FIRSTOMO

Программа 3D томографии на первых вступлениях

Авторы: Дитмар П.Г., Рослов Ю.В.

Переиздано компанией ХGeo с разрешения наследников Ю.В.Рослова

> © Ю.В. Рослов 1997 © XGeo Ltd. 2015

<u>XGeo Ltd</u>. Санкт-Петербург 2015

ΠΑΚΕΤ ΠΡΟΓΡΑΜΜ

"FIRSTOMO"

(версия 2.2е)

- двумерная томография на временах пробега

- трехмерная томография на временах пробега

- двумерная амплитудная томография

- двумерное кинематическое моделирование

- трехмерное кинематическое моделирование

Авторы: Дитмар П.Г., Рослов Ю.В.

Санкт-Петербург, 1997

0. Оглавление.

N⁰	Название	Стр.				
0.	Оглавление	2				
1.	Что такое сейсмическая томография?					
2.	Основные возможности пакета FIRSTOMO					
2.1	Томографическая обработка.					
2.2	Двумерное/трехмерное кинематическое моделирование.	4				
3.	Как работать с пакетом FIRSTOMO (предварительная	5				
	информация).					
3.1	Инсталляция.	5				
3.2	Начало работы.	5				
3.3.	Выбор пунктов меню	5				
3.3.1	Выбор пункта меню с помощью курсора.	5				
3.3.2	Выбор пункта меню без помощи курсора.	5				
3.4	Вызов помощи.	6				
3.5.	Файлы пользователя	6				
3.6	Единицы измерения.	7				
3.6.1	Томография на временах пробега.	7				
3.6.2	Амплитудная томография.	7				
3.7.	Предустановки пакета FIRSTOMO.	8				
4.	Томографическая обработка (описание стандартной	8				
	последовательности операций с основами теории).					
4.1	Подготовка.	8				
4.2	Решение прямой задачи.	9				
4.3	Решение обратной задачи.	20				
4.4	Вывод результатов.	26				
5.	Дву(трех)мерное кинематическое моделирование (стандартная	27				
	последовательность операций).					
6.	Утилиты.	29				
6.1	Переформачивание.	29				
6.2	Оптимизация.	29				
6.3	Трансформации.	29				
6.4	Оценка качества	30				
6.5	Автовычисления.	31				
7.	Самые распространенные проблемы при запуске пакета.	32				
8.	Internet Service.	33				
Прил. 1.	Описание меню.	34				
Прил. 2.	Системные файлы пакета FIRSTOMO.	52				
Прил. 3.	Традиционные расширения файлов.	52				
Прил. 4.	Форматы файлов.	53				

1. Что такое сейсмическая томография?

Целью сейсмической томографии является детальное изучение скоростных или поглощающих свойств среды. Такое изучение проводится соответственно на основе времен пробега или амплитуд первых вступлений, собранных для целой совокупности пар "источник-приемник". При этом может рассматриваться любая схема расположения источников и приемников, например, межскважинное просвечивание, ВСП, наземное просвечивание рефрагированными волнами и т.д. Единственное ограничение заключается в том, что сейсмические лучи должны образовывать целую сеть; в идеальном случае, каждая точка исследуемой области должна просвечиваться сейсмическими лучами во всех направлениях.

Томографическая обработка начинается с задания начальной скоростной модели (а также модели поглощения в случае амплитудной томографии). Последующая интерпретация состоит из двух основных этапов: 1) решение прямой задачи; 2) решение обратной задачи. Целью первого этапа является расчет времен пробега/амплитуд первых вступлений и соответствующих лучевых траекторий. Невязки времен пробега/амплитуд (т.е. разности между экспериментальными и теоретическими временами пробега/логарифмами амплитуд) служат в качестве входной информации для второго этапа. Традиционным путем решения обратной задачи является разбиение исследуемой области на ячейки с последующим расчетом поправок к начальной модели, который производится в предположении о постоянном значении поправки в пределах каждой ячейки. Добавляя эти поправки к начальной модели, можно получить уточненную модель, что и является окончательным результатом томографической обработки.

2. Основные возможности пакета FIRSTOMO.

Пакет FIRSTOMO предназначен для томографической обработки сейсмических данных, а также для двумерного кинематического моделирования. Пакет рассчитан на работу в среде MS DOS (версия 3.0 или выше) на компьютерах типа IBM PC, снабженных математическим сопроцессором, монитором EGA/VGA/SVGA, а также (желательно) мышью. Для инсталляции FIRSTOMO необходимо 1Mb свободного места на диске. Пакет может быть запущен как окно DOS из-под операционной системы WINDOWS/WIN95/WINNT. В случае возникновения проблем - смотрите главу 7.

Количество данных, которые могут быть совместно обработаны, не ограничено. Полное число неизвестных (ячеек) зависит от размеров оперативной памяти используемого компьютера и степени ее загруженности остальными программами. Количество используемых ячеек определяется заранее статически в файле *firstomo.rc* во второй строчке. Если пакет начинает работать неустойчиво - уменьшите количество ячеек в данном файле. Ориентировочно, в случае 16Mb RAM, пакет устойчиво работает при количестве ячеек порядка сотен тысяч единиц.

2.1 Томографическая обработка.

Входная Информация:

- времена пробега или амплитуды первых вступлений для различных пар "источник-приемник"

Возможные типы начальных скоростных моделей:

- однородная среда (по умолчанию);
- функция от одной переменной, т.е. набор горизонтальных слоев, в каждом из которых скорость либо постоянна, либо линейно меняется с глубиной (кроме случая амплитудной томографии);
- функция от двух переменных, т.е. набор значений в ячейках равномерной прямоугольной сетки (только в случае двумерной томографии на временах пробега).
- функция от трех переменных, т.е. набор значений в ячейках равномерной прямоугольной сетки (только в случае трехмерной томографии на временах пробега).

Выходная информация:

- Траектории лучей;
- Рассчитанные и экспериментальные годографы;
- Гистограмма относительных невязок;
- Уточненная модель скорости/поглощения;
- Матрица разрешения.

Возможность нелинейной итеративной томографической обработки:

Уточненная скоростная модель может быть использована как начальное приближение на следующей итерации. Выполнив, таким образом, несколько итераций, можно в максимальной степени учесть искривление лучей и, следовательно, повысить достоверность рассчитанной модели.

2.2 Двумерное/трехмерное кинематическое моделирование. Входная информация:

- Совокупность пар "источник-приемник";
- Скоростная модель (однородная, одномерная, двумерная или трехмерная).

Выходная информация:

- Времена пробега первых вступлений и годографы;
- Траектории соответствующих лучей.

3. Как работать с пакетом FIRSTOMO (предварительная информация).

Пункты 3.1 и 3.2 изъяты при переиздании как неактуальные при запуске Firstomo из Windows.

3.3 Выбор пунктов меню.

Обратиться к любому из пунктов меню можно как при помощи курсора (белая стрелка) так и без него.

3.3.1 Выбор пункта меню с помощью курсора.

Выбор пунктов меню при помощи курсора является наиболее удобным путем управления пакетом в случае, когда мышь подсоединена. Для этого переместите мышь так, чтобы курсор указывал на выбранный пункт меню и нажмите левую или правую кнопку мыши.

3.3.2 Выбор пункта меню без помощи курсора.

Каждый пункт меню может быть выбран и без курсора, просто при помощи нажатия клавиши или комбинации клавиш. В большинстве случаев соответствующая клавиша выделена на экране другим (красным) цветом.

3.4 Вызов помощи.

Нажатие функциональной клавиши "F1" в любом из меню приводит к вызову на экран описания пакета (при этом выведенное место описания соответствует тому меню, в котором произошел вызов помощи). Последующее нажатие клавиши "F1" выводит на экран главу описания, посвященную работе с самим описанием. Нажатие клавиши "Esc" приводит к окончанию работы с описанием.

3.5 Файлы пользователя.

Пакет FIRSTOMO построен таким образом, что каждый вычислительный этап или трудоемкая операция заканчиваются запоминанием результатов в соответствующем файле (см. рис.1,2, те же самые блок-схемы описывают трехмерную томографическую обработку и кинематической моделирование). Таким образом, интерпретация при необходимости может быть возобновлена практически с любой точки.



Рис.1. Блок-схема томографической обработки.



Рис.2. Блок-схема кинематического моделирования.

3.6 Единицы измерения.

3.6.1 Томография на временах пробега.

Единицы длины и времени, использованные при подготовке исходных данных для пакета FIRSTOMO, могут быть любыми. Единицы измерения уточненной скоростной модели определяются исключительно единицами, использованными при задании исходных данных. Например, если единицы длины - километры, а единицы времени - секунды, то единицы измерения уточненной модели - км/с.

3.6.2 Амплитудная томография.

Амплитуды, задаваемые качестве исходных данных, могут быть либо В "абсолютными", либо "относительными". Пол "абсолютной" понимается максимальная амплитуда волны, формирующей первое вступление, заданная в произвольных единицах. Под "относительной" понимается абсолютная амплитуда, отнесенная к амплитуде той же волны на единичном расстоянии от источника в отсутствии поглощения (далее последняя называется "исходной" амплитудой). Единицы длины, использованные при подготовке исходных данных, могут быть любыми.

Уточненная модель в случае амплитудной томографии может быть двух типов:

"Энергетическая", когда под "поглощением" понимается изменение энергии волны при прохождении той единичного расстояния. В этом случае единицы измерения уточненной модели - дб/ед.длины. То есть, At=10lg(E1/E2)/L, где At - коэффициент поглощения; E1,E2 - энергия волны в некоторых точках 1 и 2; L - расстояние между

точками 1 и 2 в тех же единицах, что были использованы при задании исходных данных.

"Амплитудная", когда под "поглощением" понимается изменение амплитуды волны при прохождении той единичного расстояния. В этом случае единицы измерения уточненной модели - 1/ед.длины. То есть, At=ln(A1/A2)/L, где A1,A2 - амплитуды волны в точках 1 и 2.

Так как энергия волны пропорциональна квадрату ее амплитуды, то перейти от энергетической модели к амплитудной можно посредством умножения всех значений на 20/ln(10) (т.е. примерно на 8.7).

3.7. Предустановки пакета FIRSTOMO.

Ряд параметров пакета, как то цветовые палитры, рабочая директория, форма и размеры источников/приемников, могут быть определены заранее в файле "*.prm". Если данный файл называется firstomo.prm, то все установки пакета будут автоматически считывается из этого файла. Для более полной информации смотрите пункт "Задание установок пакета" в приложении 1.

4. Томографическая обработка (описание стандартной последовательности операций с основами теории).

4.1 Подготовка.

1) Подготовьте файл(ы) с данными. Существует два способа их организации:

поместить всю информацию (координаты источников, координаты приемников, времена пробега/амплитуды первых вступлений) в один файл; традиционное расширение такого файла - #DT (см. Приложение 4);

поместить информацию в три разных файла: файл с координатами источников, файл с координатами приемников, файл с временами пробега/амплитудами первых вступлений; традиционные расширения таких файлов - #SO, #RE, #TT, соответственно.

Имейте в виду, что для двумерной томографической обработки необходимо, чтобы все источники, приемники и траектории лучей лежали в плоскости ХОУ; допустимы лишь незначительные отклонения от этой плоскости. Кроме того, если плоскость ХОУ вертикальна, то ось У должна быть направлена вверх. Ориентация координатной системы в случае трехмерной томографической обработки должна быть следующей: оси Х и У направлены горизонтально; ось Z направлена вверх.

2) Запустите FIRSTOMO.

3) При помощи клавиши "F5" установите главный режим ("двумерная томография на временах пробега", "трехмерная томография на временах пробега" или "двумерная амплитудная томография"). Рис.3.



ALT_X Boxod b DOS

Свободно на D диске 120758272 байт

Рис.3. Основное меню пакета FIRSTOMO. Выбор "Главного режима задачи" и основных шагов ее выполнения. Информация о лицензии пользователя.

4.2 Решение прямой задачи.

1) Обратитесь к пункту "Решение прямой задачи" (клавиша "F6").

- 2) Задайте тип файла (-ов) с данными.
- 3) Введите имя файла (-ов).

4) **Проверьте схему** расположения источников и приемников, изображенную на экране. Рис.4. Несоответствие между истинной и изображенной схемами является свидетельством наличия ошибок: либо неверно занесены данные в файл (-ы), либо неправильно введен тип файла (-ов).



Рис.4. Визуализация схемы наблюдений. Задание параметров решения прямой задачи.

После этого Вы можете при необходимости изменить параметры решения прямой задачи (порядок изменения является произвольным). Наиболее важным здесь является следующее.

5) По умолчанию предполагается, что среда в начальном приближении однородна. Значения начального поглощения (в случае амплитудной томографии) или начальной скорости (в случае томографии на временах пробега) определяются по методу наименьших квадратов и выводятся на экран, соответственно, в пункте "a0" или "v0". Это значение может быть изменено вручную. В случае амплитудной томографии автоматически определенное значение иногда оказывается отрицательным - в этих случаях ручная коррекция является обязательной. Следует также иметь в виду, что автоматически рассчитанное начальное поглощение зависит от типа исходных данных (абсолютные/относительные амплитуды), от типа уточненной модели ("энергетическая"/"амплитудная") и от типа геометрического расхождения. Поэтому в случаях, когда хотя бы один из этих параметров меняется, желательно перед

запуском программы решения прямой задачи выйти в главное меню, а потом снова войти в рассматриваемое. Начальное поглощение будет при этом пересчитано. Другой путь - включить коррекцию начального поглощения (пункт "Коррекция"), что приведет к автоматическому уточнению начального значения в процессе решения прямой задачи. Однако в этом случае надо проверить, не оказалось ли скорректированное начальное поглощение отрицательным, иначе уточненная модель также будет содержать отрицательные (т.е. нефизичные) значения.

В случае томографии на временах пробега начальная модель может также представлять из себя:

- одномерную функцию, т.е. набор горизонтальных слоев, в каждом из которых скорость либо постоянна, либо линейно изменяется с глубиной; допускаются скачки скорости на границах слоев;
- двумерную функцию, определяемую в виде последовательности значений скорости в ячейках равномерной прямоугольной сетки (только в двумерном случае).
- трехмерную функцию, определяемую в виде последовательности значений скорости в ячейках равномерной прямоугольной сетки (только в трехмерном случае).
- 5.1) Начальная скоростная модель как набор горизонтальных слоев. Рис.5.

Обратитесь к пункту **"1-D".** Задайте модель. Это можно сделать тремя способами: 1) вручную; 2) автоматически; 3) посредством чтения из файла.

Задание вручную может выполняться либо графически (с помощью курсора), либо численно; (см. описание соответствующего меню.) Если расположение верхней кромки в модели Вас не устраивает, то измените его прежде, чем задавать модель, в противном случае введенная модель будет уничтожена.

Автоматический расчет одномерной начальной скоростной модели начинается с текущей одномерной модели; в процессе расчетов она меняется так, чтобы в максимальной степени соответствовать экспериментальным временам пробега. По существу, при этом происходит одномерная итеративная нелинейная инверсия. Выполняя ее, помните, что если расчет начинается с однородной среды, то скорость в слоях, не пересекаемых лучами, не меняется (с точностью до постоянного множителя). Поэтому в случае, когда все источники и приемники расположены приблизительно на одном уровне, скорость в модели, с которой начинается автоматический расчет, должна увеличиваться с глубиной (например, линейно). Эта рекомендуется интерпретации данных полученных операция при по рефрагированным волнам, когда необходимо задать 1D модель. Автоматическая корректировка одномерной скоростной модели уже на первом шагу поможет свести к минимуму смещение невязок времен побега относительно нулевого уровня и, тем самым, ускорит сходимость процесса итерационной обработки.

Чтение модели из файла (традиционное расширение которого - MDL) позволяет использовать модель, заданную прежде. В частности, такой файл может быть подготовлен как обычный текстовый файл.



Рис.5. Определение одномерной скоростной модели, как начальной при решении прямой задачи.

Вы можете также изменить точность аппроксимации начальной скоростной модели (см. ниже), которая задается в пункте "Точность"; рекомендуемое значение: 0.005-0.02.

Обратитесь к пункту "Вперед".

Введите имя для запоминания заданной одномерной модели.

Вы можете обратиться к пункту "Коррекция", чтобы включить автоматическую коррекцию. В этом случае введенная модель будет умножена на постоянный корректирующий множитель с целью минимизировать невязки времен пробега.

5.2) Начальная скоростная модель как дву(трех)мерная функция. Рис.6.

Обратитесь к пункту "2-D" или "3-D" в случае дву или трехмерной томографии соответственно. Задайте модель. Это можно сделать либо вручную, либо посредством чтения из файла (традиционное расширение - VEL). Если границы области или число ячеек, определенные по умолчанию, Вас не устраивают, то

измените их прежде, чем задавать модель, в противном случае введенная модель будет уничтожена. Учтите, что если форма ячеек далека от квадратной (кубической), то точность трассировки лучей немного уменьшается. Во время спецификации двумерной модели, пользователь может редактировать как каждую ячейку по отдельности, так и любую прямоугольную часть области. Во втором случае скорость в прямоугольной части может быть или постоянной или меняться линейно. Трехмерную скоростную модель можно определить как набор двумерных моделей, каждая из которых представляет собой сечения трехмерной модели в плоскости перпендикулярной оси X,Y или Z.



Рис.6. Определение двумерной скоростной модели, как начальной при решении прямой задачи.

Вы можете также изменить точность расчетов, определяемую способом интерполяции поля времен (см. ниже), для чего служит пункт "Точность". Точность

расчетов может быть "Высокой" и "Низкой"; рекомендуется использовать "Высокую" точность.

Обратитесь к пункту "Вперед".

Введите имя для запоминания заданной дву(трех)мерной модели.

5.3) Начальная скоростная модель как набор слоев (разновидность двумерной функции). Рис.7.



Рис.7. Определение набора одномерных скоростных моделей, как начальной двухмерной модели при решении прямой задачи. Рекомендуется для интерпретации наблюдений на рефрагированных волнах.

Иногда бывает удобно определить начальную скоростную модель, как набор различных одномерных скоростных моделей, заданных с различных высот (учет рельефа местности). В этом случае необходимо заранее приготовить желаемые одномерные скоростные модели (все они должны иметь одно и тоже количество слоев!) и определить их геометрию в пункте "2L". Как правило, при входе в этот пункт программа будет искать *.mdl файл с тем же самым именем, что и файл

данных. Он должен быть среди файлов приготовленных заранее. Этот файл будет совмещен с левой и правой границами исследуемой области, а скорости между ними будут проинтерполированны линейно. Далее Вы можете ввести либо мышкой, либо точно определив координаты вручную¹ следующий 1D файл на желаемой высоте и удалении от левой границы. Интерполяция скорости с учетом местоположения нового файла будет показана альтернативным цветом. Если Вас устраивает данное местоположение - обратитесь к пункту "Доб". Если не устраивает - определите местоположение файла в другом месте. Пункты "<" ">" позволяют Вам визуализировать местоположения уже определенных 1D файлов (они будут отмечаться соответствующими порядковыми номерами). Вы можете редактировать текущий mdl файл или удалить его. Текущую расстановку можно записать в файл с расширением LRS и прочитать его при следующем сеансе работы. Если имя файла LRS совпадает с именем файла данных, то он будет автоматически прочтен при входе в пункт "2L".

После обращения к пункту "Вперед" введите имя для запоминания заданной двумерной модели, пересчитанной и проинтерполированной из набора одномерных моделей. Также Вам будет предложено записать в файл *.fix местоположение всех ячеек, лежащих выше или ниже, чем введенная пачка слоев. Причем скорости всех ячеек, лежащих выше уровня поверхности будут приравнены 0.01, а ниже - соответствующим величинам во введенных 1D моделях. Использование файла с фиксированными значениями скорости поможет на стадии решения обратной задачи избежать такого нефизичного эффекта, как распространение части лучей по воздуху.

ПРИМЕЧАНИЕ: определение двумерной скоростной модели в данной опции требует определенного навыка и аккуратности. Вы должны следить за тем, чтобы область содержала достаточно места для помещения в нее 1D модели, иначе модель будет выравниваться по верхнему краю области или вообще вылезать из неё. В случае задач на рефрагированных волнах рекомендуется задавать размеры исследуемой области на шаге определения параметров прямой задачи и только потом переходить в пункт 2L.

Если начальная скоростная модель не является двумерной функцией, Вы должны **явно задать границы исследуемой области**, а также число ячеек, на которые она должна быть разбита. Это может быть сделано либо непосредственно в рассматриваемом меню (пункт "Область"), либо позже, после соответствующего запроса.

7) Запустите программу решения прямой задачи.

ПРИМЕЧАНИЕ. В случае одномерной начальной скоростной модели программа начнет решение прямой задачи с инициализации. При этом линейно меняющаяся скорость в каждом из слоев аппроксимируется набором маленьких "ступенек", в пределах каждой из которых скорость постоянна (скорости для соседних ступенек могут отличаться не более чем на Vmax * е, где Vmax - максимальная скорость по всей модели; е - точность аппроксимации начальной скоростной модели). Последующее трассирование каждого луча выполняется в следующей последовательности: 1) проходящий луч рассчитывается методом "пристрелки"; 2)

¹ Чтобы вручную ввести координаты местоположения нового 1D файла, установите клавишами «<» «>» порядковый номер файла «А».

трассируются лучи, соответствующие всем возможным рефрагированным (головным) волнам; 3) времена пробега вдоль каждого из лучей сравниваются и выбирается одно - минимальное, которое запоминается вместе с соответствующей траекторией.

В случае двумерной начальной скоростной модели решение прямой задачи для данного луча будет проводиться программой в следующей последовательности: 1) расчет времен пробега первых вступлений от источника до всех узлов сетки (т.е. поля времен) на основе теории графов; 2) расчет траектории луча, который выполняется в обратном направлении, от приемника к источнику, вдоль антиградиента поля времен; 3) перезапись траектории луча в обратном направление, приводящая траекторию к естественному виду. В процессе работы алгоритма поле времен во всех точках, лежащих на сторонах ячеек, должно быть известно. Для этой иели используется интерполяция, которая может быть либо линейной, либо параболической (во втором случае используются дополнительные узлы, располагаемые в серединах сторон). "Низкая" точность расчетов соответствует линейной интерполяции; "Высокая" - параболической. Имейте в виду, что расчет поля времен не производится, если данный луч берет начало в том же источнике, что и предыдуший. Поэтому для повышения скорости расчетов следует так организовывать входной файл, чтобы все данные, соответствующие одному и тому же источнику, шли друг за другом.

8) Если начальная скоростная модель не является двумерной функцией, и Вы не обратились к пункту "Область", то программа решения прямой задачи прервет работу, чтобы запросить границы исследуемой области, а также число ячеек, на которые она должна быть разбита. Рис.8. При этом значения по умолчанию определяются по результатам предварительной трассировки, поэтому в случае, когда начальная скоростная модель не является постоянной, такой путь задания рассматриваемых величин является предпочтительным. Рекомендуемое число ячеек зависит от метода решения обратной задачи (см. ниже). В случае поиска наиболее гладкого решения полное число ячеек должно быть того же порядка или несколько больше, чем число данных. В случае решения обратной задачи остальными методами желательно, чтобы полное число ячеек было в 3-10 раз меньше числа данных. Имейте в виду, что при осуществлении нелинейной томографической обработки лучше работать с ячейками, близкими по форме к квадратным: это может повысить точность трассировки. После того как рассматриваемые параметры заданы, можно продолжить обработку данных.



Рис.8. Разбиение исследуемой области на ячейки.

9) После того, как прямая задача решена, автоматически производится переход к визуализации сейсмических лучей. Рис.9. Имеет смысл внимательно посмотреть на возникшее изображение: если Вы неправильно задали начальную модель, то оно поможет Вам обнаружить это.

10) Обратитесь к пункту меню "Справка", который предназначен для вывода на экран информации о заданных параметрах интерпретации, чтобы убедиться в их правильности. Кроме того, Вы будете при этом проинформированы о следующих значениях:

- Начальная скорость после коррекции, если начальная модель однородная среда, или корректирующий множитель - в остальных случаях (для томографии на временах пробега);
- Начальное поглощение в Дб на единицу длины (для амплитудной томографии);

- Среднеквадратичная невязка (невязка в случае томографии на временах пробега величина, равная разности Tobs-Tcalc, где Tobs - эксперименальное время пробега, Tcalc - теоретическое время пробега; в случае амплитудной томографии невязки определяются аналогичным образом, только вместо времен пробега необходимо взять логарифмы амплитуд);
- Среднеквадратичная относительная невязка, в процентах (относительная невязка величина, определяемая соотношением (Tobs-Tcalc)/Tcalc*100%);
- Рекомендуемое пороговое значение невязки (см.ниже), определяемое как среднеквадратичная относительная невязка, умноженная на 3.



Рис.9. Визуализация лучевой схемы.

11) Постройте гистограмму относительных невязок. Рис.10. Невязки, заметно превышающие средний уровень, свидетельствуют, по всей видимости, о присутствии систематических ошибок в данных. В этом случае имеет смысл решить, каким следует выбрать пороговое значение невязки: данные с невязками, превышающими по модулю некоторый порог, могут быть исключены из рассмотрения на этапе решения обратной задачи. При этом можно воспользоваться рекомендуемым значением, которое выдается при обращении к пункту меню "Справка".

F1 Помощ	ь <mark>F2</mark> Сп	іравка <mark>F</mark>	3 Устан	ювки		F5	Прочее	ESC Выход
Невязки	4:	— отр	ицателі	оные	— п	оложители	oHble	
88.0								и3 firstomo.ray мИн.луч: 1 Макс.луч: 400 невЯзки < Нет
66.0								прием/Теор Да Автонадпись Да
44.0								тек.лу Ч: 1 + 1 10 100 1000 Хист: 0.000
22.0								Үист: 0.000 Zист: 0.000 Xпр: 3.000
0.0	<u>л Л</u> . 0	0.8			2.5	3.3	4.2	Ұпр: -3.000 Zпр: 0.000 Ттеор.: 1.403
впЕред	п <mark>О</mark> лно	Лучи	T(X)	T(Y)	Гист.	Проп.	вывод	7 эксп.: 1.387 Невязка: -1.193

Рис. 10. Визуализация гистограммы невязок (разницы между наблюденными временами первых вступлений и рассчитанных для начальной скоростной модели).

12) Можно также вывести на экран экспериментальные и теоретические годографы. Рис.11. систематические несоответствия между ними (например, их постоянное смещение по пространственной координате друг относительно друга) могут свидетельствовать об ошибках при задании геометрии наблюдений. Попытка



формального использования таких данных для решения обратной задачи приведет к неправильному расчету уточненной модели скорости или поглощения.

Рис.11. Визуализация наблюденных и теоретических годографов.

13) Обратитесь к пункту меню "Вперед", чтобы перейти к решению обратной задачи.

4.3 Решение обратной задачи.

Прежде всего, Вы можете, если необходимо, изменить параметры решения обратной задачи. Рис.12. Наиболее важным здесь является следующее.

1) Вы можете изменить метод решения обратной задачи. Всего в Ваше распоряжение предоставляется четыре метода:

- Метод обратного проецирования;
- Метод наименьших квадратов с регуляризацией;
- Поиск наиболее гладкого решения;
- Поиск наиболее ровного решения.



Рис.12. Задание параметров решения обратной задачи.

1.1) Метод обратного проецирования. Решение по этому методу рассчитывается почти моментально, однако надежность такого решения является достаточно низкой. В лучшем случае оно позволяет локализовать на качественном уровне наиболее аномальные зоны в пределах исследуемой области. Что касается численных значений, то им доверять не следует.

1.2) Метод наименьших квадратов с регуляризацией. Суть этого метода состоит в совместной минимизации рассчитанных на предыдущем этапе временных/ амплитудных невязок с одной стороны, и поправок к начальной модели скорости/ поглощения во всех ячейках - с другой. Минимизация производится методом сопряженных градиентов. Такой способ построения решения приводит к более надежным результатам, чем метод обратного проецирования, но работает дольше. Его основной недостаток связан с тем фактом, что значения решения в соседних ячейках считаются независимыми. Частое следствие этого: построенное решение

23

характеризуется множеством мелкомасштабных ложных аномалий того и другого знака.

1.3) Поиск наиболее гладкого решения. Суть этого метода заключается в совместной минимизации рассчитанных на предыдущем этапе временных/ амплитудных невязок с одной стороны, и разностей поправок к начальной модели скорости/поглощения для всех пар соседних ячеек - с другой. Как и в предыдущем случае, минимизация производится методом сопряженных градиентов. Этот способ построения решения требует наибольшего времени расчетов, однако ведет, в большинстве случаев, к наиболее надежным результатам. Дело в том, что он учитывает, что значения скорости/поглощения в соседних ячейках являются, скорее всего, близкими. Поэтому Вы можете смело задавать ячейки достаточно малого размера, избегая тем самым чрезмерного сглаживания решения с одной стороны, и не опасаясь, что оно станет похожим на "лоскутное одеяло" - с другой. Особенно рекомендуется использовать этот способ построения решения в случае, если предполагается использовать уточненную модель в качестве нового начального приближения.

1.4) Поиск наиболее ровного решения. Фактически "Поиск наиболее гладкого решения" работает не совсем корректно в случае, если изменение параметров среды по вертикали происходит гораздо быстрее, чем по горизонтали (это в первую очередь относится к исследованиям на рефрагированных волнах). Для этих случаев мы рекомендуем использовать "Поиск наиболее ровного решения", когда параметр регуляризации (см. ниже) для вертикальной пары соседних ячеек в 10 раз больше, чем для горизонтальной пары. Идея метода состоит в том, что невязки должны быть в первую очередь объяснены вертикальными вариациями параметров среды и только их остаток - горизонтальными.

2) Если Вы остановились на методе наименьших квадратов с регуляризацией или на поиске наиболее гладкого решения, Вы можете задать требуемую **точность** расчетов. Этот параметр характеризует точность, с которой рассчитанное решение удовлетворяет выбранному критерию минимизации. Чем выше точность, тем большее число итераций по методу сопряженных градиентов предстоит выполнить и, следовательно, тем больше времени займут расчеты. Точность, достигнутая на каждой итерации, выводится в процессе расчетов на экран. Рекомендуемое значение точности: 0.01-0.001.

3) Если Вы остановились на методе наименьших квадратов с регуляризацией или на поиске наиболее гладкого решения, Вы можете также задать **параметр регуляризации**. Этот параметр определяет вес каждого из двух членов, входящих в критерий минимизации. Чем большим задан параметр регуляризации, тем более сглаженным оказывается решение. Возможные критерии оптимального выбора: отсутствие хаотичной смены положительных и отрицательных аномалий; разумные пределы изменения скорости/поглощения; соответствие уточненной модели данным, полученным другими геофизическими методами, если таковые имеются (например полученным посредством акустического каротажа скважин). Рекомендуемое значение параметра регуляризации: 0.01-0.001. Если выполняется нелинейная томографическая обработка, то значение параметра регуляризации на первых итерациях должно быть несколько завышено: до 0.5-2.0.

4) Вы можете задать **пороговое значение невязки**. Тогда данные с относительными невязками, превышающими по модулю пороговое значение, не будут учитываться при решении обратной задачи.

5) В случае томографии на временах пробега Вы можете задать точки (ячейки) с заранее известной скоростью. Это позволит Вам, к примеру, учесть при расчетах данные акустического каротажа. Для этого:

Обратитесь к пункту "Фиксация". Рис.13.



Рис.13. Фиксация ячеек с заранее известной скорости. Использован автоматически сгенерированный файл FIX в пункте "2L", смотри Рис.7.

Задайте точки с заранее известной скоростью. Это можно сделать следующими способами: 1) "заморозить" значения, взятые из начальной (или любой другой двумерной) скоростной модели; 2) ввести заранее известные значения скорости вручную; 3) прочитать заранее известные значения скорости из файла. В любом случае значение скорости для каждой ячейки может быть зафиксировано только в

одной точке, а именно - в центральной. При чтении из файла координаты точек пересчитываются к центрам ячеек; если в одну ячейку попадает несколько точек, то запоминается значение скорости, соответствующее последней из них.

Обратитесь к пункту "Вперед".

Введите имя файла для запоминания информации о точках с заранее известной скоростью. Если эта информация прочитана из файла, то для выходного файла следует выбрать другое имя, поскольку выходная информация может отличаться от исходной.

6) В случае томографии на временах пробега Вы можете задать возможные границы вариаций скорости в искомой модели. Для этого обратитесь к пункту "Величина" и выберете опцию "Скор.модель" с ограничениями. Возможны два типа ограничений:

- по абсолютной величине, например, скорость в искомой модели должна находиться в пределах от Vmin до Vmax;
- в процентном отношении к начальной скоростной модели, например, скорость в искомой модели должна находиться в пределах от Vint*(1-proc_neg/100%) до Vint*(1+proc_pos/100%), где Vint начальная скоростная модель, proc_neg/proc_pos возможные отрицательные/положительные вариации скорости в процентах.

7) Запустите программу решения обратной задачи.

8) Проанализируйте уточненную модель, появляющуюся на экране по завершении расчетов (в трехмерном случае на экран в первый момент выводится горизонтальное, самое верхнее из всех возможных, сечение; далее возможен вывод на экран произвольного горизонтального или вертикального сечения). Рис.14. Если уточненная модель кажется чересчур сглаженной или, напротив, чересчур контрастной, то повторите решение обратной задачи с другим параметром регуляризации.

9) Вы можете обратиться к пункту меню "Справка", чтобы убедиться в правильности задания параметров интерпретации. Кроме того, Вы будете при этом проинформированы о следующих значениях:

- 1. Число данных, рассмотренных на этапе решения обратной задачи;
- 2. Начальная среднеквадратичная невязка (если на этапе решения обратной задачи рассматриваются все данные, то это значение совпадает со значением, определенным при решении прямой задачи);
- 3. Конечная среднеквадратичная невязка, т.е. невязка, не объясненная уточненной моделью;
- 4. Уменьшение среднеквадратичной невязки, в процентах, которое рассчитывается по формуле (Rbeg-Rfin)/Rbeg*100%, где Rbeg начальная среднеквадратичная невязка, Rfin конечная среднеквадратичная невязка.



Рис.14. Визуализация улучшенной скоростной модели.

10) Вы можете также оценить качество построенного решения.²

Для этого:

Вернитесь в главное меню.

Обратитесь к пункту "Решение обратной задачи".

Введите имя файла, содержащего информацию, необходимую для решения обратной задачи.

Укажите в пункте "Величина" значение "Строка матрицы разрешения" или "Столбец матрицы разрешения".

² Данный способ оценки качества решения является классическим, так как естественным образом вытекает из теории решения обратных задач. С другой стороны он совершенно не технологичен, так как позволяет оценить качество решения только в одной точке. Для оценки качества полученного решения во всей области требуется провести огромное количество расчетов. Менее строгий, но гораздо более технологичный способ оценки качества решения представлен в пункте «Утилиты».

Столбец матрицы разрешения показывает, как расплывается единичная аномалия, приходящаяся на данную ячейку, в процессе томографической обработки. Строка матрицы разрешения показывает, какой вклад вносят все ячейки в единичную аномалию, если таковая появляется в уточненной модели. Выбор данной строки или столбца матрицы разрешения производится посредством указания координат любой точки, лежащей внутри данной ячейки.

В случаях метода обратного проецирования и метода наименьших квадратов с регуляризацией матрица разрешения симметрична. Поэтому расчет и строки, и столбца матрицы разрешения, выполненный для одной и той же ячейки, приводит к одинаковым результатам.

В случае идеальной разрешающей способности матрица разрешения является единичной. При этом рассчитанная функция (строка или столбец матрицы разрешения) оказывается равной единице в данной ячейке и равной нулю - во всех остальных.

Задайте остальные параметры обработки аналогично случаю расчета уточненной модели.

Запустите программу решения обратной задачи.

11) Если результатом решения обратной задачи является дву(трех)мерная скоростная модель, то ее можно использовать в качестве нового начального приближения и продолжить интерпретацию, снова запустив программу решения прямой задачи. В итоге, так можно выполнить целую **последовательность итераций**. Такой итеративный процесс позволяет должным образом учесть искривление сейсмических лучей и, следовательно, повысить качество интерпретации.

4.4 Вывод результатов.

Промежуточная графическая информация может быть записана в файл формата PLT с целью последующего вывода на принтер при помощи программы PLOT из пакета SURFER фирмы Golden Software Inc. Для этого необходимо вывести рисунок на полный экран (пункт меню "Полно") и нажать комбинацию клавиш "Alt"+"L". Это касается следующей информации:

- Схемы расположения источников и приемников;
- Начальной одномерной скоростной модели;
- Начальной дву(трех)мерной скоростной модели;
- Лучевых траекторий;
- Годографов;
- Гистограммы невязок.

Изображение начальной двумерной скоростной модели, а также любой рассчитанной двумерной функции (или сечения рассчитанной трехмерной функции) можно экспортировать в пакет программ, выполняющий печать, в виде таблицы значений. Пакет FIRSTOMO поддерживает следующие форматы:

- GRD /ASCII/
- GRD /binary/
- GXF
- LCT
- ZYH
- XYZ.

Информация о результатах решения прямой и обратной задачи может быть также сохранена в текстовом виде в файлах-протоколах (*.pro).

Любой экран может быть скопирован в файл формата PCX посредством комбинации клавиш "Alt"+"W", а также с помощью клавиши "Alt"+"L" в векторные форматы HPGL или PLT (Golden Software Inc.) по дополнительному выбору;

5. Дву(трех)мерное кинематическое моделирование (стандартная последовательность операций).

1) Запустите FIRSTOMO.

2) При помощи клавиши "F5" установите главный режим "дву(трех)мерное кинематическое моделирование" и обратитесь к пункту "Решение прямой задачи" (клавиша "F6"). Рис.15.

3) Задайте имя файла сбора (файла с парами "источник-приемник", которые должны быть рассмотрены). Традиционное расширение такого файла - SRP.

4) Измените, если считаете нужным, параметры моделирования (границы области, имена выходных файлов и т.д.).

5) Если файл сбора - новый или если старая схема расположения источников и приемников Вас не удовлетворяет, то необходимо задать новую схему. Имейте в виду, что вновь задаваемые пары "источник-приемник", будут добавлены к старым, уже имеющимся в файле. Для стирания старой информации следует предварительно обратиться к пункту меню "Очистить файл".

Задание новой схемы расположения источников и приемников может состоять из множества этапов. В процессе моделирования будут рассчитываться времена пробега для всех возможных пар из источников и приемников, заданных на одном и том же этапе. Для перехода к следующему этапу следует обратиться к пункту меню "Добавить в файл".

Координаты источников и приемников могут задаваться следующими способами: 1) вручную; 2) посредством чтения из файлов. Задание вручную может выполняться либо графически (с помощью курсора, только в случае двухмерного моделирования!), либо численно; при этом источники/приемники могут вводиться либо один за другим, либо целыми профилями. Файлы с координатами источников и приемников имеют традиционные расширения #SO и #RE, соответственно. Их формат в данном случае совпадает с форматом аналогичных файлов, используемых при томографической обработке (случаи "XY" и "XYZ" в дву(трех)мерном моделировании, соответственно).



Рис.15. Задание параметров решения задачи кинематического моделирования.

6) Задайте скоростную модель, подлежащую рассмотрению.

Предусмотрены следующие виды моделей:

- постоянная скорость;
- одномерная функция, т.е. набор горизонтальных слоев;
- дву(трех)мерная функция, т.е. набор значений в ячейках равномерной прямоугольной сетки. Задание скоростной модели может быть осуществлено так же, как и в случае дву(трех)мерной томографической обработки.
- 7) Запустите программу моделирования.

8) После того, как моделирование закончено, автоматически производится переход к **визуализации сейсмических лучей**. При этом можно также вывести на экран теоретические годографы. Другим результатом моделирования является создание текстового файла с рассчитанными временами пробега первых вступлений (традиционное расширение - #DT). Каждая строчка этого файла является копией соответствующей строчки файла сбора, в конец которой дописано рассчитанное

время пробега. Такой файл может использоваться в качестве файла с данными для томографической обработки (формат "XY").

6. Утилиты.

FIRSTOMO включает некоторые дополнительные возможности, представленные в пункте "Утилиты" главного меню.

6.1 Переформачивание.

Эта утилита (а точнее - набор утилит) позволяет переписать различные файлы из одного формата (обычно FIRSTOMO формата) в другой формат, используемый "внешними" пакетами. Таким образом, осуществляется обмен информацией между пакетом FIRSTOMO и другими пакетами. В настоящее время предлагаются 4 опции:

- 1. GRD->VEL: переформачивание GRD-файлов используемых в пакете SURFER (Golden Software Inc.) в формат "*.vel" используемый в FIRSTOMO;
- 2. **RAY->DXF**: переформачивание RAY-файлов, вычисленных в FIRSTOMO в формат DXF используемый в пакете AUTOCAD;
- 3. RAY->BLN: переформачивание RAY-файлов, вычисленных в FIRSTOMO в формат BLN используемый в пакете SURFER (Golden Software Inc.);
- 4. GRM->#DT: переформачивание GRM-файлов со временами первых вступлений, выделенных в FIRSTPIX (Interpex Inc.) в "*.#dt" формат, используемый в FIRSTOMO;

6.2 Оптимизация.

Утилита оптимизации может быть использована для оптимизации файлов данных. Программы лучевого трассирования в 2-D и 3-D случае работают гораздо быстрее, если данные сгруппированы по источникам: первый источник - все приемники и т.п. Если число приемников меньше, чем число источников, то дополнительная оптимизация будет проведена перестановкой источников и приемников.

6.3 Трансформации.

Утилита трансформации проводит операции над двумя файлами со скоростными моделями, которые содержатся в файлах типа "*.sol" или "*.vel" и создает на их базе выходной файл типа "*.vel". Число ячеек и размерность по каждому направлению обоих входных файлов должны быть идентичны. Каждый элемент выходного файла рассчитывается по следующей формуле;

С=<коэффициент1>*А<оператор><коэффициент2>*В,

где С - рассчитываемый элемент; А,В - соответствующие элементы во входных файлах, соответственно; <коэффициент1>, <коэффициент2> - определяемые пользователем коэффициенты; <оператор> - определитель типа операции над входными файлами. Всего существует 8 возможностей:

- 1. сложение;
- 2. вычитание;
- 3. умножение;
- 4. деление;
- 5. расчет отношения Vp/Vs;

- 6. расчет модуля всестороннего сжатия К;
- 7. расчет модуля Юнга Е;
- 8. расчет коэффициента Пуассона;

В четырех последних случаях коэффициенты 1 и 2 не имеют никакого смысла и их можно не определять. Предполагается при этом, что первый входной файл содержит распределение скоростей Р-волн, а второй - S-волн. Необходимая для расчетов упругих параметров плотность определяется по абсолютной величине, как половина значения скорости Р-волн в текущей ячейке.

6.4 Оценка качества.

Хорошо известно, что достоверность томографического обращения всегда является спорным местом в задачах томографии. Для прояснения этого вопроса может быть использована утилита оценки качества решения. Рис.16. Физический смысл предлагаемого подхода состоит в следующем:

- 1. начальная скоростная модель среды, использованная при томографической обработки реальных данных, усложняется искусственными скоростными аномалиями спайками;
- 2. для этой тестовой модели рассчитываются времена первых вступлений для всех пар источник-приемник экспериментальной системы наблюдений. Эти времена и принимаются за "наблюденные";
- 3. далее решается стандартная томографическая задача, в которой исходными данными являются "наблюденные" времена, используется та же самая начальная скоростная модель. Далее по сопоставлению между восстановленной моделью и возбужденной спайками оценивается качество решения, которое может быть достигнуто при данной системе наблюдения. По характеру восстановления искусственных аномалий различной формы и контрастности в разных частях исследуемой области Вы можете оценить достоверность восстановленных аномалий, полученных в результате стандартной томографической обработки.

Данная утилита реализована следующим образом:

при входе выдается запрос на имя файла "*.sol", качество решения которого и будет оцениваться;

утилита позволяет Вам определить тип решетки (системы спайков), который будет использоваться в тестовой модели. Различные типы решеток хранятся в файле "firstomo.shp" (смотрите Приложение 4 как создать свою собственную решетку). Выбранная решетка будет показана на экране (в трехмерном случае будет показано только одно из горизонтальных сечений под номером N. N=0 соответствует минимальной Z-координате);

Вы также можете определить величину контрастности аномалий в процентах. Значения скорости в тестовой модели будут рассчитываться по формуле:

$$V_{Tect} = V_{Hay} + Vc*K/100,$$

где Инач - значение начальной скорости в текущей ячейке;

К - контрастность аномалии;

Vc - значение аномалии в тестовой решетке (обычно, но не обязательно 0 или 1); Vmecm - значение скорости в тестовой модели.



Рис.16. Меню утилиты "Оценка качества".

Число ячеек в тестовой решетке обычно меньше, чем в скоростной модели, поэтому решетка будет автоматически повторяться во всех направлениях, пока не покроет всю модель. Это процедура начинается с минимума Х-, Y-, и Z-координат (то есть с левого нижнего угла в двухмерном случае).

Пункт "Показать" визуализирует тестовую модель.

Пункт "Шум" позволяет Вам ввести в тестовые данные случайный шум. Вы должны определить его дисперсию в тех же самых единицах времени, в которых записаны времена первых вступлений в исходном файле данных.

Пункт "Вперед" начинает вычисления, результаты которого сохранятся в файле, определяемом в пункте "Оценка" и который будет автоматически визуализирован по окончанию вычислений.

В случае ошибки вычислений визуализация не будет показана, а все сообщения об ошибках запишутся в файл "output.err", аналогично случаю автовычислений (смотрите ниже).

6.5 Автовычисления.

Данная утилита предполагает вычисления по FIRSTOMO в "пакетном" режиме, что часто бывает полезно для вычислений, требующих большого количества времени. "Пакетный" режим означает, что Вы можете определить все параметры одной или более задач (до десяти) с самого начала. Рис.17. После этого вычисления всех этих задач будут идти без перерыва - одно за другим. Определение параметров задачи делается аналогично случаю интерактивной обработки. Сначала определяется глобальная мода "F5" как в главном меню. Затем, в зависимости от выбранной главной моды, определяются параметры решения прямой (всегда) и обратной (только в случае глобальных мод - "двумерная томография на временах пробега", "трехмерная томография на временах пробега", "двумерная амплитудная томография") задач. Ключи F6 и F8 вызывают меню спецификаций параметров прямой и обратной задач, соответственно.

Все параметры текущей задачи могут быть сохранены в файле с расширением SET - пункт "Запись". В последствии они могут быть прочитаны из этого файла - пункт "Чтение". Каждая задача имеет свой порядковый номер: первая - '0', вторая - '1' и

т.д. до '9'. Пункт "Новый" вводит новую задачу. Пункт "Удалить" удаляет текущую задачу (Задача '0' не может быть удалена). Пункт "Наб(ор)" перебирает все определенные к настоящему моменту задачи.

Когда параметры всех задач определены можно начать автовычисления - пункт "Вперед". Вычисления начинаются с задачи под номером '0', затем '1' и так далее без прерываний. Только в случае решения прямой задачи, если Вы не определили границы области заранее, программа попросит Вас сделать это по мере вычислений. Для удобства проведения итеративных вычислений после решения обратной задачи автоматически генерируется файл "*.vel" с тем же самым именем, что и рассчитанный файл "*.sol", таким образом данный файл "*.vel" может быть задан в качестве параметра для следующих задач.

В случае ошибки вычислений текущая задача прерывается, начинается выполняться следующая задача, а все сообщения об ошибках записываются в файл "output.err".



Рис.17. Меню утилиты "Автовычисления".

7. Самые распространенные проблемы при запуске пакета:

1. Проявление: Экран рябит, неестественно сжимается и т.п.

Причина: Монитор не в состоянии поддерживать данную видео моду.

Действия: Нажмите ALT "X" и выйдете в DOS. Запустите пакет в более простом видеорежиме, например командами:

firstomo -v

ИЛИ

firstomo -e

2. *Проявление*: пакет не запускается и выдается сообщение DOS о том, что программа имеет конфликт с ранее установленным software.

Причина: FIRSTOMO работает в защищенном режиме и использует встроенный расширитель (extender) памяти фирмы Symantec, при этом возникает конфликт с ранее загруженными расширителями, например - emm386.exe, в файлах config.sys или autoexex.bat.

Действия: удалите ранее установленные расширители, если нужно - перезагрузите компьютер, и перезапустите пакет.

3. *Проявление:* FIRSTOMO информирует о том, что недостаточно свободного места на диске или оперативной памяти.

Причина: объяснено выше.

Действия: следуйте указаниям FIRSTOMO и освободите место на диске или удалите программы из памяти. Конфликт демонстрационной версии FIRSTOMO с оперативной памятью возможен только на очень старых компьютерах. В случае конфликта рабочей версии FIRSTOMO с оперативной памятью уменьшите количество ячеек в файле firstomo.rc.

4. *Проявление:* Окна меню, возникающие на экране, не исчезают или не перерисовываются, при этом пакет работает неустойчиво.

Причина: недостаток оперативной памяти.

Действия: уменьшите количество ячеек в файле firstomo.rc.

5. *Проявление:* пакет не запускается из-под WINDOWS.

Причина: WINDOWS не позволяет активизировать данную видео моду.

Действия: Запустите пакет в более простом видеорежиме, например командами:

firstomo -e

или firstomo -v

Постарайтесь настроить WINDOWS таким образом, что бы использовать максимально допустимую видео моду. Пакет не всегда устойчиво работает под WIN95. Это связано с тем, что, как правило, он использует практически все ресурсы компьютера и WIN95 не успевает перераспределять остаток ресурсов, делать своппинг и т.п. Эти проблемы могут быть устранены коррекцией соответствующих установок в WIN95.

9. Internet Service

Пользователи пакета FIRSTOMO могут получить текущую информацию о состоянии пакета посетив FIRSTOMO Home Page по следующему адресу:

http://ldus.phys.spbu.ru/tomo/index.html

FIRSTOMO Home Page содержит информацию об основных принципах работы пакета, примерах его использования и, что особенно удобно, текущие версии пакета. Для того, чтобы пользователь мог обновить свою версию пакета необходимо сделать следующее:

- сохранить оригинальный файл firstomo.lic, который был получен вместе с Активатором (устройством защиты от несанкционированного копирования) в отдельном каталоге (месте);
- скопировать текущую версию пакета с FIRSTOMO Home Page;
- разархивировать пакет и заменить в нем файл firstomo.lic на сохраненный заранее.

Если все вышеописанные операции выполнены верно, то пакет должен работать в режиме рабочей версии.

ПРИЛОЖЕНИЕ 1. Описание меню.

Обозначения:

ааа - именованный пункт меню

- aaa/bbb пункт с разными названиями в разных случаях или группа идентичных пунктов
- <ааа> неименованный пункт меню

"а" - клавиша

"alt"+"a" - комбинация клавиш

{ааа} - действие

Главное меню.

"F1"	Вызов помощи.
"F3"	Обращение к меню задания установок.
"F4"	Вызов текстового редактора.
"F5"	Выбор главного режима.
"F6","F9"	Вызов этапа интерпретации/моделирования.
"Alt"+"X"	Выход в DOS.

Комбинации клавиш, срабатывающие во всех меню

"Alt"+"W"	Запись копии экрана в файл формата РСХ.

Работа с описанием

Маленький черный прямоугольник	Указывание места описания, выводимого на экран в данный
внутри вытянутого прямоугольника в	момент (верхний край вытянутого прямоугольника
правой части экрана	соответствует началу описания; нижний край вытянутого
	прямоугольника соответствует концу описания; красные
	риски соответствуют началам глав).
{Нажатие кнопки мыши при курсоре,	Вывод на экран предыдущей страницы описания.
указывающем на верхнюю стрелку у	
вытянутого прямоугольника в правой	
части экрана} ("Page Up")	
{Нажатие кнопки мыши при курсоре,	Вывод на экран следующей страницы описания.
указывающем на нижнюю стрелку у	
вытянутого прямоугольника в правой	
части экрана} ("Page Dn")	
"Home"	Вывод на экран первой страницы описания.
"End"	Вывод на экран последней страницы описания.
{Нажатие кнопки мыши при курсоре,	BUDGE US SKORU COOTRATCTRUCIUSES MACTO OFFICIUM
	вывод на экран соответствующего места описания.
указывающем на данное место на	вывод на экран соответствующего места описания.
указывающем на данное место на вытянутом прямоугольнике в правой	вывод на экран соответствующего места описания.
указывающем на данное место на вытянутом прямоугольнике в правой части экрана}	вывод на экран соответствующего места описания.
указывающем на данное место на вытянутом прямоугольнике в правой части экрана} {Нажатие левой кнопки мыши при	Вывод на экран описания таким образом, что указанная
указывающем на данное место на вытянутом прямоугольнике в правой части экрана} {Нажатие левой кнопки мыши при курсоре, указывающем на данную	Вывод на экран описания таким образом, что указанная строка становится первой на экране.
указывающем на данное место на вытянутом прямоугольнике в правой части экрана} {Нажатие левой кнопки мыши при курсоре, указывающем на данную строку}	Вывод на экран соответствующего места описания. Вывод на экран описания таким образом, что указанная строка становится первой на экране.
указывающем на данное место на вытянутом прямоугольнике в правой части экрана} {Нажатие левой кнопки мыши при курсоре, указывающем на данную строку} {Нажатие правой кнопки мыши при	Вывод на экран соответствующего места описания. Вывод на экран описания таким образом, что указанная строка становится первой на экране. Вывод на экран описания таким образом, что указанная
указывающем на данное место на вытянутом прямоугольнике в правой части экрана} {Нажатие левой кнопки мыши при курсоре, указывающем на данную строку} {Нажатие правой кнопки мыши при курсоре, указывающем на данную	Вывод на экран соответствующего места описания. Вывод на экран описания таким образом, что указанная строка становится первой на экране. Вывод на экран описания таким образом, что указанная строка становится последней на экране.
указывающем на данное место на вытянутом прямоугольнике в правой части экрана} {Нажатие левой кнопки мыши при курсоре, указывающем на данную строку} {Нажатие правой кнопки мыши при курсоре, указывающем на данную строку}	Вывод на экран соответствующего места описания. Вывод на экран описания таким образом, что указанная строка становится первой на экране. Вывод на экран описания таким образом, что указанная строка становится последней на экране.
указывающем на данное место на вытянутом прямоугольнике в правой части экрана} {Нажатие левой кнопки мыши при курсоре, указывающем на данную строку} {Нажатие правой кнопки мыши при курсоре, указывающем на данную строку} Помощь ("F1")	Вывод на экран описания таким образом, что указанная строка становится первой на экране. Вывод на экран описания таким образом, что указанная строка становится последней на экране. Вывод на экран главы описания, посвященной работе с
указывающем на данное место на вытянутом прямоугольнике в правой части экрана} {Нажатие левой кнопки мыши при курсоре, указывающем на данную строку} {Нажатие правой кнопки мыши при курсоре, указывающем на данную строку} Помощь ("F1")	Вывод на экран описания таким образом, что указанная строка становится первой на экране. Вывод на экран описания таким образом, что указанная строка становится последней на экране. Вывод на экран главы описания, посвященной работе с самим описанием.

Задание установок пакета

Рабочая	Задание директории с файлами пользователя. Имя этой директории будет
директория	автоматически добавлено ко всем файлам, заданным пользователем.
Редактор	Задание имени текстового редактора, который вызывается из главного меню.

	Должно быть задано полное имя, включающее путь и расширение. Появление
37	звездочки справа указывает на правильное задание имени редактора.
уровни	задание фаила с цветовои шкалои. Цвета и значения уровнеи, определенные в этом
	файле, используются как умолчание при визуализации 2-/3-мерных функций.
	Традиционное расширение файла - VEL. В качестве такого файла может быть
	использован файл созданный в меню задания цветовой шкалы. Лолжно быть
	задано полное имя файла, включающее путв и расширение. Появление звездочки
	справа указывает на правильное задание имени фаила. Если такои фаил
	отсутствует, то цвета уровней задаются пакетом гткотото самостоятельно, а
	значения определяются на основе минимума и максимума каждои
	рассматриваемой функции (за подрооностями обращаитесь к описанию меню
	задания цветовой шкалы).
Рука для мыши	Переключатель режимов мыши: "левая рука"/"правая рука". Режим "правая рука"
	является стандартным. Все описание FIRSTOMO написано для "правого" режима.
	Выбор "левого" режима приволит к взаимной замене функций правой и левой
	кнопок мыши по сравнению с описанием
Heet	Изменение прета указанного элемента меню. Применание: экспериментальные
цвет	голографии и положитали ная ратри систограмми нарязок рисиотоя "пратом лицей"
	подографы и положительная вствы пистограммы невязок рисуются цветом лучеи,
	а теоретические годографы и отрицательная ветвь гистограммы невязок рисуются
	"цветом лучеи 2" (см. меню визуализации лучеи).
"Стрелка	Перемещение звездочки по меню с целью выбора элемента меню, цвет которого
вверх"/"Стрелка	должен быть изменен.
вниз"	
"Стрелка	Листание цвета влево/вправо, в соответствии с последовательностью,
влево"/"Стрелка	изображенной внизу (рисунок в правой части экрана помогает следать выбор)
вправо"	noopanien en e
Источники/Прие	Изменение размера источников/приемников (возможны 5 размеров)
мники: размер	поменение размера него ников/приемников (возможны з размеров).
Истонники/Прие	Honeyever the total action and the total action of tot
ишки: форма	изменение формы источников/приемников (возможны э видов формы).
OK ("Enter")	
Devouu F1	Видов помощи
Помощь -г т	
Откат	Возврат к состоянию, имевшему место на момент вызова меню задания установок.
Запись	Запись установок в файл (традиционное расширение файла - PRM; файл с именем
	FIRSTOMO.PRM, если он существует, читается при запуске FIRSTOMO
	автоматически).
Чтение	Чтение установок из файла (традиционное расширение файла - PRM).
Выход (Esc)	Выход из меню без задания новых установок.

Задание типа входного файла (-ов).

Данные	в	Выбирайте этот пункт, если все данные содержатся в одном и том же файле. Каждая
одном		строка такого файла должна содержать следующую информацию: координаты
файле		источника; координаты приемника; время пробега волны от источника к приемнику.
Данные	в	Выбирайте этот пункт, если данные содержатся в 3-х разных файлах. Каждая строка
трех		первого файла должна содержать номер источника и его координаты; каждая строка
файлах		второго - номер приемника и его координаты; каждая строка третьего - номер
		источника, номер приемника и время пробега волны от источника к приемнику.
XY		Выбирайте этот пункт, если координаты источника/приемника заданы в следующем
		порядке: Х-координата, Ү-координата.
YX		Выбирайте этот пункт, если координаты источника/приемника заданы в следующем
		порядке: Ү-координата, Х-координата.
XYZ		Выбирайте этот пункт, если координаты источника/приемника заданы в следующем
		порядке: Х-координата, Ү-координата, Z-координата.
YXZ		Выбирайте этот пункт, если координаты источника/приемника заданы в следующем
		порядке: Ү-координата, Х-координата, Z-координата

Задание имени файла.

«Окно в левой части меню» «Маленький черный прямоугольник внутри вытянутого прямоугольника справа от списка	Вывод на экран списка файлов, в соответствии с указанными "Путем" и "Маской". Одновременно в окне помещается не более 5 имен. Если список длиннее, то его можно просматривать последовательно. Указывание места в списке файлов, выводимого на экран в ланный момент (верхний край вытянутого
файлов>	прямоугольника соответствует началу списка;
	нижний край вытянутого прямоугольника соответствует концу списка).
{Нажатие кнопки мыши при курсоре, указывающем на верхнюю стрелку у вытянутого прямоугольника справа от списка файлов} ("Page Up")	Листание списка файлов назад.
{Нажатие кнопки мыши при курсоре, указывающем на нижнюю стрелку у вытянутого прямоугольника справа от списка файлов} ("Page Dn")	Листание списка файлов вперед.
"Home"	Вывод на экран начала списка файлов.
"End"	Вывод на экран конца списка файлов.
{Нажатие кнопки мыши при курсоре, указывающем на данное место на вытянутом прямоугольнике справа от списка файлов}	Вывод на экран соответствующей порции из списка файлов.
{Нажатие кнопки мыши при курсоре, указывающем на данное имя файла в списке}	Быстрый ввод имени файла на основе списка.
Путь	Задание пути, используемого при выводе на экран списка файлов, и в дальнейшем добавляемого к введенному имени файла.
Маска	Изменение маски, используемой при выводе на экран списка файлов.
Имя	Ввод имени файла вручную.

Решение прямой задачи.

<числа в	Информация о текущем положении курсора. В трехмерном случае установка и
правом	демонстрация текущей проекции: (X,Y), (X,Z) или (Y,Z).
верхнем углу>	
("Insert")	
Входной	Установка и демонстрация имени входного файла(ов). Информация о числе входных
файл(ы)	файлов.
Выходные	Изменение имен выходных файлов: а) файла с информацией, необходимой для
файлы	решения обратной задачи; б) файла с траекториями лучей и другими результатами
	решения прямой задачи
Область	Демонстрация и изменение режима задания области. Вызов меню для задания
	границ исследуемой области и числа ячеек (режимы задания области: "сейчас" -
	границы и число ячеек задаются в вышеупомянутом меню; "потом" - границы и
	число ячеек задаются после предварительного лучевого трассирования в отдельном
	меню). Пункт не действует, если начальная скоростная модель является двумерной
	функцией.
Коррекция	Включение/выключение автоматической коррекции начальной модели
	скорости/поглощения, осуществляемой посредством умножения модели на
	постоянный коэффициент с целью минимизации невязок. Пункт не действует в
	случае томографии на временах пробега, если начальная скоростная модель является
	двумерной функцией.
v0	Информация о типе начальной скоростной модели ("1-D" - одномерная; "2-D" -
	двумерная; число, если модель является однородной); задание скорости в начальном

	приближении, если на начальной модели. Н характеризующаяся ско начальную модель, н присутствует только в с	чальная модель - однородна; выключение неоднородной Іачальная модель по умолчанию - однородная среда, ростью, средней по всем лучам. Величина, характеризующая не играет роли, если КОРРЕКЦИЯ включена. Пункт лучае томографии на временах пробега.	
a0	Информация о поглощ умолчанию рассчитыва среды. Величина, хара КОРРЕКЦИЯ включен томографии.	ении в начальном приближении. Начальное поглощение по ается по всем лучам в предположении об однородности ктеризующая начальное поглощение, не играет роли, если на. Пункт присутствует только в случае амплитудной	
Геом.р-е	Задание типа геоме расхождение не учиты корень из расстояния (к амплитуды линейно убн волн); "1/R¤", если амп в случае головных т томографии.	трического расхождения: "Нет", если геометрическое вается " $1/v(R)$ ", если амплитуды убывают как квадратный сак это происходит в случае поверхностных волн);" $1/R$ ", если ывают с расстоянием (как это происходит в случае объемных литуды убывают как квадрат расстояния (как это происходит волн). Пункт присутствует только случае амплитудной	
Амплитуды	Переключатель, опреде "абсолютные", т.е. пр "исходным". Пункт при	ляющий тип амплитуд, используемых в качестве данных: - осто измеренные; - "относительные", т.е. отнесенные к сутствует только случае амплитудной томографии	
Тип модели	Переключатель, определяющий тип уточненной модели: "амплитудная" или "энергетическая". Пункт присутствует только случае амплитулной томографии		
Вперел	Запуск программы реше	ения прямой залачи.	
1D	Вызов меню для задания одномерной начальной скоростной молели. Пункт		
	присутствует только в случае томографии на временах пробега.		
2D/3D	Вызов меню для задания дву(трех)мерной начальной скоростной модели.		
2L	Вызов меню для задания двумерной начальной скоростной модели по набору одномерных моделей.		
Полно	Вывод схемы расположения источников и приемников на полный экран. Последующее нажатие любой клавиши (кроме "Alt"+"L") или кнопки мыши приводит к возврату в меню. Нажатие комбинации клавиш "Alt"+ "L" вызывает на экран меню вывода изображения в файл формата HPGL или PLT.		
Рис.	Перерисовка схемы расположения источников и приемников.		
Проп.	Вызов меню для изменения пропорций изображения.		
Помощь ("F1")	Вызов помощи.		
Справка ("F2")	Выдача справки о значениях параметров интерпретации.		
Установки("F3 ")	Обращение к меню задания установок.		
Прочее ("F5")	Вызов меню для работы с "невидимыми" пунктами.		
Выход ("Esc")	д ("Esc") Выход в главное меню.		
"Невидимые" п	ункты меню:		
<Горизонтальная	я ось> ("Alt"+"H")	Вызов меню для изменения параметров горизонтальной оси.	
<Вертикальная с	ось> ("Alt"+"V")	Вызов меню для изменения параметров вертикальной оси.	
<Заголовок изоб	ражения>("Alt"+"Т")	Редактирование заголовка изображения.	
Выход в DOS ("А	Alt"+"X")	Выход из пакета.	

Предварительное задание границ области и числа ячеек.

Xmin/ Ymin / Zmin	Задание нижней границы исследуемой области по оси Х/Ү/Z (она не может
	быть больше, чем указанная по умолчанию).
Xmax/ Ymax/ Zmax	Задание верхней границы исследуемой области по оси Х/У/Z (она не может
	быть меньше, чем указанная по умолчанию).
Ячеек	Задание числа ячеек по оси X/Y/Z (рекомендуемое число ячеек зависит от
	метода решения обратной задачи; в случае поиска наиболее гладкой функции
	полное число ячеек рекомендуется делать того же порядка или несколько

больше, чем число данных).

Моделирование.

Расстановка источников и приемников при помощи курсора (режим "Один").

{Перемещение курсора по изображаемой области}	Указывание на текущую точку.
{Нажатие левой кнопки мыши}	Помещение источника в текущую точку.
{Нажатие правой кнопки мыши}	Помещение приемника в текущую точку.

Расстановка источников и приемников при помощи курсора (режим "Профиль").

{Перемещение курсора по изображаемой	Указывание на текущую точку.
области}	
{Первое нажатие левой кнопки мыши}	Определение профиля как профиля источников
	Помещение его начала в текущую точку
{Первое нажатие правой кнопки мыши}	Определение профиля как профиля приемников
	Помещение его начала в текущую точку.
{Второе нажатие любой кнопки мыши}	Помещение конца профиля в текущую точку.

<числа в правом	Информация о текущем положении курсора.
верхнем углу>	
Файл сбора	Изменение имени файла сбора (файла, в котором собираются пары "источник- приемник".
Выходные файлы	Изменение имени выходных файлов: а) текстового файла с рассчитанными временами пробега (в дальнейшем он может быть использован как файл с данными для двумерной томографической обработки); б) файла с траекториями лучей и другими результатами решения прямой задачи.
Координаты	Информация о типе выходного текстового файла (всегда XY: см. описание форматов файлов).
<Переключатель режимов>	Переключение режима ввода: "Один" или "Профиль".
Профиль	Задание числа источников/приемников на профиле.
<Число источников>	Информация о числе источников на экране.
<Число приемников>	Информация о числе приемников на экране.
Чтение<источники>	Чтение расположения источников из файла источников. Стандартным расширением файла является #SO. Для моделирования можно использовать только формат файла "XY" (см. описание форматов файлов).
Запись <источники>	Запись информации о расположении источников с экрана в файл источников.
Чтение<приемники>	Чтение расположения приемников из файла приемников. Стандартным расширением файла является #RE. Для моделирования можно использовать только формат файла "XY" (см. описание форматов файлов).
Запись <приемники>	Запись информации о расположении приемников с экрана в файл приемников.
Очистить экран	Удаление с экрана введенных источников и приемников.
Добавить в файл	Формирование пар "источник-приемник" из источников и приемников, изображенных на экране; добавление их к файлу сбора; очистка экрана.
Показать файл	Выдача информации об источниках и приемниках, содержащихся в файле сбора.
Очистить файл	Очистка файла сбора.
v0	Информация о типе рассматриваемой скоростной модели ("1-D" - одномерная; "2-D" - двумерная; число, если модель является однородной); задание значения скорости, если рассматриваемая модель - однородна; отключение неоднородной рассматриваемой модели.
Цифровой ввод	Включение/выключение цифровой расстановки источников и приемников.

Цифровая расстановка источников и приемников (режим "Один")

39

39

<Источник> X	Задание Х-координаты источника.
<Источник> Ү	Задание Ү-координаты источника.
Уст. источник(и)	Помещение источника в точку с указанными координатами.
<Приемник> Х	Задание Х-координаты приемника.
<Приемник> Ү	Задание Ү-координаты приемника.
Уст. приемник(и)	Помещение приемника в точку с указанными координатами.

Цифровая расстановка источников и приемников (режим "Профиль")

<Начало> Х	Задание Х-координаты начала профиля.		
<Начало> Ү	Задание Ү-координаты начала профиля.		
<Конец> Х	Задание Х-координаты конца профиля.		
<Конец> Ү	Задание Ү-координаты конца профиля.		
Уст. источник(и)	Определение профиля как профиля источников. Помещение его между		
	указанными началом и концом.		
Уст. приемник(и)	Определение профиля как профиля приемников. Помещение его между		
	указанными началом и концом.		

Вперед	Запуск программы кинематического моделирования.		
1D	Вызов меню для задания одномерной скоростной модели, подлежащей рассмотрению.		
2D/3D	Вызов мен	но для задания дву(трех)мерной скоростной модели, подлежащей рассмотрению.	
Полно	Вывод на	полный экран схемы расположения источников и приемников, имеющихся на	
	экране в данный момент. Последующее нажатие любой клавиши (кроме "Alt"+"L") или		
	кнопки мыши приводит к возврату в меню. Нажатие комбинации клавиш "Alt"+ "L"		
	вызывает на экран меню вывода изображения в файл формата HPGL или PLT.		
Рис.	Перерисовка схемы расположения источников и приемников, имеющихся н		
	экране в данный момент.		
Область	Вызов меню для задания границ области на экране.		
Проп.	Вызов меню для изменения пропорций изображения.		
Помощь	ь ("F1") Вызов помощи.		
Справка	а ("F2") Выдача справки о значениях параметров моделирования.		
Установ	рвки ("F3") Обращение к меню задания установок.		
Прочее (е ("F5") Вызов "невидимых" пунктов меню.		
Выход ("Esc") Выход в главное меню.		

"Невидимые" пункты меню:

<Горизонтальная ось> ("Alt"+"H")	Вызов меню для изменения параметров горизонтальной оси.
<Вертикальная ось> ("Alt"+"V")	Вызов меню для изменения параметров вертикальной оси
<Заголовок изображения>	Редактирование заголовка изображения.
("Alt"+"T")	
Выход в DOS ("Alt"+"X")	Выход из пакета.

Задание границ области в меню моделирования.

Xmin/ Ymin/ Zmin	Задание нижней границы области на экране по оси X/Y/Z.
Xmax/ Ymax/ Zmax	Задание верхней границы области на экране по оси X/Y/Z.

Задание одномерной скоростной модели.

<Числа в правом верхнем углу>	Информация о текущем положении курсора.
-------------------------------	---

Работа с моделью при помощи курсора.

{Перемещение курсора по	Указывание на текущую точку, находящуюся в текущем слое.
изображаемой области}	
{Нажатие левой кнопки мыши}	Разбиение текущего слоя на два с линейным изменением скорости в обоих.
{Нажатие правой кнопки мыши}	Разбиение текущего слоя на два с постоянной скоростью в верхнем и линейно меняющейся скоростью в нижнем

{Нажатие обеих кнопок мыши}	Удаление текущего слоя.
-----------------------------	-------------------------

Из	Установка и лемонстрация имени файда, из которого читается молель
Слой N	Установка и демонстрация начени фанка, из которого интеген модель. Установка и демонстрация номера текущего слоя.
<Скорость> верх	Установка и демонстрация значения скорости на верхней границе текущего слоя.
<Скорость> низ	Установка и демонстрация значения скорости на нижней границе текущего слоя.
Высота	Установка и демонстрация высоты (Ү- или Z- координаты) верхней кромки
	текущего слоя.
Удалить	Удаление слоя с указанным номером.
V средн.	Включение/выключение выдачи графика текущей средней скорости (скорости,
	осредненной по всем точкам между верхней кромкой первого слоя и текущей
	точкой).
Точность	Изменение точности аппроксимации скоростной модели (линейно меняющаяся
	скорость в каждом слое аппроксимируется при трассировании лучей набором"
	ступенек"). Рекомендуемый интервал значений: 0.005-0.02

Параметры для автоматического вычисления скоростной модели

(отсутствуют в случае моделирования):

Файл	Имя файла для записи автоматически вычисляемой скоростной модели
V min	Минимальное допустимое значение скорости.
V max	Максимальное допустимое значение скорости.
Слоев	Число слоев в автоматически вычисляемой модели.

Вперед	Окончание задан	ния скоростной модели.
Нов.	Удаление скорос	стной модели.
Рис.	Перерисовка ско	рростной модели.
Авто	Запуск автомати	ческого вычисления начальной скоростной модели в виде набора
	слоев с постоя	янными значениями скорости в каждом слое. Вычисления
	начинаются с и	зображаемой на экране текущей модели. Пункт отсутствует в
	случае моделиро)вания.
Полно	Вывод скорости	ной модели на полный экран. Последующее нажатие любой
	клавиши (кроме	е "Alt"+"L") или кнопки мыши приводит к возврату в меню.
	Нажатие комби	нации клавиш "Alt"+"L" вызывает на экран меню вывода
	изображения в ф	райл формата PLT.
Стар.	Восстановление	удаленной скоростной модели.
Область	Вызов меню для	задания границ области, изображаемой на экране.
Вывод	Запись скоростн	ой модели в файл.
Помощь ("F1")	Вызов помощи.	
Справка ("F2")	Выдача справки о значениях параметров моделирования или интерпретации	
Установки ("F3") Обращение к мен		ню задания установок.
Прочее ("F5") Вызов "невидимы		ых" пунктов меню.
Выход ("Esc") Выход из меню без		без запоминания введенной модели.
"Невидимые" пункты меню		
<Горизонтальная ось> ("Alt"+"H")		Вызов меню для изменения параметров горизонтальной оси.
<Вертикальная ось> ("Alt"+"V")		Вызов меню для изменения параметров вертикальной оси.
< Заголовок	изображения>	Редактирование заголовка изображения.
("Alt"+"T")	-	
Выход в DOS ("Alt"+"X")		Выход из пакета.

Задание границ области, изображаемой на экран.

Vmin	Задание нижнего значения скорости.
Vmax	Задание верхнего значения скорости.
Hmin	Задание нижнего значения высоты.
Hmax	Задание верхнего значения высоты. Эта величина автоматически определяет высоту верхней
	кромки первого слоя. Будьте осторожны: изменение этой величины приводит к удалению

текущей скоростной модели.

Задание дву(трех)мерной скоростной модели.

•		
<числа в правом	Информация о текущем положении курсора, номере текущей ячейки и	
верхнем углу>	значении скорости в текущей ячейке.	
Из	Установка и демонстрация имени файла, из которого читается модель.	
Точность	Выбор точности вычислений: "High" (высокая) или "Low" (низкая).	
	Рекомендуемая точность: "High".	
<Переключатель	Выбор режима ввода: "Р" или "F" (см. ниже).	
режима ввода>		
("Insert")		
Цвет	Определение имени файла с цветовой палитрой.	
Дск	Изменение дискретизации изображения. Допустимые значения: от "1" до "5"	
	или "а" (т.е. дискретизация производится автоматически, в соответствии с	
	разбиением области на ячейки).	
/ ("Home")	Инверсия цветовой шкалы.	
("End")	Выбор между двумя типами шкалы уровней. Линейно - линейная	
	интерполяция между минимальным и максимальным значением.	
	Пропорционально - разбиение на уровни таким образом, что каждый цвет	
	будет примерно покрывать одну и ту же площадь.	
("Page Up")	Задание минимального уровня.	
("Page Down")	Задание максимального уровня.	
Загр	Чтение файла с уровнями и цветовой палитрой (LEV).	
Запись	Запись файла с уровнями и цветовой палитрой (LEV).	

Задание модели вручную; режим "Т".

{Перемещение курсора по	Указывание на текущую ячейку.
изображаемой области}	
{Нажатие кнопки мыши}	Присвоение текущей ячейке текущего значения скорости.
Тек.	Задание текущего значения скорости.
{Нажатие левой кнопки мыши при	Быстрое задание текущей скорости в соответствии с выбранным
курсоре, указывающем на один из	цветом (на интервале скоростей, отвечающих этому цвету,
цветов на шкале уровней}	берется минимальное значение).

Задание модели вручную; режим "П".

{Перемещение курсора по	Указывание на угол текущего поля.
изображаемой области}	
{Нажатие левой кнопки мыши}	Задание положения первого угла текущего поля; присвоение
	этой точке первой текущей скорости.
{Нажатие правой кнопки мыши}	Задание положения второго угла текущего поля; присвоение
	этой точке второй текущей скорости; присвоение остальным
	точкам, расположенным внутри текущего поля,
	промежуточных значений скорости (см. пункт <Переключатель
	подрежимов> ниже).
Тек.	Задание первой текущей скорости.
{Нажатие левой кнопки мыши при	Быстрое задание первой текущей скорости в соответствии с
курсоре, указывающем на один из	выбранным цветом (на интервале скоростей, отвечающих
цветов на шкале уровней}	этому цвету, берется минимальное значение).
<tекущая 2="">("ALT_C")</tекущая>	Задание второй текущей скорости.
{Нажатие прав кнопки мыши при	Быстрое задание второй текущей скорости в соответствии с
курсоре, указывающем на один из	выбранным цветом (на интервале скоростей, отвечающих
цветов на шкале уровней}	этому цвету, берется минимальное значение).
<Переключатель подрежимов>	Выбор подрежима: а) "В": вертикальный градиент скорости
("Delete")	внутри текущего поля. б) "Г": горизонтальный градиент
	скорости внутри текущего поля. в) "Д": диагональный

грациент	CKODOCTH	риц/три		
традистт	скорости	впутри	текущего поля.	

· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·	$\Gamma()$
{Перемещение курсора по	Указывание на угол текущего поля.
изображаемой области}	
{Нажатие левой кнопки мыши}	Задание положения первого угла текущего поля; которое будет
	вырезано и увеличено.
{Нажатие правой кнопки мыши}	Задание положения второго угла текущего поля; которое будет
	вырезано и увеличено.
Восстан	Восстановление первоначального размера области.

Вперед	Окончание задания	скоростной модели.
Рис.	Перерисовка скоро	стной модели.
Нов.	Удаление скорости	ной модели; присвоение всей области текущего значения
	скорости.	
Проп.	Вызов меню для из	менения пропорций изображения.
Полно	Вывод скоростной	модели на полный экран. При этом последовательно строятся
	три изображения а)) скоростная модель + уровни; б) только скоростная модель; в)
	только уровни. На	жатие клавиши "Esc" или обеих кнопок мыши приводит к
	возврату в меню; на	ажатие комбинации клавиш "Alt"+"L" вызывает на экран меню
	вывода изображени	ия в файл формата PLT; нажатие любой другой клавиши или
	одной кнопки мыг	ии приводит к выводу на экран следующего изображения в
	соответствии с пред	дусмотренной последовательностью.
Область	Вызов меню для за,	дания границ области и числа ячеек.
Сетка	Наложение сети, ра	збивающей область на ячейки, на изображение.
Вывод	Вызов меню для эк	спорта скоростной модели в пакеты печати.
Помощь ("F1") Вызов помощи.		
Справка ("F2")	Выдача справки о з	начениях параметров моделирования или интерпретации.
Установки ("F3")	Обращение к меню	задания установок.
Прочее ("F5")	Вызов "невидимых	" пунктов меню.
Выход ("Esc")	Выход из меню без	запоминания введенной модели.
"Невидимые" пункты меню:		
<Горизонтальная ось> ("Alt"+"H")		Вызов меню для изменения параметров горизонтальной оси.
<bертикальная ось=""> ("Alt"+"V") <Заголовок изображения>("Alt"+"T")</bертикальная>		Вызов меню для изменения параметров вертикальной оси.
		Редактирование заголовка изображения.
Выхол в DOS ("Alt"+"X")		Выход в DOS.

Увеличение части модели; режим "Выр(езка)".

Задание границ области и числа ячеек в меню 2/3-мерной модели.

Xmin/Ymin Zmin	Задание нижней границы области по оси X/Y/Z.
Xmax/Ymax Zmin	Задание верхней границы области по оси X/Y/Z.
Ячеек	Задание числа ячеек по оси Х/Ү/Ζ. Для повышения точности расчетов
	рекомендуется использовать ячейки, близкие по форме к квадратным.

Задание дву(трех)мерной скоростной модели как набора 1D моделей.

<числа в правом	Информация о текущем положении курсора.
верхнем углу>	
Входной файл	Установка и демонстрация имени файла, в котором будет сохранен текущий набор 1D моделей.
Модель	Установка и демонстрация имени файла с текущей 1D моделью.
"<" ">"	Визуализация параметров установки 1D моделей с номером N и ее местоположения. Номер "А" соответствует режиму определению привязки новой 1D модели, в остальных случаях - редактирование старых.
Высота	Определение вертикальной координаты привязки текущей 1D модели.
Расстояние	Определение горизонтальной координаты привязки текущей 1D модели.
Удал.	Удаление текущей 1D модели.

Ред.	Редактирование текущей 1D модели.	
Доб.	Добавление новой 1D модели.	
Вперед	Окончание задания	скоростной модели.
Рис.	Перерисовка скорос	стной модели.
2D	Визуализация соо	тветствующей данному набору 1D моделей двумерного
	скоростного распределения.	
Нов	Определение нового набора 1D моделей.	
Область	Вызов меню для задания границ области и числа ячеек.	
Проп	Вызов меню для изменения пропорций изображения.	
{Нажатие левой	Координатная привязка-прикидка 1D модели. Для фиксации данной привязки	
кнопки мыши}	необходимо выбрать пункт "Доб".	
Помощь ("F1")	Вызов помощи.	
Справка ("F2")	Выдача справки о значениях параметров моделирования или интерпретации.	
Установки ("F3")	Обращение к меню задания установок.	
Прочее ("F5")	Вызов "невидимых" пунктов меню.	
Выход ("Esc")	Выход из меню без запоминания введенной модели.	
"Невидимые" пункты меню:		
<Горизонтальная ос	«Горизонтальная ось» ("Alt"+"H") Вызов меню для изменения параметров горизонтальной о	
<Вертикальная ось> ("Alt"+"V")		Вызов меню для изменения параметров вертикальной оси.
<Заголовок изображения>("Alt"+"Т")		Редактирование заголовка изображения.

Задание границ области и числа ячеек после запроса.

Min X/Y/Z	Задание нижней границы исследуемой области по оси Х/Ү/Z (она не может быть
	больше, чем указанная по умолчанию).
Max X/Y/Z	Задание верхней границы исследуемой области по оси X/Y/Z (она не может быть
	меньше, чем указанная по умолчанию).
<Число ячеек>	Задание числа ячеек по оси X/Y/Z (рекомендуемое число ячеек зависит от метода
	решения обратной задачи; в случае поиска наиболее гладкой функции полное
	число ячеек рекомендуется делать того же порядка или несколько больше, чем
	число данных). Число в скобках - размер ячейки (в случае выполнения нелинейной
	томографической обработки рекомендуется делать ячейки по форме близкие к
	квадратным).
Масштаб Х/Ү/Z	Задание масштабирующего множителя по оси X/Y/Z. Каждая сторона области
	умножается на указанный множитель при перерисовке.
Помощь ("F1")	Вызов помощи.
Вперед ("Enter")	Продолжение решения прямой задачи.
Выход ("Esc")	Возврат в меню программы решения прямой задачи.

Выход в DOS.

Визуализация лучей.

Выход в DOS ("Alt"+"X")

<числа в правом верхнем	Информация о текущем положении курсора. В трехмерном случае -	
углу> ("Insert")	задание и демонстрация текущей проекции: (X,Y), (X,Z) или (Y,Z).	
Из	Установка и демонстрация имени входного файла.	
Мин. луч	Задание минимального номера луча в изображаемой порции лучей.	
Макс.луч	Задание максимального номера луча в изображаемой порции лучей.	
Невязки	Задание порогового значения невязки (будут выводиться только лучи с	
	относительными невязками, которые меньше/больше порогового	
	значения).	
>/<	Переключатель меньше/больше (см. предыдущий пункт).	
Ист/эксп	Включение/выключение визуализации источников при выводе лучей на	
	экран; включение/выключение визуализации экспериментальных	
	годографов при выводе годографов на экран.	
Прием/теор	Включение/выключение визуализации приемников при выводе лучей	
	на экран; включение/выключение визуализации теоретических	
	годографов при выводе годографов на экран.	

L .		
Автонадпись	Переключатель, определяющий режим работы с заголовками	
	изображений: "Да": каждое изображение ("Траектории лучей",	
	"Годографы", "Гистограмма невязок") имеет свой собственный,	
	определяемый по умолчанию заголовок, который не может быть	
	изменен пользователем "Нет": каждое изображение должно быть	
	озаглавлено пользователем.	
Тек. луч	Задание и демонстрация номера текущего луча.	
1 ("1")	Изменение номера текущего луча на 1.	
10 ("2")	Изменение номера текущего луча на 10.	
100 ("3")	Изменение номера текущего луча на 100.	
1000 ("4")	Изменение номера текущего луча на 1000.	
+/-	Переключатель УВЕЛИЧЕНИЕ/УМЕНЬШЕНИЕ номера текущего луча	
	(см. прелылущий пункт).	
<Информация в левом	Информация о параметрах текушего луча: координатах источника:	
нижнем углу>	координатах приемника: теоретических временах пробега/амплитудах:	
	экспериментальных временах пробега/амплитулах относительных	
	невязках	
Вперед	Быстрый перехол к решению обратной залачи. Этот пункт отсутствует	
2pod	в случае моделирования.	
Полно	Вывол текушего изображения на полный экран. Послелующее нажатие	
	любой клавиши(кроме "Alt"+"L") или кнопки мыши приволит к	
	возврату в меню Нажатие комбинации клавищ "Alt"+"L" вызывает на	
	экран меню вывола изображения в файл формата РГ.Т	
Пучи	окран монго вывода пооражения в фаны формата т ET. Вывод на экран лучей	
T(X) / A(X)	Вывод на экран и толографов как функций от Х-координаты.	
T(Y)/A(Y)	Вывод на экран годографов как функций от У-координаты.	
Гист	Вывол на экран гистограммы относительных невязок Этот пункт	
i noi:	отсутствует в случае молелирования	
Вывол	Вывол информации о результатах лучевого трассирования в файл-	
Бывод	протокод (ASCII файд)	
Прод	Протоком (Пости фина).	
Прон.	Вызов менно для изменения пропорции изображения.	
	рызов помощи.	
Справка ("F2")	выдача справки о значениях параметров моделирования или	
Versuopeu ("E2")	интерпретации.	
<u> Лронее ("F5")</u>	Обращение к меню задания установок.	
BLIVOT ("Esc")	Выход в главное меню	
Невидимые" пункты меню:	Быход в главное меню.	
	Виров маша ная измещения нараметров горизонтальной оси	
("Alt"+"H")	вызов меню для изменения параметров горизонтальной оси.	
<Вертикальная ось>	Вызов меню для изменения параметров вертикальной оси.	
("Alt"+"V")		
Заголовок < изображения>	Редактирование заголовка изображения.	
("Alt"+"T")		
Выход в DOS ("Alt"+"X")	Выход из пакета.	

Решение обратной задачи.

Входной файл	Установка и демонстрация имени входного файла.		
Выходной файл	Изменение имени выходного файла, в котором будет храниться уточненная		
	скоростная модель и/или другие результаты решения обратной задачи.		
Метод	Выбор одного из четырех возможных методов решения обратной задачи: а) "Обр.		
	проец-е" (быстрый, но очень неточный);= Метод обратного проецирования б)		
	"МНК с рег-ей" = Метод наименьших квадратов с регуляризацией		
	(характеризуется средним временем работы и средним качеством		
	восстановления); в) "Макс.гладкость" = Метод поиска наиболее гладкой функции		

	Γ	
	(самый медленный, однако приводящий в большинстве случаев к наиболее качественному решению). г) "Макс. ровность" = Метод поиска наиболее ровной функции, разновидность метода "Макс. гладкость" для интерпретации данных	
	полученных на рефрагированных волнах.	
Точность	Задание точности расчетов (рекомендуемый интервал: 0.001 - 0.01). В процессе вычислений на экран выводится точность, достигнутая на данной итерации. Пункт отсутствует в случае метода обратного проецирования.	
Парам/рег	Задание параметра регуляризации (рекомендуемый интервал: 0.1 - 0.5;	
1 1	увеличение этого параметра приводит к большей сглаженности решения в ущерб степени соответствия решения экспериментальным данным). Пункт отсутствует в случае метода обратного проецирования.	
Величина	Выбор величины, которая должна быть рассчитана: а) уточненная модель скорости/поглощения; б) столбец матрицы разрешения; в) строка матрицы разрешения; г) уточненная модель скорости с абсолютными ограничениями по скорости; д) уточненная модель скорости с относительными (в процентах по отношению к начальной модели) ограничениями по скорости.	
Мин/Мах	Минимальные и максимальные ограничения скорости по абсолютной ("Ограничения") или относительной ("Ограничения %") величине.	
X, Y, Z	Задание координат точки, определяющей столбец/ строку матрицы разрешения. Этот пункт отсутствует в случае, если рассчитываемой величиной является уточненная модель скорости/поглощения.	
Порог	Задание порогового значения невязки; включение/ выключение присутствия данного порога. Если пороговое значение задано, то данные, для которых относительные невязки превышают по модулю заданный порог, при решении обратной задачи не рассматриваются.	
Фиксация	Вызов меню для задания точек (ячеек) с заранее определенными	
	(фиксированными) значениями скорости. Включение/выключение фиксации.	
	Этот пункт отсутствует в случаях трехмерной томографии на временах пробега и амплитудной томографии.	
Вперед	Запуск программы решения обратной задачи.	
Помошь ("F1")	Вызов помощи.	
Справка ("F2")	Вылача справки о значениях параметров интерпретации.	
Установки ("F3")	Обрашение к меню залания установок	
Выход ("Esc")	Соращение к меню задания установок.	
Залание тонек (пис		
СЦисна в правом	иформация о технием положении кирсора, номере технией янейки, и значении	
верхнем углу>	скорости в текущей ячейке.	
Из	Установка и демонстрация имени файла со скоростной моделью, используемой в качестве фона.	
Перенос	Главный переключатель режима ввода: "Да": присвоение ячейке фонового значения скорости; "Нет": присвоение ячейке текущего значения скорости.	
<Переключатель "2" режима ввола> ("Insert")	Выбор режима ввода: "Т" или "П" (см. ниже).	
Залание днеек с за	рэнее определенными значениями скорости вручную, режим "Т"	
Перемешение	Указывание на текушую ячейку	
(перемещение	указывание на текущую яченку.	
курсора по на		
области }		
	Фиксания фонового/теклиего знанения скорости в теклией янейке	
	чикещим фонового/текущего эпачения скорости в текущей яченке.	
kyncone		
курсорс,		
учейку с че		
зафиксированной		
скоростью}		
· · /		

{Нажатие кнопки	Отмена фиксации скорости в текущей ячейке.
мыши при	
курсоре,	
указывающем на	
ячейку с	
зафиксированной	
скоростью}	
Тек.	Задание текущей скорости. Этот пункт отсутствует в режиме "Перенос".
{Нажатие левой	Быстрое задание текущей скорости в соответствии с выбранным цветом (на
кнопки мыши при	интервале скоростей, отвечающих этому цвету, берется минимальное значение).
курсоре,	
указывающем на	
один из цветов на	
шкале уровней }	
Задание ячеек с за	ранее определенными значениями скорости вручную; режим "П".
{Перемещение	Указывание на угол текущего поля.
курсора по	
изображаемой	
области}	
{Нажатие левой	Задание положения верхнего левого угла текущего поля; присвоение этой точке
кнопки мыши}	фоновой/первой_текущей скорости.
{Нажатие правой	Задание положения нижнего правого угла текущего поля; присвоение этой точке
кнопки мыши}	фоновой/второй_текущей скорости, а остальным точкам, расположенным внутри
	текущего поля, - фоновых/промежуточных значений скорости (см. пункт
	<Переключатель подрежимов> ниже) с фиксацией присвоенных значений.
Тек.	Задание первой текущей скорости. Этот пункт отсутствует в режиме "Перенос".
{Нажатие левой	Быстрое задание первой текущей скорости в соответствии с выбранным цветом
кнопки мыши при	(на интервале скоростей, отвечающих этому цвету, берется минимальное
курсоре,	значение).
указывающем на	
один из цветов на	
шкале уровней}	
<Гекущая 2>	Задание второй текущей скорости. Этот пункт отсутствует в режиме "Перенос".
("Delete")	
{Нажатие прав.	Быстрое задание второй текущей скорости в соответствии с выбранным цветом
кнопки мыши при	(на интервале скоростей, отвечающих этому цвету, берется минимальное
курсоре,	значение).
указывающем на	
один из цветов на	
шкале уровнеи}	
<переключатель	выоор подрежима: а) "В": вертикальный градиент скорости внутри текущего
подрежимов>	
("Page Dn")	о) "1": горизонтальный градиент скорости внутри текущего поля в) "Д":
	диагональный градиент скорости внутри текущего поля. Этот пункт отсутствует в
37	режиме "Перенос".
Уровни	Демонстрация цветовои шкалы и вызов меню для ее изменения.
Вперед	Окончание задания ячеек с заранее определенными значениями скоростеи.
Рис.	Перерисовка изображения.
Проп.	Вызов меню для изменения пропорций изображения.
Чтение	Чтение из файла информации о точках с заранее определенными значениями
	скорости. Координаты точек пересчитываются к центрам ячеек; если в одну
	ячейку попадает несколько точек, то запоминается значение скорости,
	соответствующее последней из них.
Сетка	Наложение сети, разбивающей область на ячейки, на изображение.
Нов.	Отмена фиксации.

Вывод	Запись ячеек с фиксированными значениями скорости в файл. Каждую ячейку	
	совпадающая с центром ячейки. представляет одна точка.	
Помощь ("F1")	Вызов помощи.	
Справка ("F2")	Выдача справки о значениях параметров интерпретации.	
Установки ("F3")	Обращение к меню задания установок.	
Прочее ("F5")	Вызов "невидимых" пунктов меню.	
Выход ("Esc")	Выход из меню без сохранения информации о ячейках с заранее определенными	
	значениями скорости.	
"Невидимые" пун	кты меню.	
<Горизонтальная	Вызов меню для изменения параметров горизонтальной оси.	
ось> ("Alt"+"Н")		
<Вертикальная	Вызов меню для изменения параметров вертикальной оси.	
ось> ("Alt"+"V")		
<Заголовок	Редактирование заголовка изображения.	
изображения>		
("Alt"+"T")		
Выход в	Выход из пакета.	
DOS("Alt"+"X")		

Визуализация уточненной модели.

<числа в	Информация о текущем положении курсора и вычисленном значении в этой точке.
правом	
верхнем	
углу>	
Из	Установка и демонстрация имени файла с результатами решения обратной задачи.
Режим	Переключатель режима: "Просмотр"/"Редактирование". Устанавливаемый по
	умолчанию (и описанный здесь) режим - "Просмотр". Работа с данным меню в режиме
	"Редактирование" производится так же, как с меню задания двумерной скоростной
	модели. Последующее обращение к пункту "Вперед" позволяет быстро перейти к
	выполнению следующей итерации в рамках процедуры нелинейной томографической
	обработки (т.е. к новому решению прямой задачи, в котором отредактированная
	скоростная модель используется как новое начальное редактирования без сохранения
	отредактированной модели. Пункт Режим отсутствует в случаях трехмерной
	томографии на временах прооста и амплитудной томографии приолижение). Обращение
Пои	к пункту Быход приводит к выходу из режима. Измонония: от "1" то "5" или "6"
дск.	Изменение дискретизации изооражения. Допустимые значения, от т до 5 или а
	(1.е. дискретизация производится автоматически, в соответствии с разоиснием области на диейки)
Непересеч	Включение/выключение визуализации рассчитанной функции в ячейках (или на
inchepeee i.	участках, если Дискретизация не является "автоматической") не пересеченных лучами.
Уровни	Демонстрация цветовой шкалы и вызов меню для ее изменения.
Вперед	Быстрый переход к выполнению следующей итерации в рамках процедуры нелинейной
-	томографической обработки, в которой уточненная скоростная модель используется как
	новое начальное приближение. Этот пункт отсутствует в случаях трехмерной
	томографии на временах пробега и амплитудной томографии.
Рис.	томографии на временах пробега и амплитудной томографии. Перерисовка рассчитанной функции.
Рис. Лучи	томографии на временах пробега и амплитудной томографии. Перерисовка рассчитанной функции. Наложение лучей на изображение рассчитанной функции.
Рис. Лучи Проп.	томографии на временах пробега и амплитудной томографии. Перерисовка рассчитанной функции. Наложение лучей на изображение рассчитанной функции. Вызов меню для изменения пропорций изображения.
Рис. Лучи Проп. Полно	томографии на временах пробега и амплитудной томографии. Перерисовка рассчитанной функции. Наложение лучей на изображение рассчитанной функции. Вызов меню для изменения пропорций изображения. Вывод рассчитанной функции на полный экран. При этом последовательно строятся три
Рис. Лучи Проп. Полно	томографии на временах пробега и амплитудной томографии. Перерисовка рассчитанной функции. Наложение лучей на изображение рассчитанной функции. Вызов меню для изменения пропорций изображения. Вывод рассчитанной функции на полный экран. При этом последовательно строятся три изображения: а) рассчитанная функция + уровни (+ ориентация сечения в 3-мерном
Рис. Лучи Проп. Полно	 томографии на временах пробега и амплитудной томографии. Перерисовка рассчитанной функции. Наложение лучей на изображение рассчитанной функции. Вызов меню для изменения пропорций изображения. Вывод рассчитанной функции на полный экран. При этом последовательно строятся три изображения: а) рассчитанная функция + уровни (+ ориентация сечения в 3-мерном случае); б) только рассчитанная функция; в) только уровни (+ ориентация сечения в 3-
Рис. Лучи Проп. Полно	томографии на временах пробега и амплитудной томографии. Перерисовка рассчитанной функции. Наложение лучей на изображение рассчитанной функции. Вызов меню для изменения пропорций изображения. Вывод рассчитанной функции на полный экран. При этом последовательно строятся три изображения: а) рассчитанная функция + уровни (+ ориентация сечения в 3-мерном случае); б) только рассчитанная функция; в) только уровни (+ ориентация сечения в 3- мерном случае). Нажатие клавиши "Еsc" или обеих кнопок мыши приводит к возврату в
Рис. Лучи Проп. Полно	томографии на временах пробега и амплитудной томографии. Перерисовка рассчитанной функции. Наложение лучей на изображение рассчитанной функции. Вызов меню для изменения пропорций изображения. Вывод рассчитанной функции на полный экран. При этом последовательно строятся три изображения: а) рассчитанная функция + уровни (+ ориентация сечения в 3-мерном случае); б) только рассчитанная функция; в) только уровни (+ ориентация сечения в 3- мерном случае). Нажатие клавиши "Esc" или обеих кнопок мыши приводит к возврату в меню; нажатие комбинации клавиш "Alt"+"L" вызывает на экран меню вывода
Рис. Лучи Проп. Полно	томографии на временах пробега и амплитудной томографии. Перерисовка рассчитанной функции. Наложение лучей на изображение рассчитанной функции. Вызов меню для изменения пропорций изображения. Вывод рассчитанной функции на полный экран. При этом последовательно строятся три изображения: а) рассчитанная функция + уровни (+ ориентация сечения в 3-мерном случае); б) только рассчитанная функция; в) только уровни (+ ориентация сечения в 3- мерном случае). Нажатие клавиши "Esc" или обеих кнопок мыши приводит к возврату в меню; нажатие комбинации клавиш "Alt"+"L" вызывает на экран меню вывода изображения в файл формата HPGL или PLT; нажатие клавиши "F7" позволяет
Рис. Лучи Проп. Полно	томографии на временах пробега и амплитудной томографии. Перерисовка рассчитанной функции. Наложение лучей на изображение рассчитанной функции. Вызов меню для изменения пропорций изображения. Вывод рассчитанной функции на полный экран. При этом последовательно строятся три изображения: а) рассчитанная функция + уровни (+ ориентация сечения в 3-мерном случае); б) только рассчитанная функция; в) только уровни (+ ориентация сечения в 3-мерном случае). Нажатие клавиши "Esc" или обеих кнопок мыши приводит к возврату в меню; нажатие комбинации клавиш "Alt"+"L" вызывает на экран меню вывода изображения в файл формата HPGL или PLT; нажатие клавиши "F7" позволяет наложить лучи на изображение; нажатие любой другой клавиши или одной кнопки

	предусмотренной последовательностью.		
Сечение	Вызов меню для задания сечения, в котором должна быть изображена на экране рассчитанная трехмерная функция. Этот пункт присутствует только в случае		
	трехмерной томографии.		
Сетка	Наложение сети, разбивающей область на ячейки, на изображение.		
Вывод	Вызов меню для экспорта рассчитанной функции или ее сечения в пакеты печати.		
Помощь ("F1")	Вызов помощи.		
Справка("F 2")	Выдача справки о значениях параметров интерпретации.		
Установки ("F3")	Обращение к меню задания установок.		
Прочее ("F5")	Вызов "невидимых" пунктов меню.		
Выход ("Esc")	Выход в главное меню.		
"Невидимые	лые" пункты меню.		
<Горизонта	Вызов меню для изменения параметров горизонтальной оси.		
льная ось> ("Alt"+"H")			
<Вертикаль	Вызов меню для изменения параметров вертикальной оси.		
ная			
ось>("Alt"+			
~V~)			
>Заголовок	гедактирование заполовка изооражения.		
s>			
("Alt"+"T")			
Выход в	Выход из пакета.		
DOS			
("Alt"+"X")			

Задание сечения.

<Переключатель режимов>	Переключатель режимов: 1) горизонтальное сечение; 2)
	вертикальное сечение.
Задание горизонтального сечения.	
<Числа в правом верхнем углу>	Информация о текущем значении Z-координаты
	сечения.
{Перемещение курсора по изображаемой	Указывание на текущее значение Z-координаты
области}	сечения.
{Нажатие кнопки мыши}	Задание значения Z-координаты сечения.
Ζ	Числовое задание Z-координаты сечения.
Задание вертикального сечения.	
<Числа в правом верхнем углу>	Информация об Х-, Ү-координатах текущей точки.
{Перемещение курсора по изображаемой	Указывание на текущую точку.
области}	
{Нажатие левой кнопки мыши}	Помещение левого края вертикального сечения в
	текущую точку.
{Нажатие правой кнопки мыши}	Помещение правого края вертикального сечения в
	текущую точку.
X1, Y1	Числовое задание Х- и Ү-координат левого края
	вертикального сечения.
X2, Y2	Числовое задание Х- и Ү-координат правого края
	вертикального сечения.
Ν	Задание числа ячеек по горизонтали, используемого при

	выводе на экран вертикального сечения с дискретностью "a".
OK ("Enter")	Окончание задания сечения.
Помощь ("F1")	Вызов помощи.
Справка ("F2")	Выдача справки о значениях параметров
	интерпретации.
Установки ("F3")	Обращение к меню задания установок.
Выход ("Esc")	Выход из меню без задания нового сечения.

Экспорт в пакеты печати и в файл-протокола.

FORMAT VEL	Запись двухмерной/трехмерной функции в файл во внутреннем формате, принятом
	в FIRSTOMO (традиционное расширение - VEL).
FORMAT GRD	Запись двумерной функции или сечения трехмерной функции в файл формата GRD
	(ASCII).
FORMAT GRDb	Запись двумерной функции или сечения трехмерной функции в файл формата GRD
	(Binary).
FORMAT GXF	Запись двумерной функции или сечения трехмерной функции в файл формата
	GXF.
FORMAT LCT	Запись двумерной функции или сечения трехмерной функции в файл формата LCT.
FORMAT ZYH	Запись двумерной функции или сечения трехмерной функции в файл формата ZYH
	(заголовок записывается в отдельный файл для которого предлагается расширение
	DDD).
FORMAT XYZ	Запись двумерной функции или сечения трехмерной функции в файл формата
	ХҮΖ. Традиционное расширение - DAT.
Протокол	Вывод информации о решении обратной задачи в файл-протокол (ASCII файл).

Задание параметров осей.

Кол-во цифр после запятой	Задание количества цифр после запятой в числах.
Кол-во линий сетки	Задание количества линий координатной сетки (если они рисуются).
Частота подписанных линий	Задание частоты помеченных числами линий координатной сетки: 0 -
	линии сетки не помечаются;1 - помечается числом каждая линия
	сетки; 2 - помечается числом каждая вторая линия сетки; и т.д.
Коорд. сетка	Включение/выключение отрисовки линий координатной сетки: 0 -
	включение1 - выключение.

Вывод в HPGL/PLT-файлы.

Длина по Х	Задание горизонтального размера рисунка, который будет напечатан, в см.
Масшт. по Х	Задание масштаба рисунка по горизонтали.1 дюйм/см напечатанного рисунка будет
	соответствовать указанному количеству единиц графика. Только одну из двух
	величин (размер или масштаб) надо задавать явно; вторая из величин определяется
	автоматически.
Длина по Ү	Задание вертикального размера рисунка, который будет напечатан, в см.
Масшт. по Ү	Задание масштаба рисунка по вертикали. 1 дюйм/см напечатанного рисунка будет соответствовать указанному количеству единиц графика Только одну из двух величин (размер или масштаб)надо задавать явно; вторая из величин определяется автоматически.
Формат	Переключатель типа выходного файла HPGL/PLT.
Файл	Изменение имени выходного файла.
Высота меток	Задание размера заголовка и числовых подписей по высоте, в см.

Утилиты.

Переформачивание	Трансформации файлов из одних форматов в другие.		
Оптимизация	Оптимизация файла данных для быстрого вычисления лучевых траекторий.		
Пересчеты	Арифметические операции над файлами SOL и VEL. Расчет упругих		
	параметров.		

Оценка качества	Утилита оценки качества полученного решения.
Автовычисления	Возможность расчета нескольких (до 10) задач в пакетном режиме.

Переформачивание.

Входной файл	Определение имени входного файла для переформачивания.
Выходной файл	Определение имени выходного файла для переформачивания.
Из на	Выбор типа переформачивания. Возможны 4 варианта: GRM -> #DT; RAY -> DXF; RAY -> BLN; GPD => VEL:
	GRD -> VEL;

Оптимизация.

Входной файл	Определение имени входного файла данных.
Выходной файл	Определение имени выходного оптимизированного файла данных.
Организация файла	Определение типа входного файла: XY, YX, XYZ, YXZ. Смотрите "Задание типа входного файла (-ов)".

Пересчеты

1 файл	Определение имени первого входного файла для пересчетов. Формат SOL или VEL.
2 файл	Определение имени второго входного файла для пересчетов. Формат SOL или VEL.
3 файл	Определение имени выходного файла после пересчетов. Формат VEL только.
A/B	Определение формата первого/второго входного файла.
"Page Up" /	Задание первого и второго коэффициента для выполнения арифметических операций.
"Page Down"	
"Insert"	Выбор типа операций над входными файлами. Всего существует 8 возможностей:
	⁺ ⁺ - сложение;
	·-' - вычитание;
	'*' - умножение;
	·// - деление;
	'g' - расчет отношения Vp/Vs;
	'К' - расчет модуля всестороннего сжатия К;
	'Е' - расчет модуля Юнга Е;
	'S' - расчет коэффициента Пуассона;

Оценка качества.

Узор	Определение имени и визуализация используемой тестовой решетки.
Решение	Задание имени входного файла SOL, качество решение которого будет оцениваться.
	(Запрашивается при входе в утилиту).
Оценка	Определение имени выходного файла SOL. Имя файла будет также присвоено всем
	промежуточным файлам, необходимым для расчета: RAY, CEL и т.д.
Контрастность	Определение величин тестовых аномалий в процентном отношении к скоростям в
	начальной скоростной модели.
Показать	Визуализация тестовой модели, начальной скоростной модели входного файла,
	усложненного тестовой решеткой.
Сечение	Визуализация любого горизонтального сечения тестовой решетки в трехмерном
	случае.
Шум	Добавление случайного шума в тестовые данные. Должна быть задана дисперсия
	шума в тех же самых единицах времени, что и времена первых вступлений в
	исходных данных.
Вперед	Старт утилиты оценки качества решения.

Автовычисления.

F5	Выбор Главного режима текущей задачи.
F6	Определение параметров решения прямой задачи.

F8	Определение параметров решения обратной задачи, если это решение подразумевается в	
	текущем Главном режиме.	
Коммента	Запись комментария (текстовой переменной) характеризующей текущую задачу.	
рий	Необязательная для использования опция.	
Наб.	Просмотр установок всех определенных задач.	
Нов	Ввод новой задачи. Всего можно ввести до 10 задач с порядковыми номерами от 0 до 9.	
Чтение	Чтение параметров задачи из файла SET.	
Запись	Запись параметров текущей задачи в файл SET.	
Удаление	Удаление текущей задачи. Задача под номером 0 не может быть удалена.	
Вперед	Старт автовычислений.	

FIRSTOMO.ERR	Файл с текстами сообщений об ошибках.
FIRSTOMO.EXE	Главный модуль пакета. Обеспечивает управление пакетом, а также
	взаимодействие модулей пакета.
FIRSTOMO.LIC	Файл с информацией о лицензии пользователя.
FIRSTOMO.HLP	Файл со справочной информацией о пакете FIRSTOMO, которая выводится на
	экран при обращении за помощью.
FIRSTOMO.PTR	Системный файл, используемый при выводе на экран справочной информации
	о пакете FIRSTOMO.
FIRSTOMO.RC	Файл ресурсов.
MANUAL.RUS	Руководство пользователя на русском языке.
FIRSTOMO.SHP	Файл с тестовыми палетками для оценки качества решения.

ПРИЛОЖЕНИЕ 2. Системные файлы пакета FIRSTOMO.

ПРИЛОЖЕНИЕ 3. Традиционные расширения файлов.

#DT	1) Входной файл (текстовый) с данными для томографической обработки, содержащий всю
	неооходимую информацию: координаты источников, координаты приемников,
	времена_пробега/амплитуды первых вступлений. 2) Выходной файл (текстовый) с временами
	пробега, рассчитанными в процессе моделирования.
#RE	Текстовый файл с координатами приемников. Может быть использован при томографической
	обработке или при моделировании.
#SO	Текстовый файл с координатами источников. Может быть использован при томографической
	обработке или при моделировании.
#TT	Текстовый файл с временами пробега/амплитудами первых вступлений. Может быть
	использован как входной файл для томографической обработки в случае, когда информация о
	координатах источников и приемников содержится в отдельных файлах.
CEL	Файл с информацией, необходимой для решения обратной задачи в процессе томографической
	обработки.
FIX	Текстовый файл с информацией о точках, скорость в которых заранее определена.
LEV	Файл с цветовой шкалой и уровнями, используемый при визуализации дву(трех)мерной
	начальной скоростной модели или уточненной модели.
LRS	Файл с набором 1D моделей.
MDL	Текстовый файл с одномерной начальной скоростной моделью.
PAL	Файл с палитрой цветов (в случае 16 цветовой палитры - расширение PL).
PRM	Файл с информацией об установках.
RAY	Файл с траекториями лучей и другими результатами решения прямой задачи.
SET	Файл с установками одной задачи для автовычислений.
SOL	Файл с уточненной моделью и/или другими результатами решения обратной задачи.
SRP	Файл с информацией о парах "источник-приемник" при моделировании (файл сбора).
VEL	Текстовый файл с двумерной начальной скоростной моделью.

ПРИЛОЖЕНИЕ 4. Форматы файлов.

*.#DТ (Файл с данными)

Каждая строка файла содержит информацию об одном данном:

<координаты источника> <координаты приемника> Т

"Координаты" означает:

- ХҮ (формат "ХҮ"),
- ҮХ (формат "ҮХ"),

ХҮД (формат "ХҮД"),

Y X Z (формат "YXZ"),

где:

- X (real) Х-координата источника/приемника,
- Y (real) У-координата источника/приемника,
- Z (real) Z-координата источника/приемника,
- Т (real) время пробега/амплитуда первого вступления.

Значения записываются в формате с фиксированной точкой (экспоненциальное представление не допускается). Все значения отделяются друг то друга пробелами.

<u>Пример:</u> 15.9 -11.4 115.9 0 33.0 15.9 -11.4 115.9 20.4 33. 15.9 -11.4 115.9 40. 33

*.#SO, *.#RE (Файлы с координатами источников или приемников, соответственно)

Каждая строка файла содержит информацию об одном источнике/приемнике:

N <координаты>

"Координаты" означает:

- Х Ү (формат "ХҮ"),
- Y X (формат "YX"),
- ХҮД (формат "ХҮД"),
- Y X Z (формат "YXZ"),

где:

- N (integer) номер источника/приемника (положительное или отрицательное число, не превышающее по модулю 2**15-1).
- X (real) Х-координата источника/приемника,
- Y (real) Ү-координата источника/приемника,
- Z (real) Z-координата источника/приемника,

Действительные значения записываются в формате с фиксированной точкой (экспоненциальное представление не допускается). Все значения отделяются друг то друга пробелами.

<u>Пример:</u> 0 15.9 -11.1 0 -37 115.9 20.2 0. . . .

*.#ТТ (Файл с временами пробега/амплитудами первых вступлений)

Каждая строка файла содержит информацию об одном времени_пробега/амплитуде:

Ns Nr T

Где:

Ns - (integer) номер источника,

Nr - (integer) номер приемника,

Т - (real) время пробега/амплитуда первого вступления.

Действительные значения записываются в формате с фиксированной точкой (экспоненциальное представление не допускается). Все значения отделяются друг то друга пробелами.

<u>Пример:</u> 0 0 55 0 37 155. -137 -137 155.0

*.FIX (Файл с точками, скорость в которых заранее определена)

Каждая строка файла содержит информацию об одной точке с заранее определенным значением скорости:

 $K \: X \: Y \: Z \: V$

где:

- К (integer) указатель (пока всегда K=1)
- X (real) Х-координата точки,
- Y (real) У-координата точки,
- Z (real) Z-координата точки,
- V (real) заранее определенное значение скорости.

Действительные значения записываются в формате с фиксированной точкой экспоненциальное представление не допускается). Все значения отделяются друг то друга пробелами.

<u>Пример:</u> 1 1.0 10.6 0 2.34 1 11. 10.6 0. 2.35 1 111 10.6 0.0 2.36

. . .

*.MDL (Файл с одномерной скоростной моделью)

Каждая строка файла содержит информацию об одном слое: К Н V1 V2

где:

- К (integer) указатель (пока всегда K=1),
- Н (real) высота (Y- или Z-координата) верхней кромки слоя,

V2 - (real) скорость нижней точки слоя.

Слои перечисляются в порядке уменьшения высоты (увеличения глубины). Значение скорости у нижней кромки последнего слоя игнорируется (последний слой считается однородным полупространством), хотя и должно присутствовать в файле.

Действительные значения записываются в формате с фиксированной точкой (экспоненциальное представление не допускается).Все значения отделяются друг то друга пробелами.

<u>Пример:</u> 1 10. 0.5 1.1 2 -1 3 3 3 -11.0 4.1 2.9 4 -16.6 2.9 3.1 5 -30.1 3.1 4.6 6 -66 5 5

*.SRP (Файл с парами "источник-приемник", используемый при моделировании)

Каждая строка файла содержит информацию об одной паре "источник-приемник":

Xs Ys Xr Yr

где: Xs - (real) X-координата источника, Ys - (real) Y-координата источника, Xr - (real) X-координата приемника, Yr - (real) Y-координата приемника.

Значения записываются в формате с фиксированной точкой (экспоненциальное представление не допускается). Все значения отделяются друг то друга пробелами.

<u>Пример:</u> 15.9 -11.4 115.9 0 15.9 -11.4 115.9 20.4 15.9 -11.4 115.9 40.

*.VEL (Файл с двумерной начальной скоростной моделью или с двухмерной/трехмерной рассчитанной функцией)

- Id указатель (с 1-й позиции): V - скорость RC - столбец матрицы разрешения RR - строка матрицы разрешения A - поглощение Nx - (integer) число ячеек по оси X (столбцы), Ny - (integer) число ячеек по оси Y (строки), Nz - (integer) число ячеек по оси Z сечения),
- Xmin (real) нижняя граница области по оси X,
- Xmax (real) верхняя граница области по оси Х,
- Ymin (real) нижняя граница области по оси Y,
- Ymax (real) верхняя граница области по оси Y,
- Zmin (real) нижняя граница области по оси Z,

```
строка Ny сечения Nz,

строка Ny-1 сечения Nz,

....

строка 1 сечения Nz,

<пустая строка>

строка Ny сечения Nz-1,

строка Ny-1 сечения Nz-1,

....

строка 1 сечения Nz-1,

<пустая строка>

....

строка 1 сечения Nz-1,

строка 1 сечения Nz-1,

строка 1 сечения Nz-1,

....
```

Значения трехмерной функции (real) поочередно записываются для каждого сечения с постоянной Z-координатой. Сечение 1 (последнее в файле) соответствует Zmin, а сечение Nz (первое в файле) - Zmax; между разными сечениями вставляется пустая строка. Значения в пределах одного сечения расположены по строкам. Каждая строка характеризуется постоянной Y-координатой, причем строка 1 (последняя в сечении) отвечает Ymin, а строка Ny (первая в сечении) - Ymax. Одна строка матрицы занимает одну строку в файле, значения разделяются пробелами. X-координаты в пределах каждой строки меняются от Xmin до Xmax.

<u>Пример:</u>

V 4 3 2 0. 10. 20.5 120.5 -60. -10. 1.21 1.33 1.25 1.20 1.28 1.35 1.25 1.22 1.30 1.36 1.28 1.22 2.21 2.33 2.25 2.20 2.28 2.35 2.25 2.22 2.30 2.36 2.28 2.22

"firstomo.shp" (Файл с тестовыми палетками для оценки качества решения).

Файл содержит произвольное число палеток, каждая из которых имеет следующий формат: <название палетки> Nx Ny Nz, столбец Ny сечения Nz, столбец Ny-1 сечения Nz, . . . столбец 1 сечения Nz, <пустая строчка> столбец Ny сечения Nz-1, столбец Ny-1 сечения Nz-1, . . . столбец 1 сечения Nz-1, < пустая строчка>

```
...
столбец 1 сечения 1
```

Где:

< название палетки > произвольная символьная строчка без пробелов, не более 25 символов.

Nx, Ny, Nz число ячеек палетки вдоль X-, Y-, и Z-осей, соответственно.

(Real) значения 3-D палетки записываются поочередно для каждого сечения с постоянной Z-координатой. Сечение 1 (последнее в палетке) соответствует Zmin a сечение Nz (первое в палетке) - Zmax; пустая строчка разделяет различные сечения. Значения в каждом сечении организованы порядно. Каждый ряд соответствует постоянной Y-координате, ряд 1 (последней в сечении) соответствует Ymin, а ряд Ny (первый в сечении) - Ymax. Один ряд занимает одну строчку, значения разделяются пробелами. X координаты в каждом ряду изменяются от Xmin до Xmax. 2-D палетка состоит только из одного сечения.

Интересных томографических результатов!