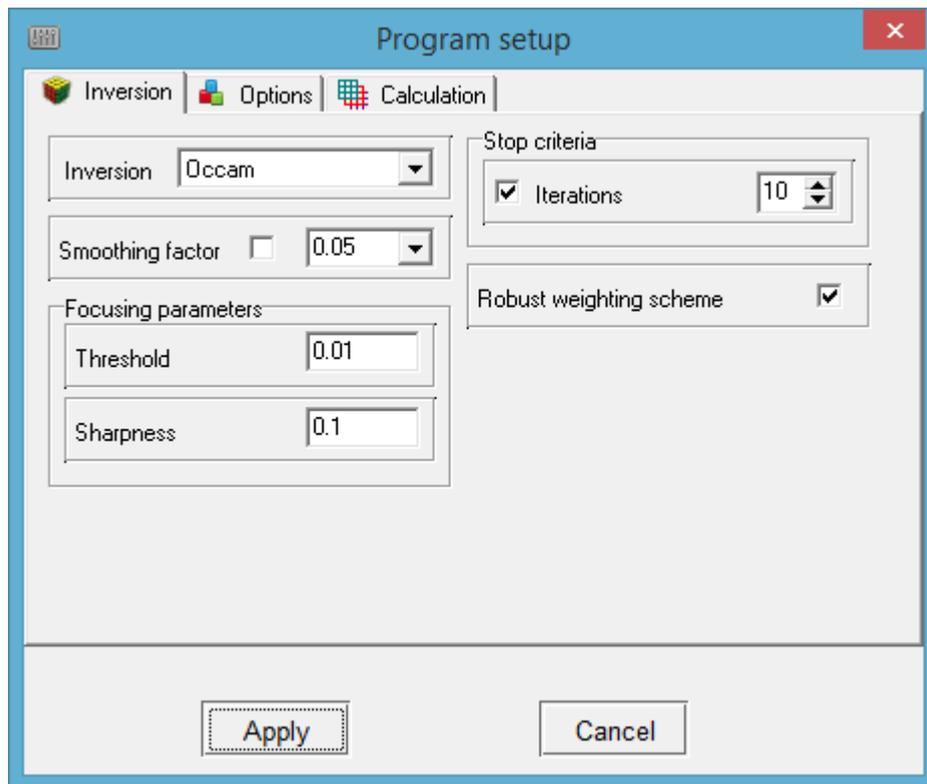


Рис. 43 Диалоговое окно **Program setup**, вкладка **Inversion**

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

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

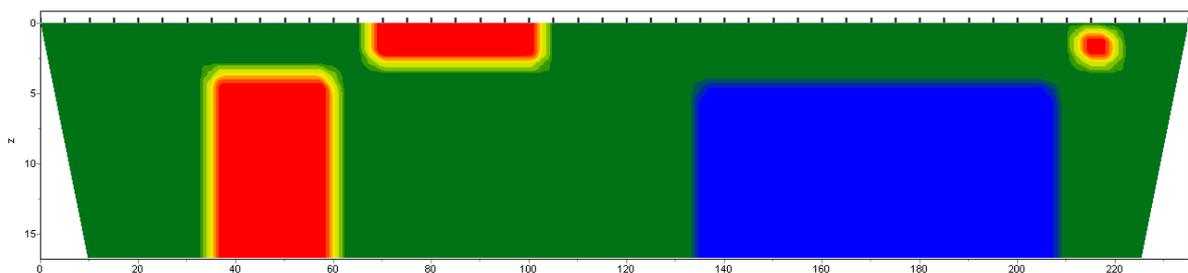


Рис. 44 Тестовая модель среды

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

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

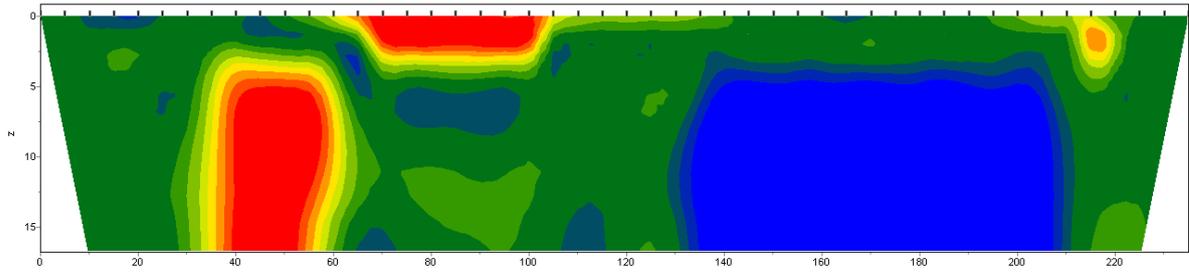


Рис. 45 Восстановленная модель в результате инверсии **Smoothness constrained**

Матричное уравнение для данного варианта инверсии выглядит следующим образом:

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

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

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

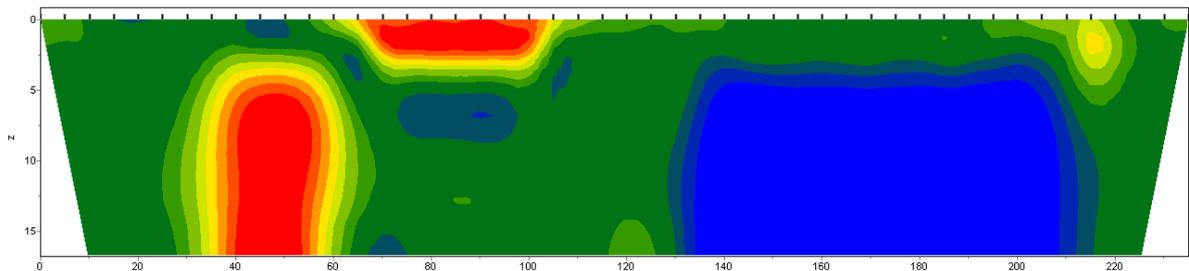


Рис. 46 Восстановленная модель в результате инверсии **Oscam**

Матричное уравнение для данного варианта инверсии выглядит следующим образом:

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

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

Marquardt – классический алгоритм инверсии по методу наименьших квадратов с регуляризацией демпфирующим параметром (**Ridge regression**) [Marquardt, 1963]. При малом количестве параметров разреза, алгоритм позволяет получать контрастную модель среды (см. рисунок ниже).

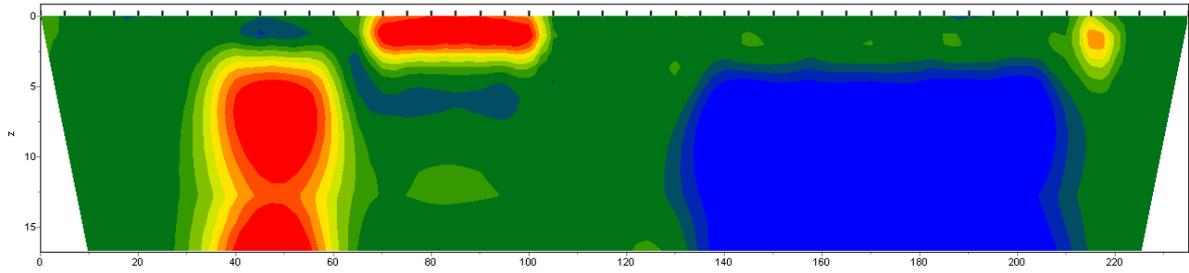


Рис. 47 Восстановленная модель в результате инверсии *Marquardt*

Матричное уравнение для данного варианта инверсии выглядит следующим образом:

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

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

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

Blocks – подбор параметров отдельных областей различающихся по параметру. Области с одинаковым параметрами рассматриваются как единые блоки (см. рисунок ниже).

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

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

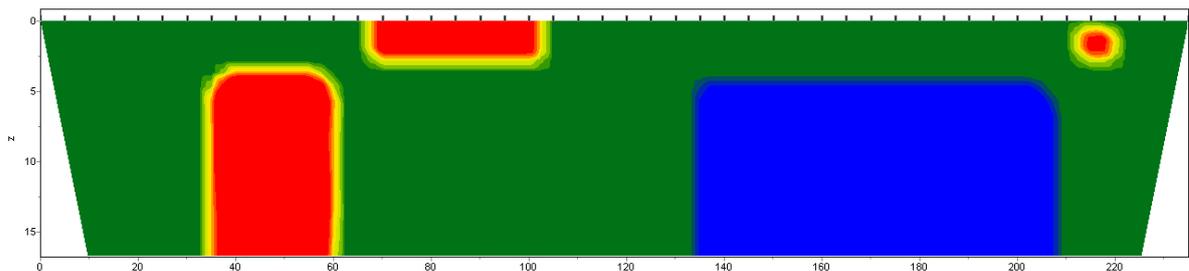


Рис. 48 Восстановленная модель в результате инверсии *Blocks*

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

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

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

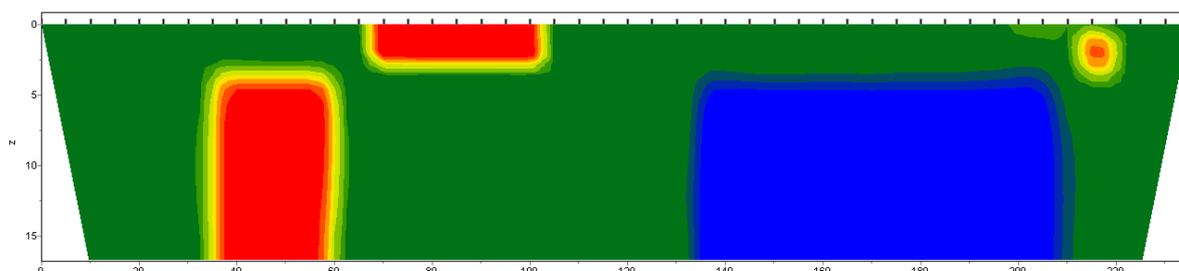


Рис. 49 Восстановленная модель в результате инверсии **Focused**

Матричное уравнение для данного варианта инверсии выглядит следующим образом:

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

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

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

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

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

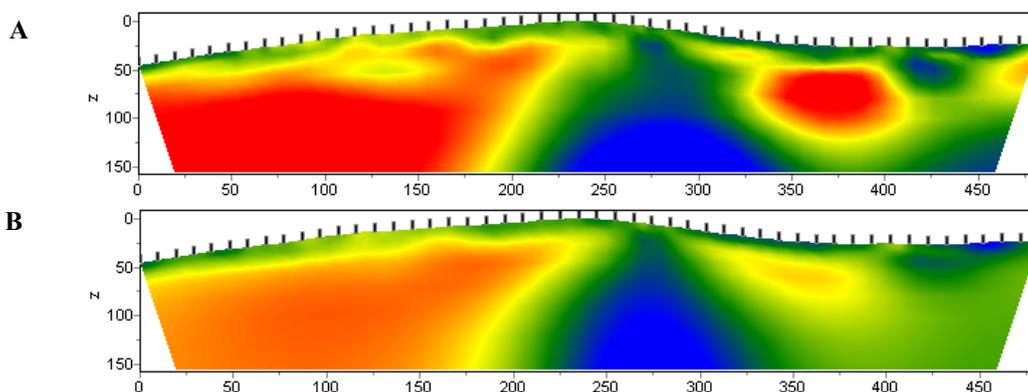


Рис. 50 модели в результате инверсии *Occam* параметром *smoothing factor*: 0.01 (А) и 1.0 (В).

Robust weighting scheme – эту опцию следует включать если в данных присутствуют отдельные сильные выскоки, связанные с систематическими ошибками измерений. Если количество брака в данных сопоставимо с количеством качественных измерений данный алгоритм может не дать положительных результатов.

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

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

Область **Focusing parameters**.

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

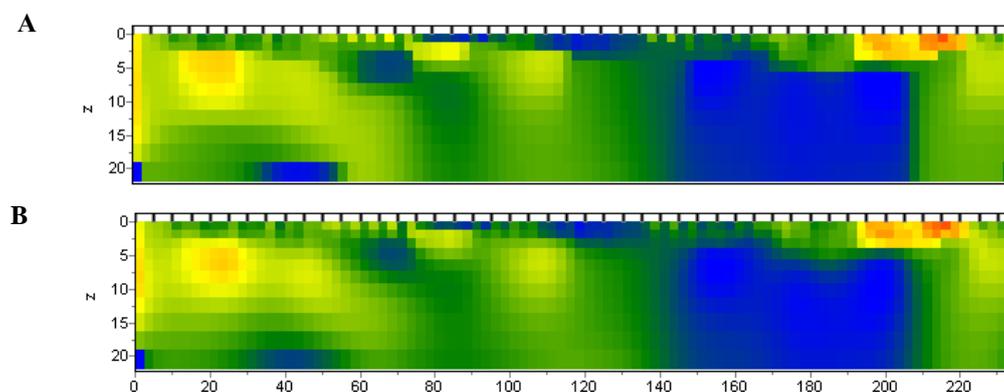


Рис. 51 модели в результате инверсии *Focused* с параметром **Threshold: 0.01 (A)** и **0.1 (B)**

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

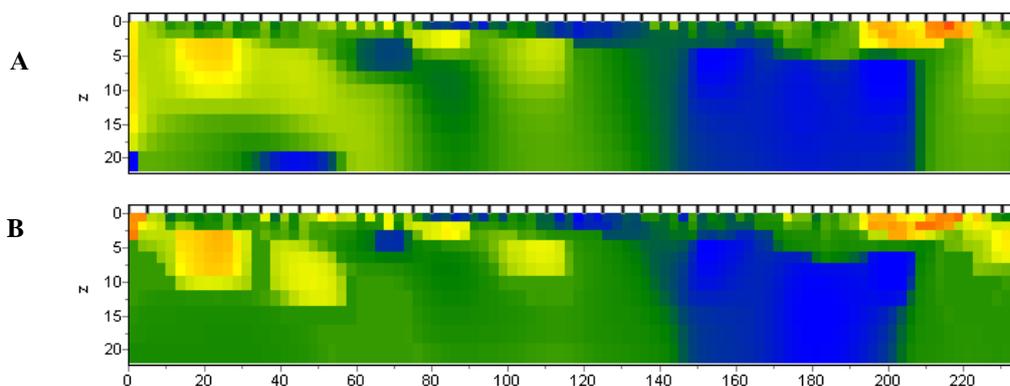


Рис. 52 модели в результате инверсии *Focused* с параметром **Sharpness: 0.8 (A)** и **0.2 (B)**

Вторая вкладка **Options** предназначена для настройки дополнительных параметров инверсии (рис.53).

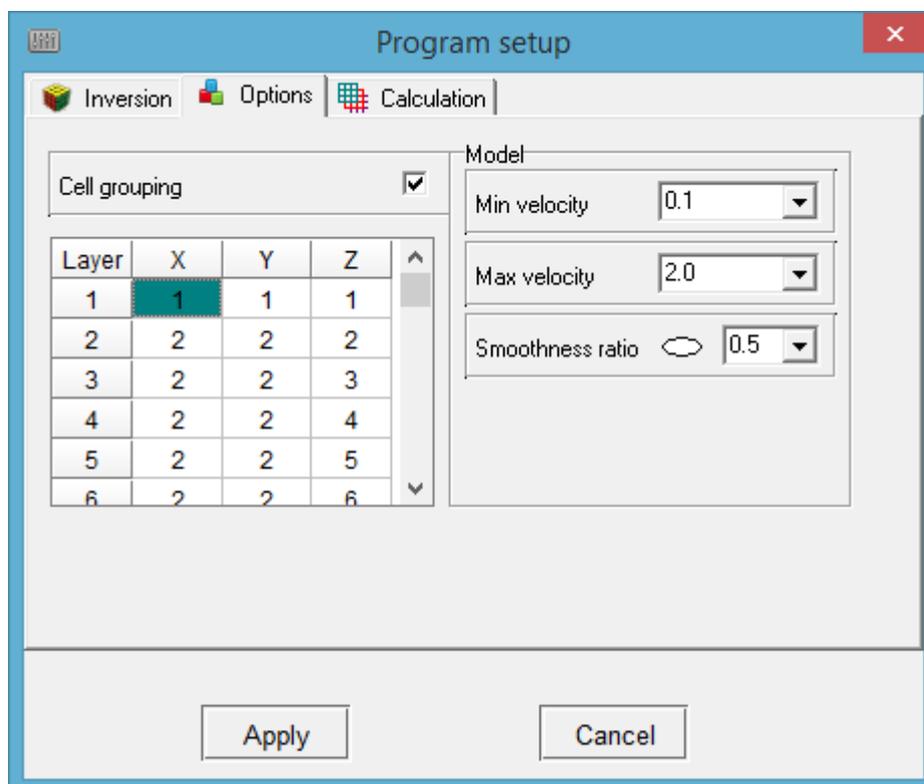


Рис. 53 Диалоговое окно **Program setup**, вкладка **Options**

Область **Model**

Min, Max (velocity, V_x/V_z , Q) – устанавливает пределы изменения параметров модели при инверсии.

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

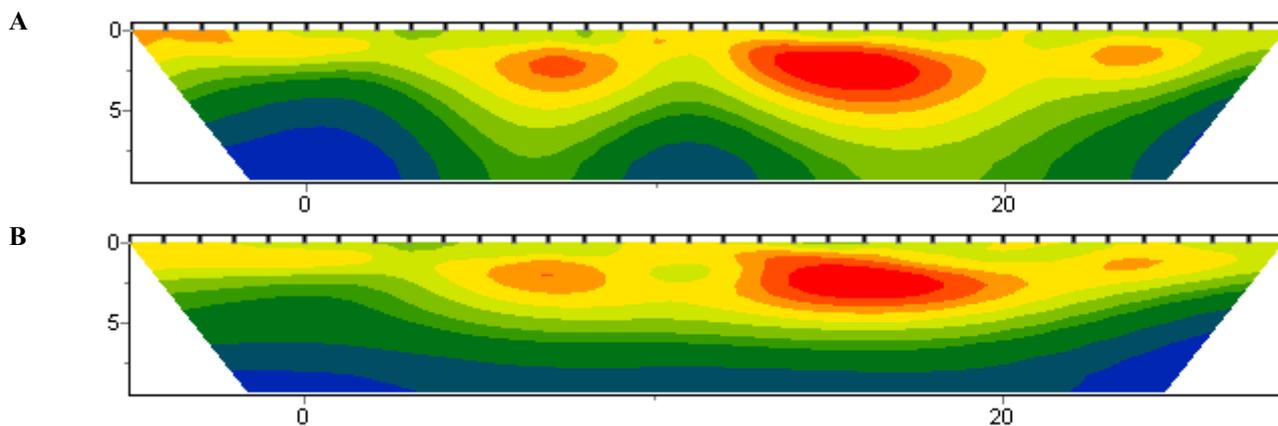


Рис. 54 Модели в результате «гладкой» инверсии с параметром **Smoothness ratio: 1 (A) и 0.3 (B)**

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

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

Ниже приведены примеры трех инверсионных сетей для XZ среза модели: в первой, инверсионная сеть соответствует модельной (рис.55A), во второй, начиная со второго слоя, ячейки объединены в группы по две (рис. 55B), в третьей, начиная со второго слоя, ячейки объединены в группы по четыре ячейки (рис.55C).

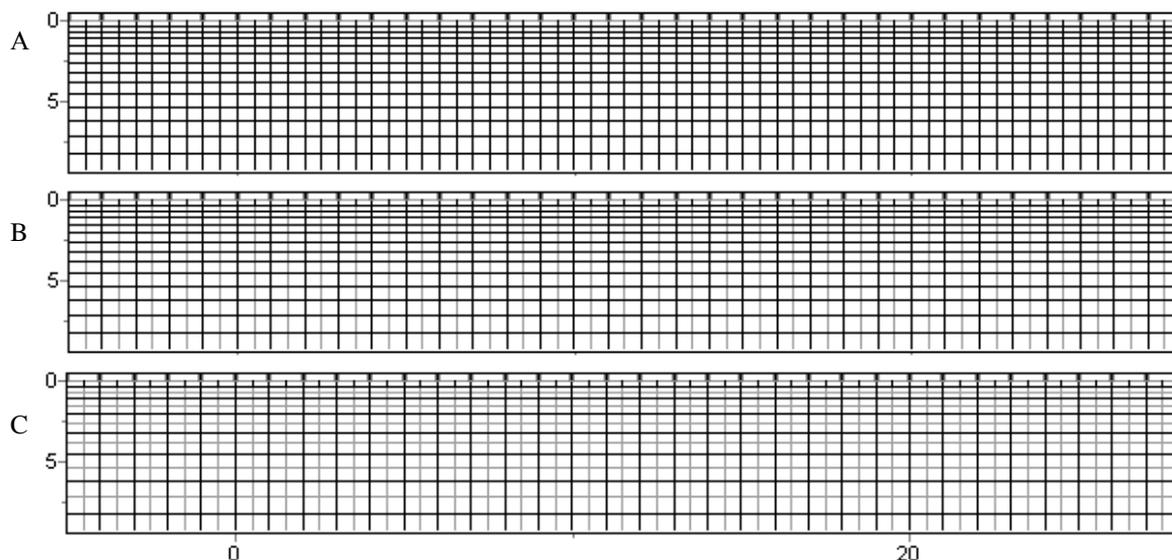


Рис. 55 Примеры инверсионных сетей.

Настройки вкладки **Calculation** описаны в разделе **Моделирование**.

Режим моделирования и инверсии анизотропии

В настоящий момент в программе реализован простой вариант учета анизотропии сейсмических скоростей. При расчете используются разные значения скорости элемента разреза в вертикальном и горизонтальном направлении. Учет анизотропии оказывает особо сильное влияние на результаты межскважинных измерений.

Программа восстанавливает среднее значение скорости и отношение V_{xy}/V_z в режиме с постоянной скоростью в ячейке. Для расчета анизотропии выберите функцию *Invert Anisotropy* во вкладке Options/Inversion главного меню программы.

Следует быть осторожным при одновременном подборе средней скорости и параметра анизотропии, т.к. он дает дополнительную степень свободы (усиливает эквивалентность) решению. То есть лучше всего использовать данный режим в том случае, если вы уверены, что в разрезе присутствуют породы, характеризующиеся анизотропией.

Режим Attenuation tomography

Режим *Attenuation tomography* предназначен для восстановления параметра затухания Q среды. Для доступа к данному модулю необходимо выбрать опцию Attenuation в меню Options/Model/Parameter/Attenuation главного меню программы. После этого в меню Options появится дополнительная вкладка Attenuation.

Алгоритм расчета предполагает, что предварительно была решена обратная задача для сейсмических скоростей и лучевое покрытие известно.

На вход модуля идут следующие параметры – траектории сейсмических лучей, разрез скоростей и амплитуды первых вступлений. Амплитуды автоматически определяются при пикировке годографов первых вступлений. Следует отметить, что для данного алгоритма, более корректно проводить пикировку по максимальным (по модулю) значениям.

Очень важным параметром при инверсии амплитуд является базовая скоростная модель (лучевое покрытие). Поэтому перед запуском процедуры расчета убедитесь, что лучи достаточно полно покрывают разрез по всей площади. Алгоритм инверсии амплитуд использует те же основные настройки, что и томография на рефрагированных волнах. Дополнительным параметром, который необходимо задать перед расчетом, является средняя частота полезного сигнала (*Attenuation/Frequency*). Ее можно оценить визуально или по среднему спектру сейсмограмм. Для запуска процедуры расчета используется кнопка . В ходе итерационного процесса инверсии, в секциях модели будет отображаться модель параметра Q, в верхней части – наблюдаемые и расчетные графики амплитуды.

Оценка невязки в результате инверсии

Экспресс-оценку результата инверсии можно дать по значению относительной невязки. Этот параметр отображается в процентах в центральной части строки состояния программы (5-я секция). Как правило, при удовлетворительном качестве данных значение не должно превышать 2-3 %.

Сходимость по каждому измерению между наблюдаемыми и вычисленными значениями можно оценить на плане изолиний или псевдоразрезе, при помощи опции **Options / Data / Data Misfit**.

Оценки невязки позволяют проводить повторную отбраковку данных. Можно исключить данные с большой невязкой при помощи опции **Options / Extra / Remove data with big misfit**.

Априорная информация

Использование графических подложек для 2D и 3D моделей

Наиболее сильными приемами повышения качества интерпретации данных является комплексирование геофизических методов разведки и учёт априорной информации. В программе реализовано несколько способов визуализации априорной информации. С

помощью опции **Options / Import/Export** можно загрузить разнообразную геологическую и геофизическую информацию: модели из проектов других программ Zond, графическое изображение в виде подложки под разрез (например, геологический или разрез сопротивлений) (см. рисунок ниже).

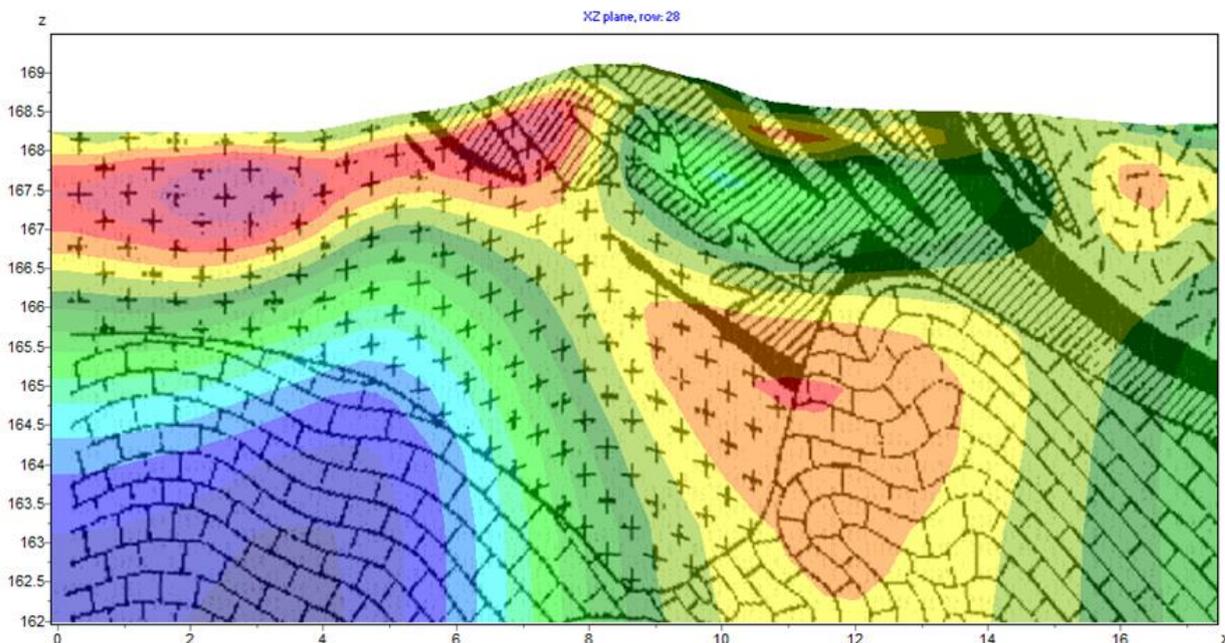


Рис. 56 Пример использования функции «Background 2D»

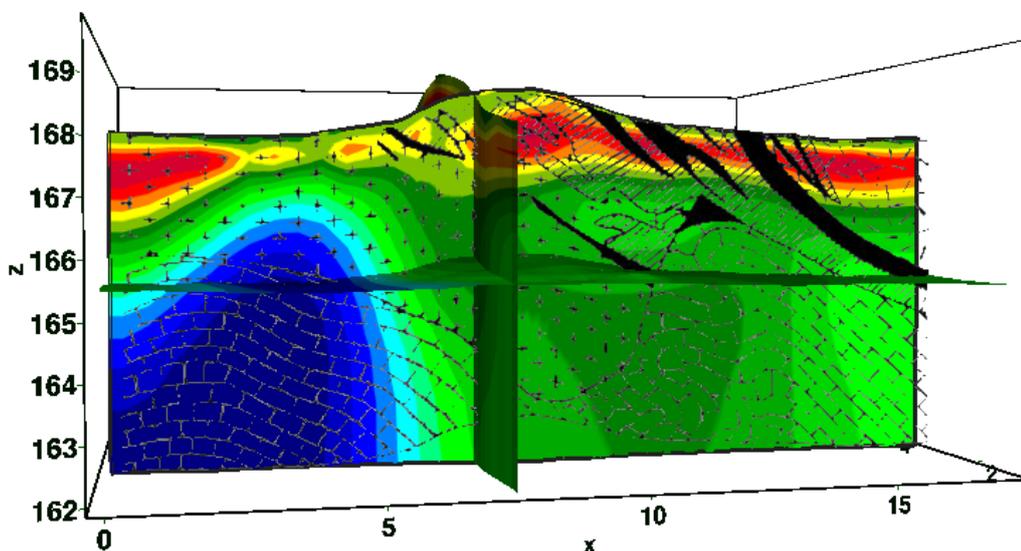


Рис. 57 Пример использования функции «Background 3D»

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

Создание скважинных данных

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

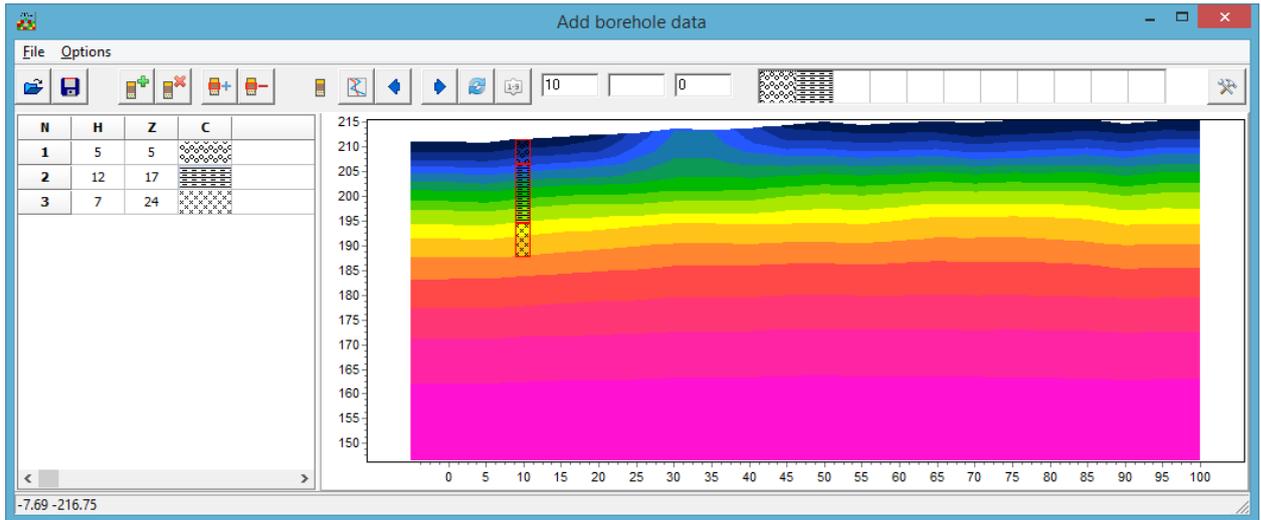


Рис. 58 Модуль добавления данных каротажа и литологии скважин

Панель инструментов диалогового окна содержит следующие кнопки:

	Открыть файл литологии
	Сохранить файл литологии
	Создать новую скважину
	Удалить скважину
	Добавить слой в скважине
	Удалить слой в скважине
	Режим литологических колонок
	Режим каротажных данных
	Перейти к предыдущей скважине
	Перейти к последующей скважине
	Обновить окно прорисовки данных
	Отсортировать скважины по координате
<input type="text" value="30"/>	Устанавливает горизонтальную координату (вдоль профиля)

	Подпись к скважине (не более 5ти символов)
<input type="text" value="1"/>	Угол наклона скважины в плоскости XZ.
	Дополнительные опции

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

Для начала создания файла литологии необходимо нажать кнопку на панели инструментов. После чего в секции слева появится новая таблица. При помощи кнопки необходимо задать нужное число слоев. Далее необходимо отредактировать таблицу, установив значения мощности или глубины подошвы каждого из слоев, а также выбрать тип заливки в соответствии с литологией. Диалог настройки заливки **Pattern Color Editor** вызывается двойным нажатием левой кнопки мыши в столбце **C** окна данных (рис. 59). В программе предлагается богатый выбор литологических заливок. В опции **Color** можно выбрать цвет заливки.



Рис. 59 Окно редактора заливки

После окончания ввода данных по скважине необходимо нажать кнопку и скважина появится в графическом окне. После этого, необходимо задать горизонтальную и вертикальную координаты скважины на панели инструментов в километрах, после чего скважина будет изображаться в соответствии со своими координатами. В графическом окне активная скважина отображается красным цветом.

Для удобства работы с большим количеством скважин в программе имеется возможность создания палитры. Для создания палитры выберите необходимую заливку в

столбце заливок **Окна данных**, после чего щелкните правой кнопкой мыши в области заливок на главной панели программы. Таким путем может быть создан набор заливок, который затем может быть сохранен. Для этого нажмите кнопку  и выберите **Save default palette**. Сохраненный набор заливок может быть использован при создании нового файла данных литологии и каротажа ( - **Load default palette**).

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

После сохранения файла данных будут созданы несколько файлов: ***.crt** – проект модуля, который может быть загружен в программе **ZondST3D** и ***.txt** – файла для каждой скважины, имена соответствуют горизонтальной и вертикальной координате

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

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

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

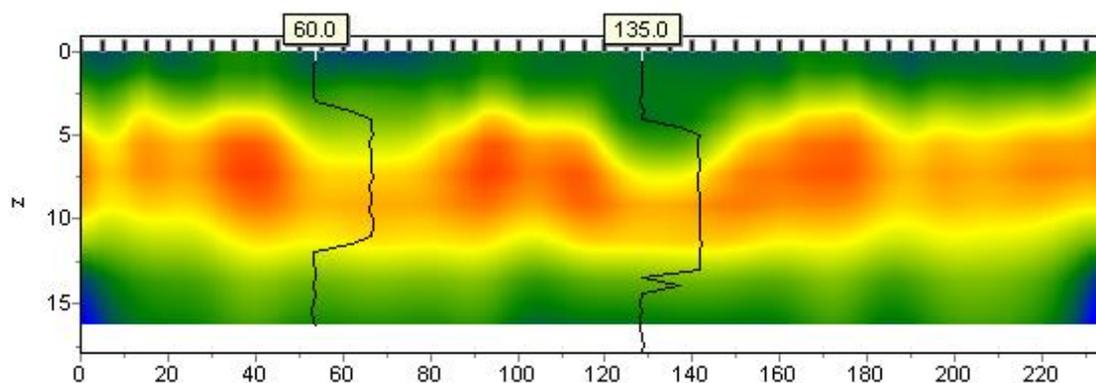


Рис. 60 Модель с нанесенными каротажными диаграммами

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

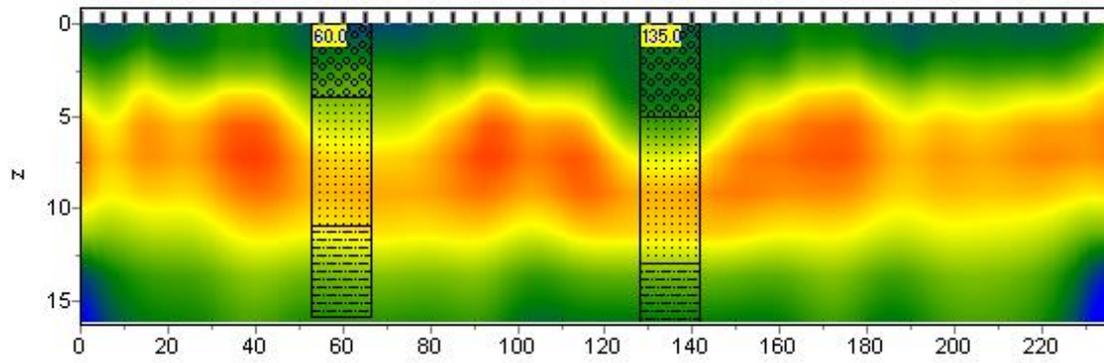


Рис. 61 Модель с нанесенными литологическими колонками

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

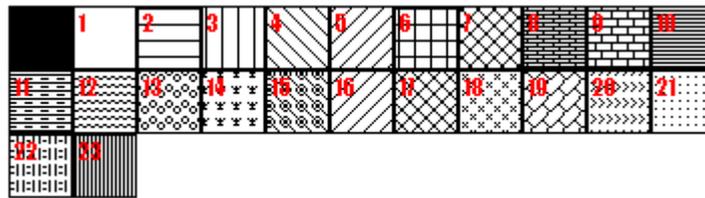


Рис. 62 Варианты штриховки литологической колонки

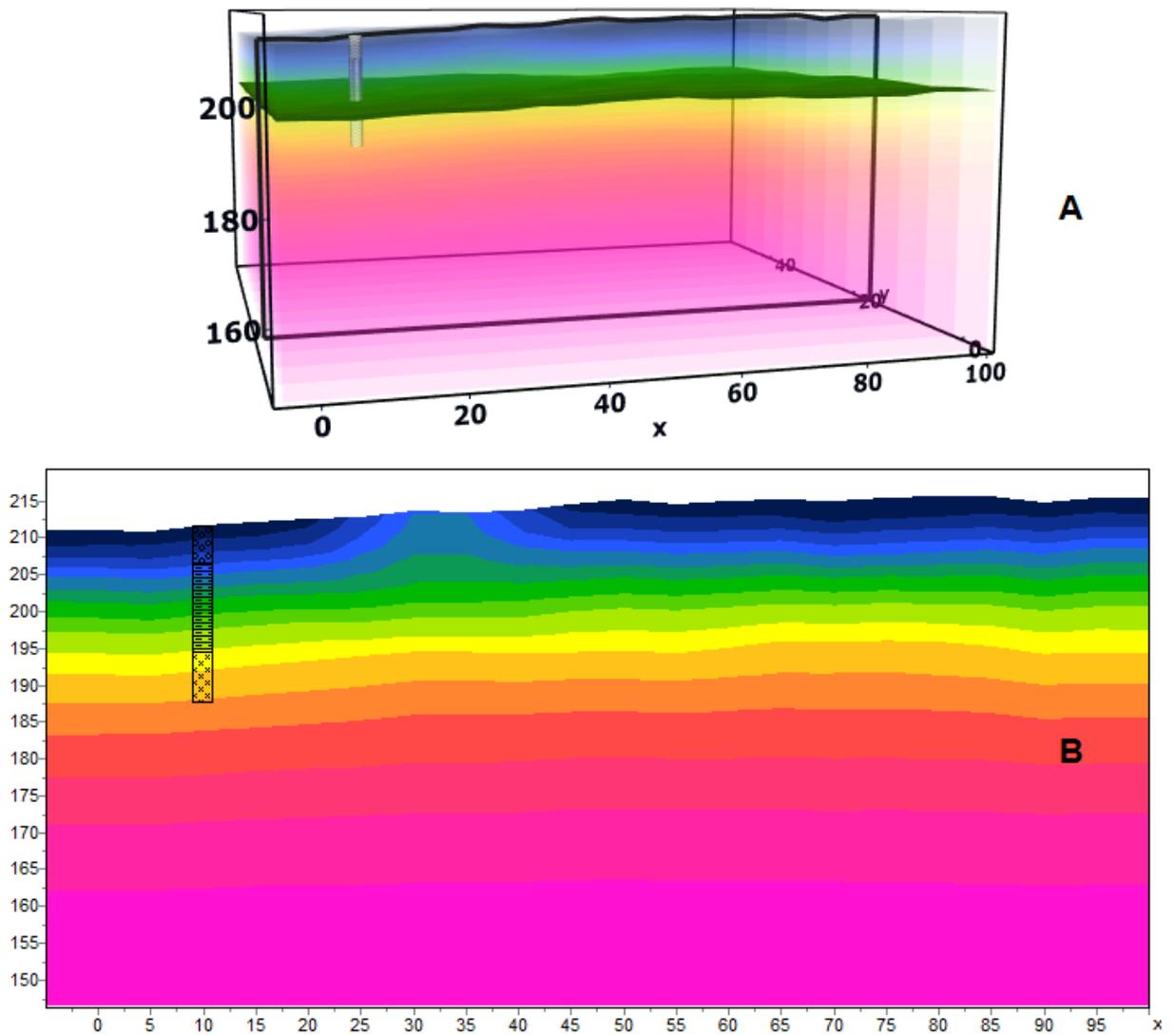


Рис. 63 Визуализация скважинной информации в объемной модели(A) и на срезе (B)

Результаты интерпретации

Режимы и параметры визуализации среза модели

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

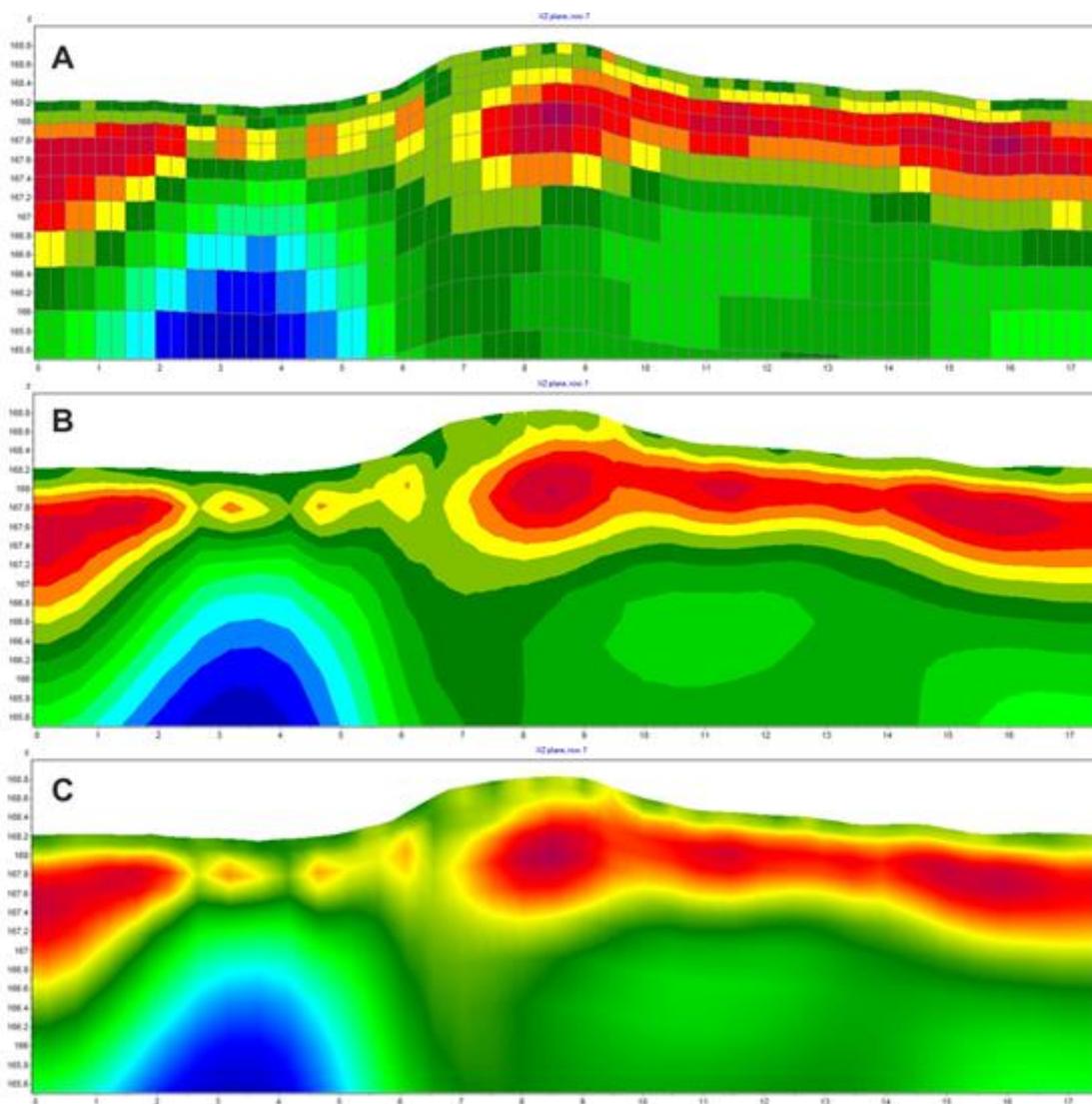


Рис. 64 Варианты отображения модели: Block-section (A), Smooth-section в виде разреза изолиний (B) и Smooth-section виде модели в гладкой интерполяционной палитре (C)

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

Режимы и параметры визуализации объемной модели

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

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

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

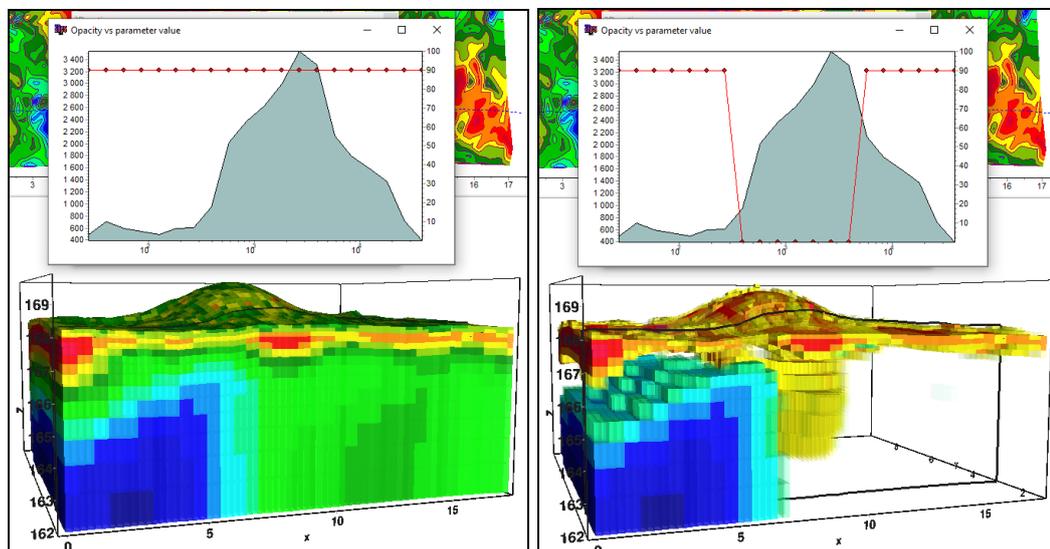


Рис. 65 Пример работы с диалоговым окном «Opacity vs parameter value»

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

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

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

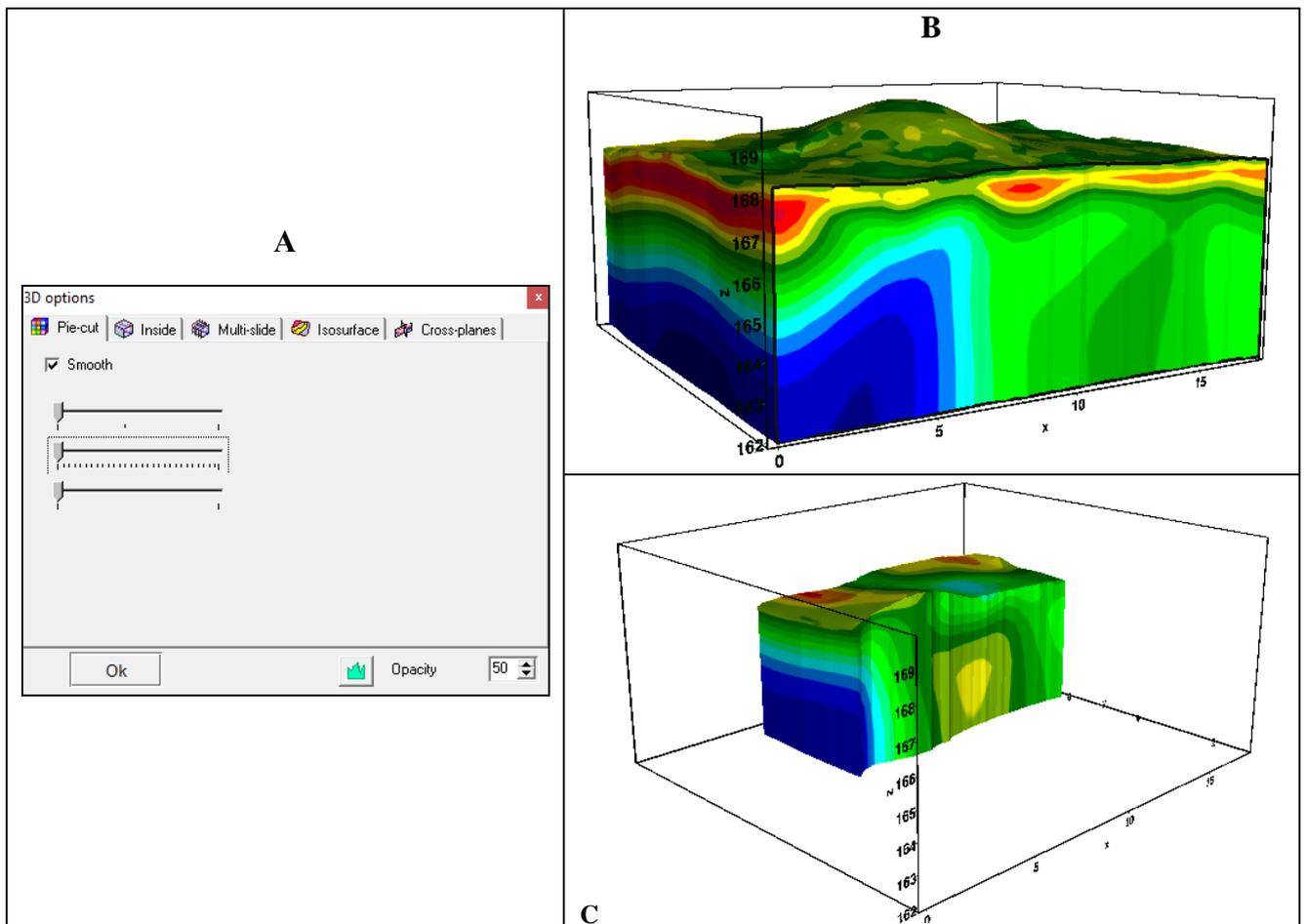


Рис. 66 Диалоговое окно 3D options, вкладка Pie-cut (A) и примеры соответствующей визуализации модели (B, C)

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

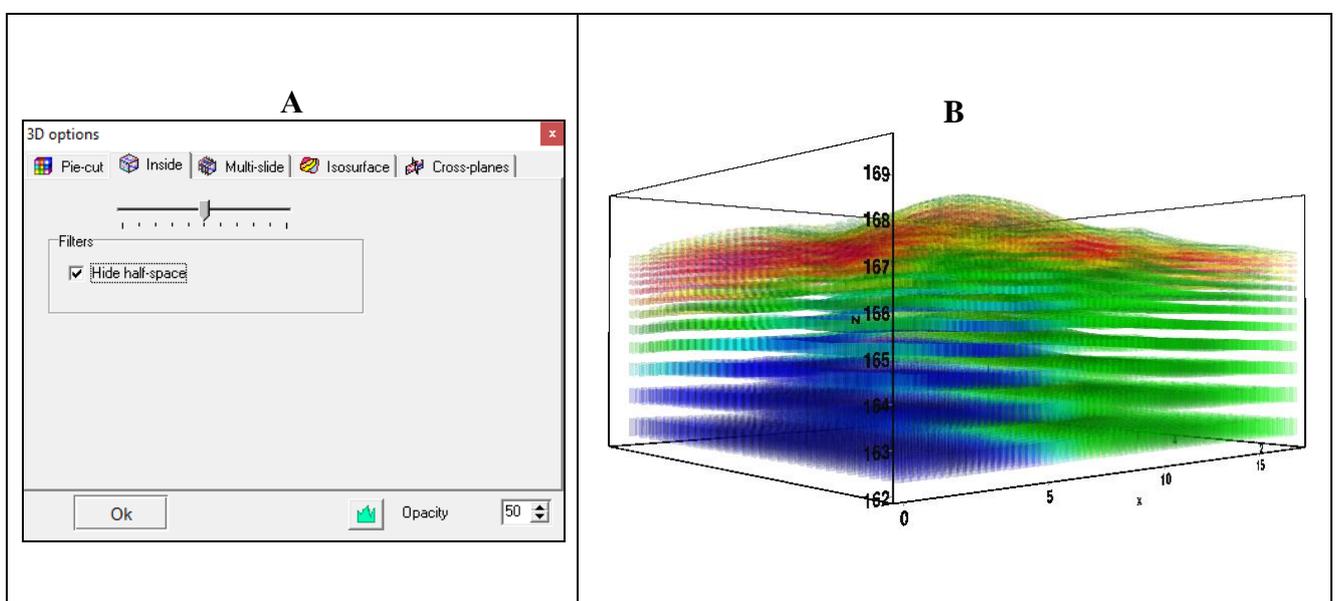


Рис. 67 Диалоговое окно 3D options, вкладка Inside (A) и примеры соответствующей визуализации модели (B)

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

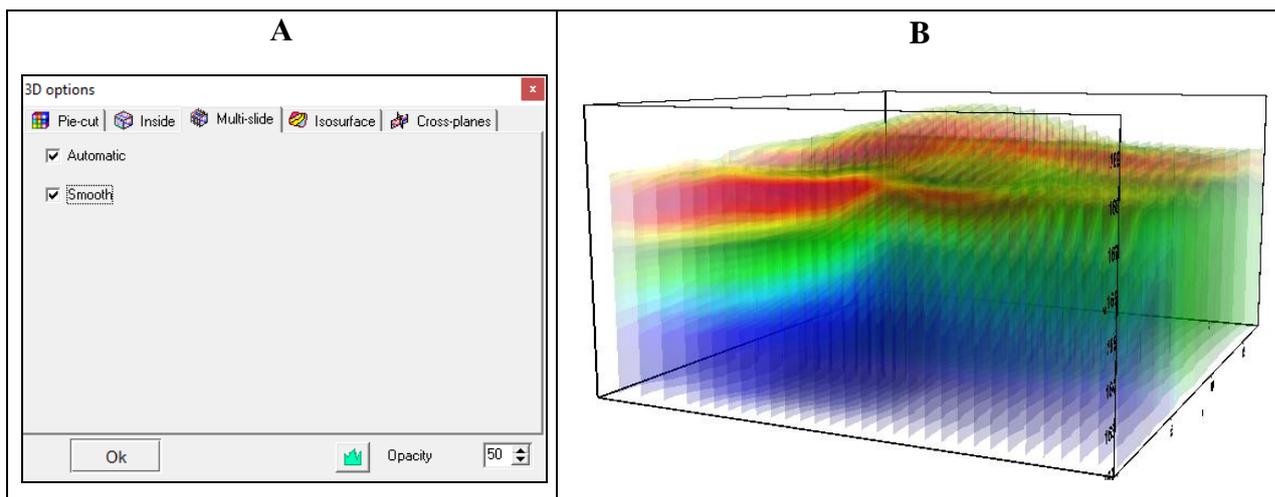
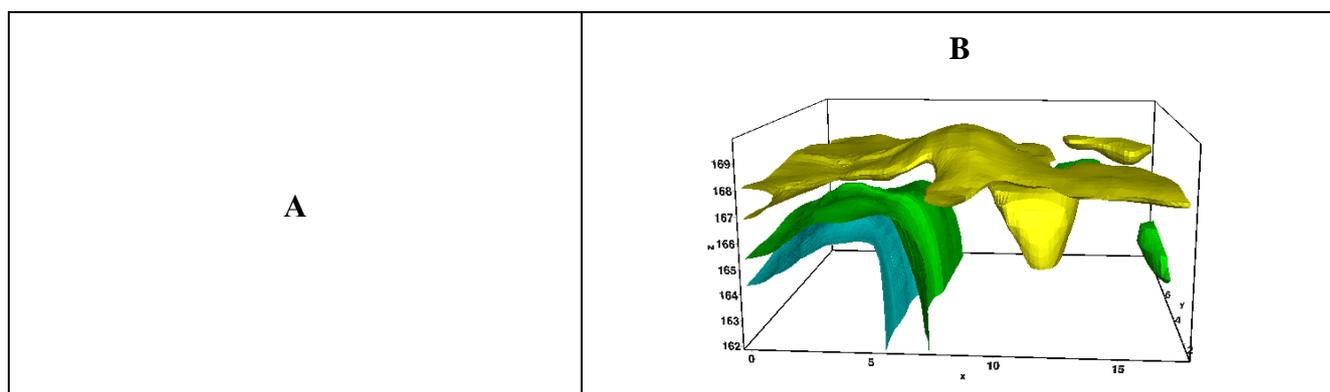


Рис. 68 Диалоговое окно 3D options, вкладка Multi-slide (A) и пример соответствующей визуализации модели (B)

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



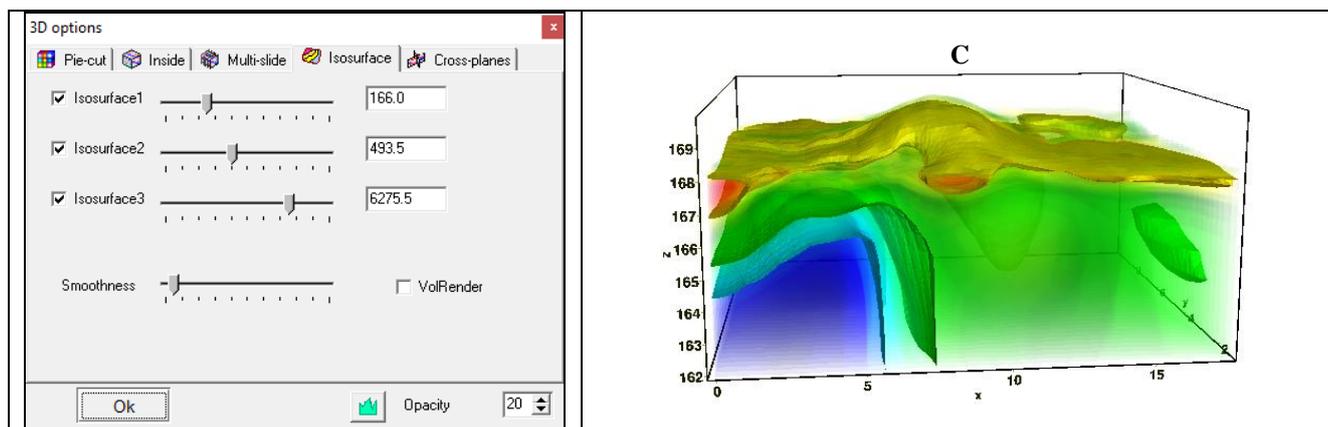


Рис. 69 Диалоговое окно 3D options, вкладка Isosurface (А) и примеры соответствующей визуализации модели (В, С)

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

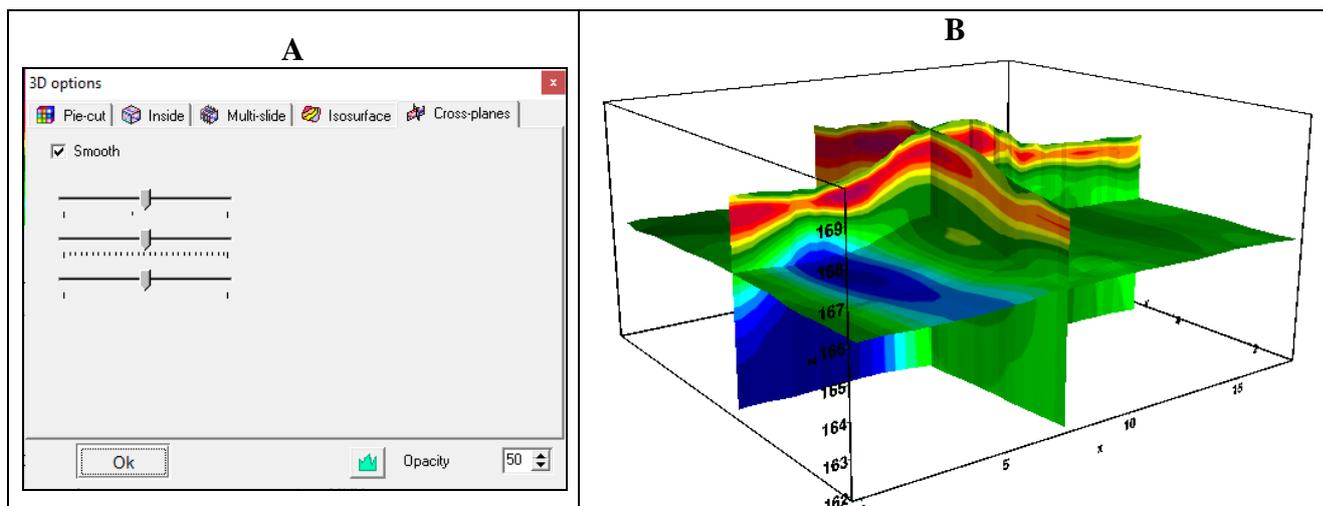


Рис. 70 Диалоговое окно 3D options, вкладка Cross-planes (А) и пример соответствующей визуализации модели (В)

Опции обрезки применяются ко всем типам 3D изображений, кроме «Pie-cut».

Обрезка модели

Краевые части модели обычно характеризуются худшей разрешающей способностью. Очень часто эти области содержат многочисленные ложные аномалии. Опция **Options / Model/ Cut by rays** позволяет скрыть края модели, не покрытые лучами.

Обрезку можно выполнить не для всех типов 3D моделей.

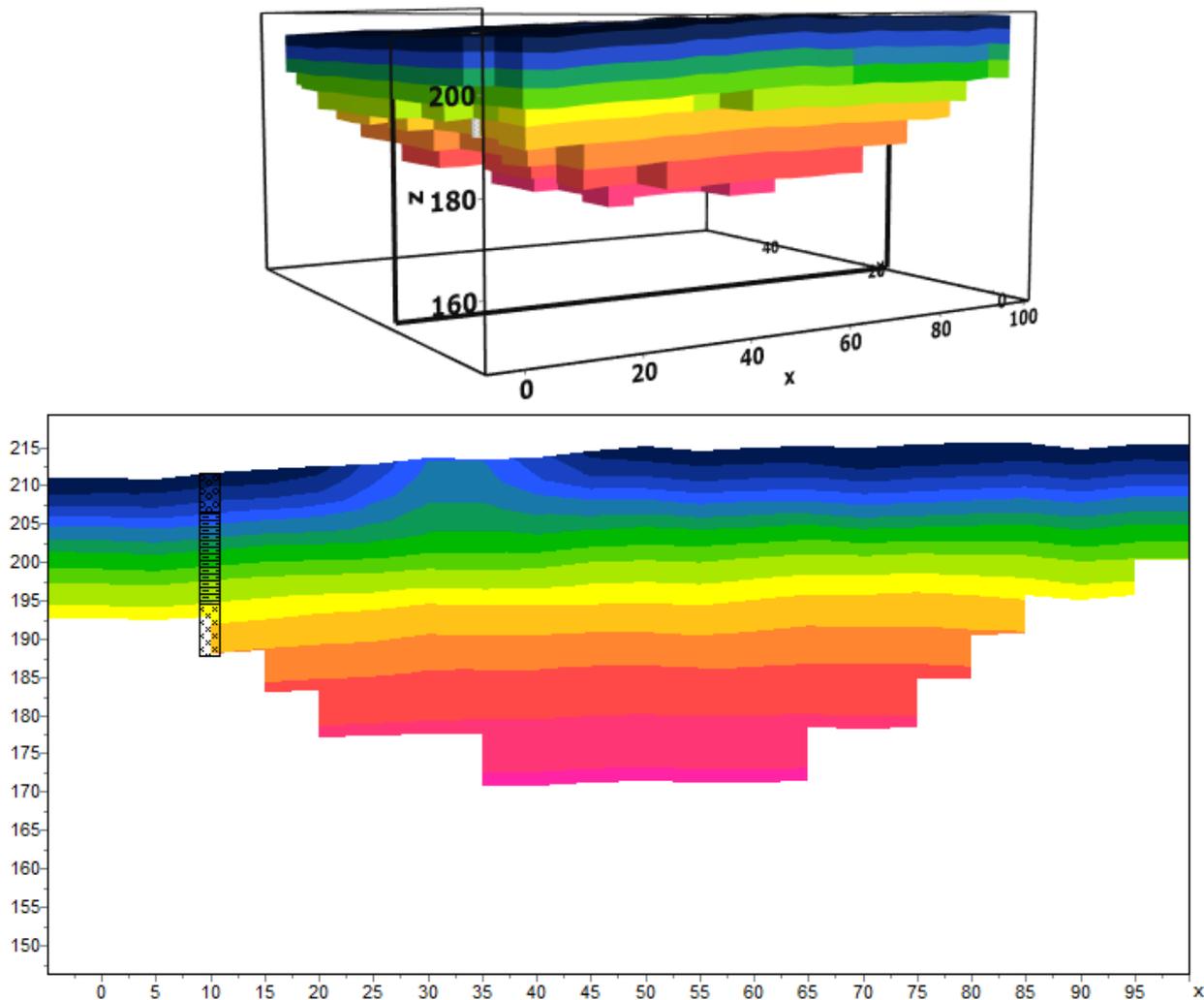


Рис. 71 Пример модели и ее среза с обрезкой по лучам

Работа с несколькими моделями в одном проекте

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

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

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

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

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

Сохранение результатов интерпретации

Результат интерпретации (проект) хранится в бинарном файле формата **ZondST3D** (расширение *.st3). В этом файле сохраняются полевые и рассчитанные данные, значения относительных весов измерений, текущая модель среды и многое другое.

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

Возможные варианты для сохранения представлены в таблице:

Project file	Сохранить измеренные значения и текущую модель среды и все настройки в файл проекта.
Project with calculated data	Сохранить измеренные значения и текущую модель среды и все настройки в файл проекта. В данном режиме наблюдаемые значения заменяются расчетными. Это очень удобно для тестирования инверсии на различных моделях
Observed	Сохранить наблюдаемые значения в текстовый файл формата st3.
Calculated data	Сохранить рассчитанные значения в текстовый файл формата st3.
XYZV	Сохранить модель в виде текстового файла. Этот файл может быть использован сторонней программой для визуализации 3D модели.
XYZ	Сохранить текущий срез в виде текстового файла. Этот файл может быть использован сторонней программой для построения грида и визуализации 2D среза модели.

Настройка графических параметров

Диалог настройки экспортируемого изображения

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

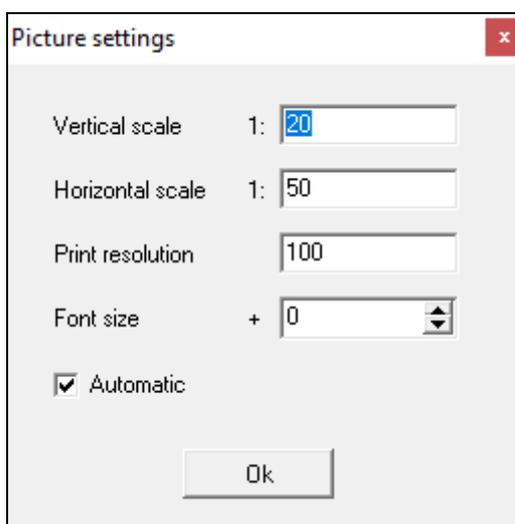


Рис. 72 Диалоговое окно **Picture settings**.

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

Диалог настройки параметров контурной карты и псевдореза

Диалог вызывается из контекстного меню (**Setup**) в области псевдореза или контурной карты.

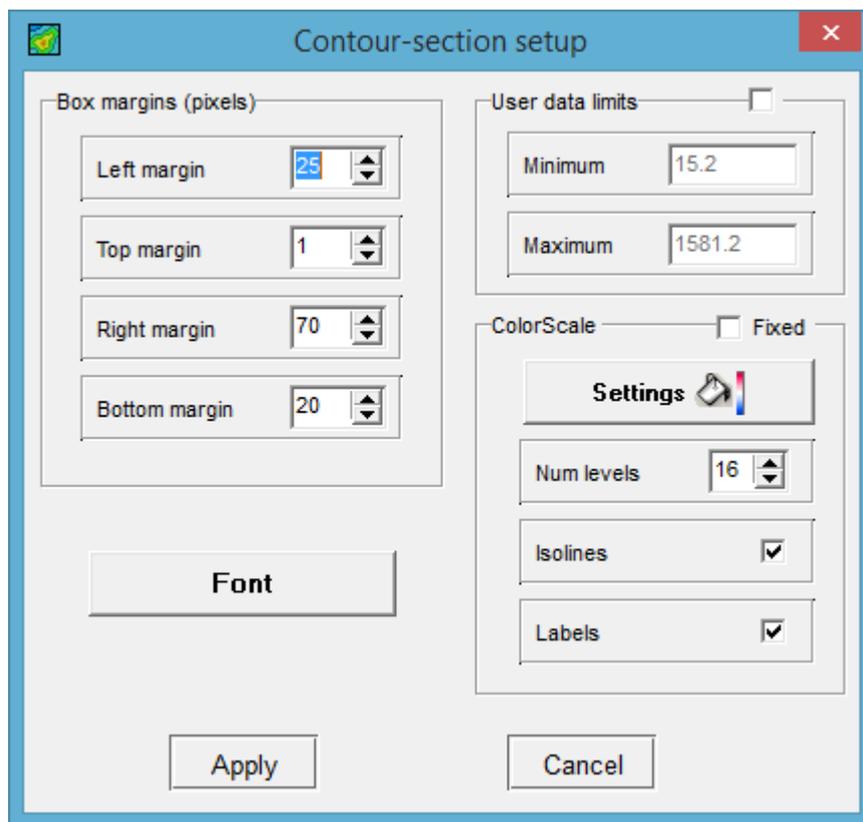


Рис. 73 Окно диалога «Contour-section setup»

Диалог служит для настройки параметров контурного и плана изолиний.

Область **Box margins**:

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

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

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

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

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

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

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

Область **ColorScale**:

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

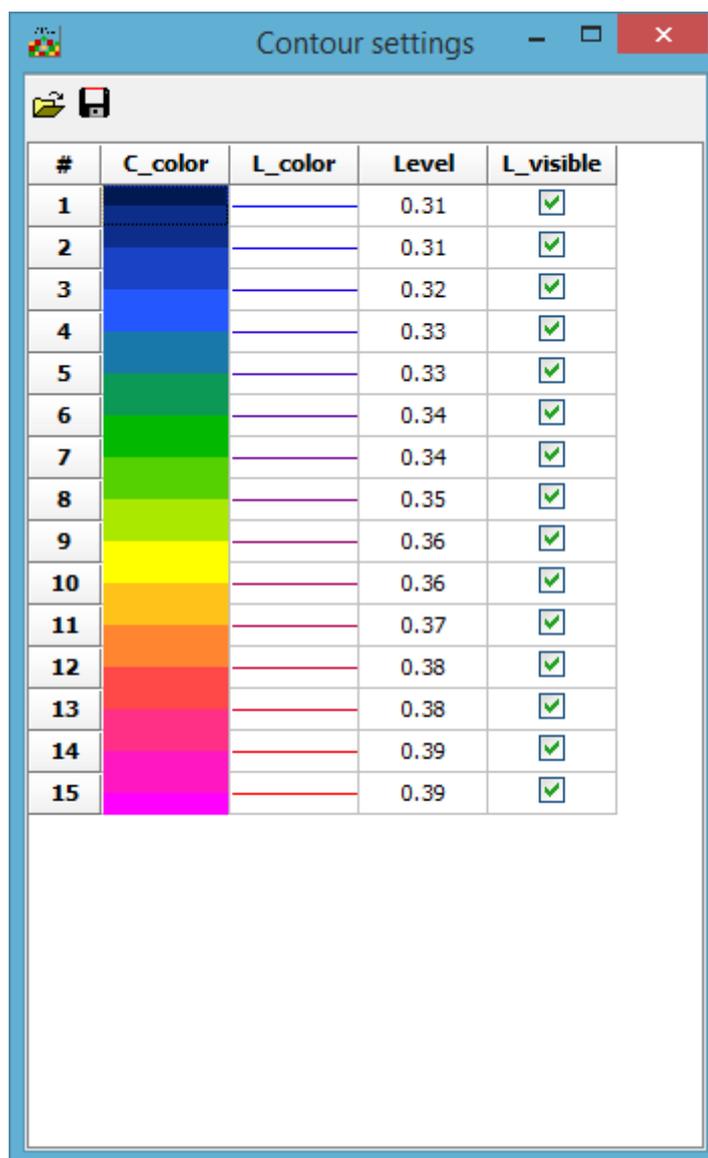


Рис. 74 Окно диалога «Edit levels»

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

C_color – вызывает окно редактирования цвета шкалы значений.

L_color – вызывает окно редактирования цвета рисок на цветовой шкал.

Level – вызывает окно редактирования пределов цветовой шкалы.

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

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

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

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

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

Диалог настройки палитры

Диалог предназначен для настройки палитры объекта программы и вызывается кнопкой Palette (рис. 75). 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 .

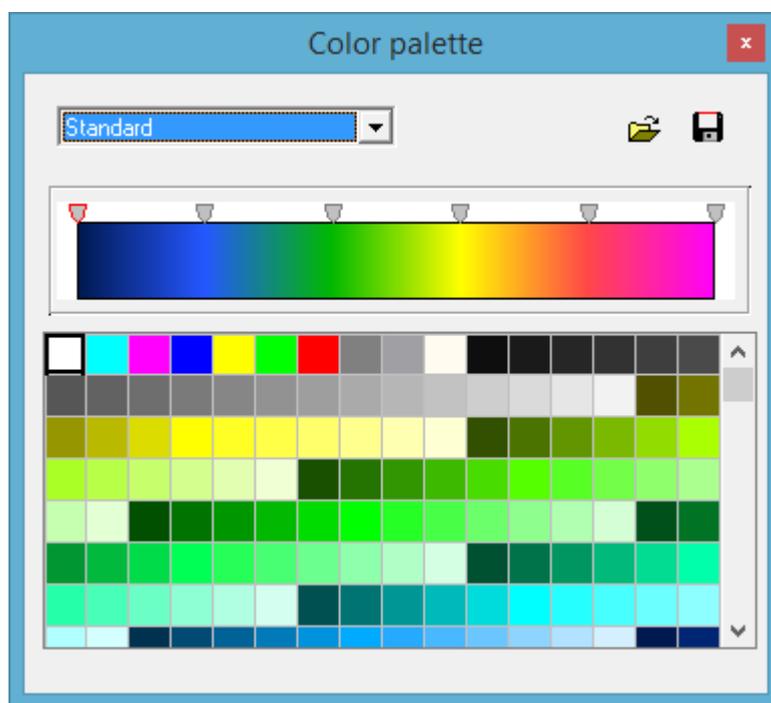


Рис. 75 Диалог настройки параметров палитры

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

Редактор набора графиков

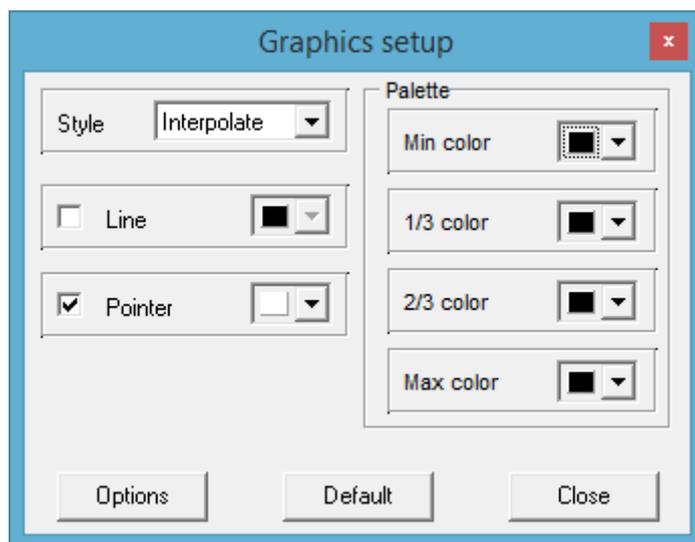


Рис. 76 Редактор набора графиков

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 *const* 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

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

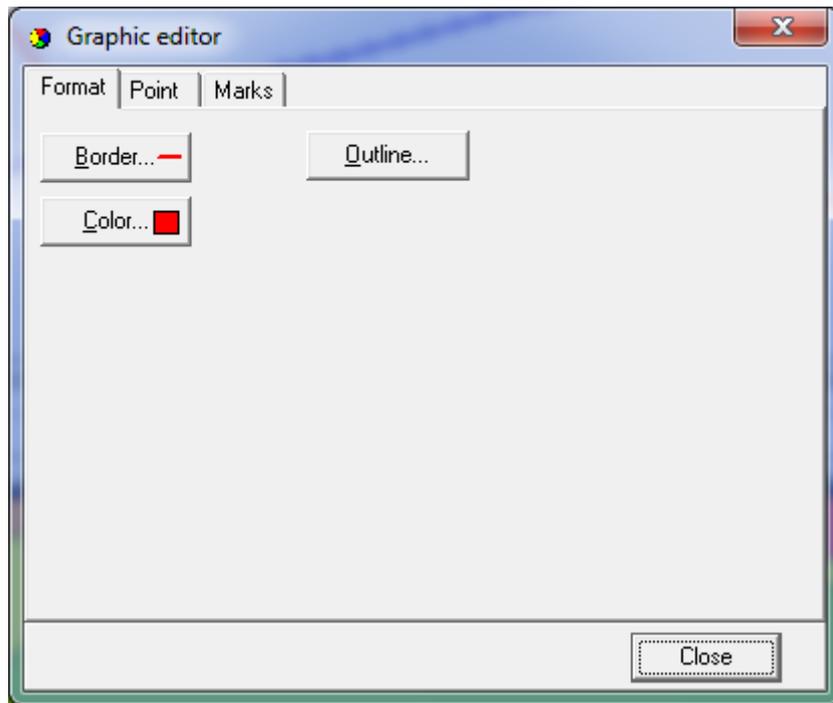


Рис. 77 Диалог редактора настройки графиков

Вкладка *Format* содержит настройки соединительных линий графика.

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

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

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

Вкладка *Point* содержит настройки указателей графика.

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

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

Опция **Style** устанавливает форму указателя.

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

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

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

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

Вкладка *Marks* содержит настройки подписей к указателям графика.

Вкладка **Style**:

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

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

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

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

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

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

Опция **Length** задает длину стрелки.

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

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

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

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

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

Опции **Transparent** задает степень прозрачности рамки.

Вкладка **Text**:

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

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

Редактор осей

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

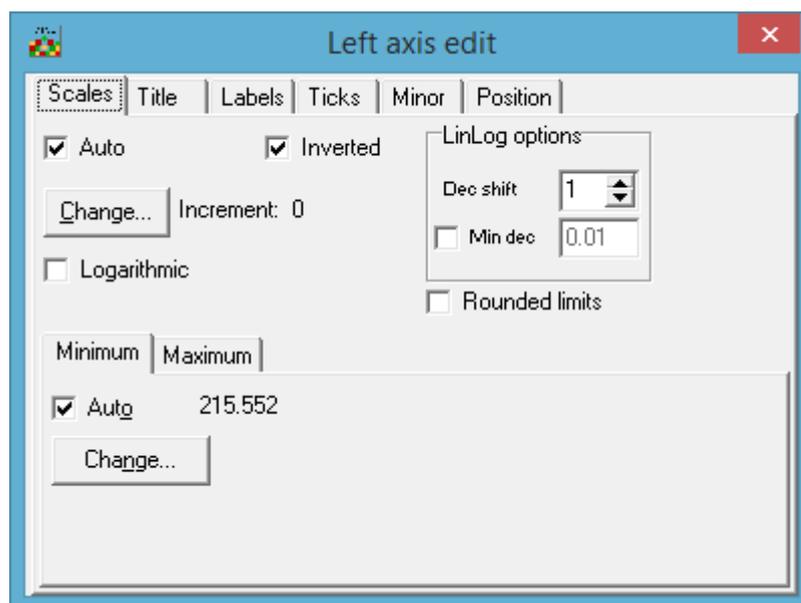


Рис. 78 Пример диалога редактора левой оси

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

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

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

Опция **Inverted** определяет ориентацию оси.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Вкладка **Style**:

Опция **Title** определяет текст заголовка оси.

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

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

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

Вкладка **Text**:

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

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

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

Вкладка **Style**:

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

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

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

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

Вкладка **Text**:

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Опция **Length** устанавливает их длину.

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

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

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

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

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

Диалог настройки параметров отображения модели

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

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

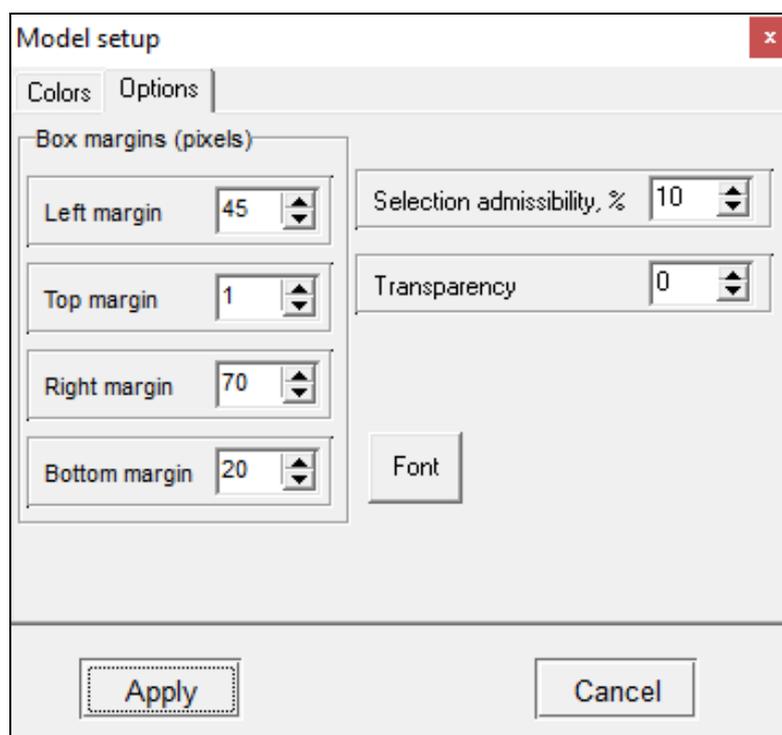


Рис. 79 Диалоговое окно «Model setup», вкладка «Options»

Область **Box margins**:

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

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

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

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

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

Область *Transparency* устанавливает прозрачность.

Кнопка *Font* вызывает диалог настройки шрифта.

Вкладка *Colors* (см. рисунок ниже)

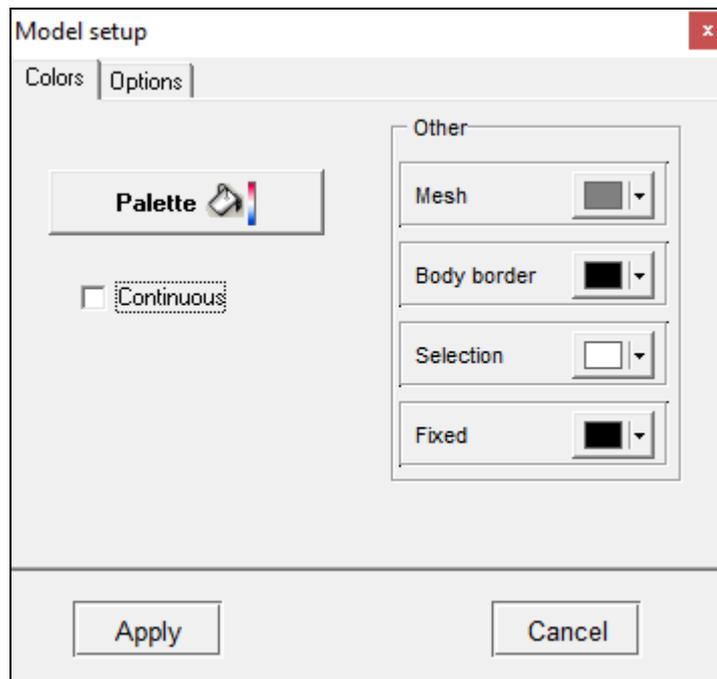


Рис. 80 Диалоговое окно «Model setup», вкладка «Colors»

Кнопка **Palette** – устанавливает цветовую палитру

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

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

Область **Other**:

Body border– позволяет задать цвет границы между соседними ячейками.

Mesh – устанавливает цвет сети.

Selection – устанавливает цвет метки выделенной ячейки.

Fixed – устанавливает цвет метки зафиксированной ячейки.

Диалог предварительного просмотра печати

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

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

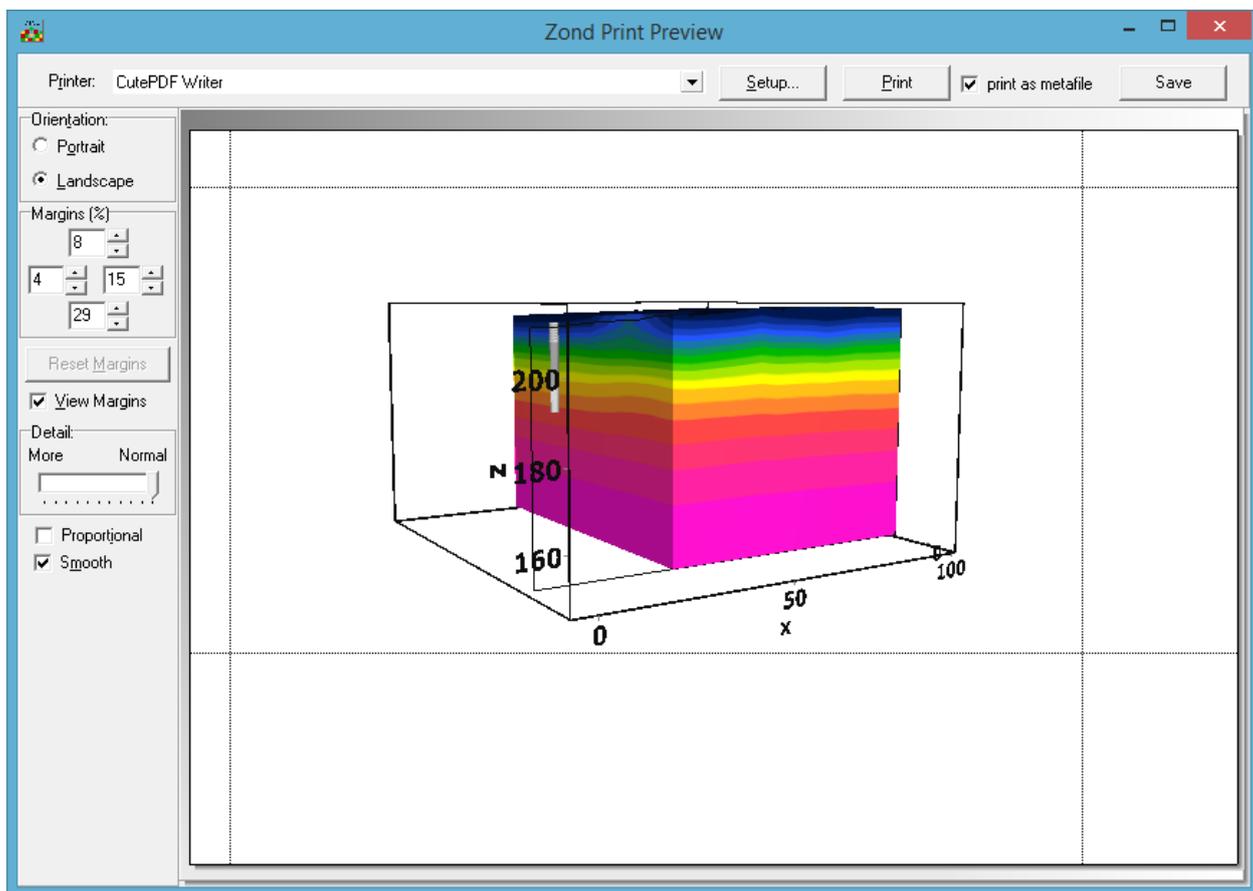


Рис. 81 Диалоговое окно «Print preview»

Для перемещения объекта печати по листу используйте левую кнопку мыши.

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

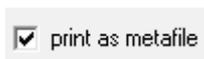
Printer - выбор принтера для печати. В открывающемся меню можно выбрать один из настроенных принтеров.



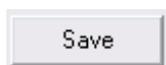
- кнопка настройки печати. В открывающемся окне можно выбрать размер и ориентацию бумаги, свойства печати, количество страниц на листе и другие параметры.



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



- отправить на печать или сохранить изображение в векторном виде.



- сохранение в bitmap files или png files.

Дополнительные материалы:

Видеоуроки на канале youtube:

https://www.youtube.com/channel/UCGtprIIzkc9CsLfiuz4VvmQ?view_as=subscriber

Группа поддержки в LinkedIn:

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

Демонстрационные проекты Zond:

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

Username: download@zond-geo.com

Password: 12345

Если 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`