



Руководство пользователя  
программного обеспечения  
**«Tellus»**

ООО «ТНГ-Информационные технологии»

Москва – 2024 г.  
Версия 1.0.1

# Перечень используемых сокращений

ЗД - трехмерные

ОС – операционная система

ПО – программное обеспечение

ASCII – стандарт кодирования знаков

CI - «Colored» inversion – цветная инверсия

# Оглавление

<b>Перечень используемых сокращений</b> .....	2
<b>Введение</b> .....	4
Область применения .....	4
Краткое описание программы .....	4
<b>Информация, необходимая для установки и эксплуатации программного обеспечения</b> .....	5
Минимальные системные требования .....	5
Уровень подготовки пользователя .....	5
Получение дистрибутива .....	5
Порядок установки .....	5
<b>1. Начало работы</b> .....	7
1.1 Создание нового проекта .....	8
1.2 Загрузка существующего проекта .....	8
1.3 Сохранение промежуточного состояния проекта .....	8
1.4 Экспорт результата .....	9
<b>2. Загрузка данных</b> .....	10
2.1 Загрузка скважинной информации .....	10
2.1.1 Загрузка заголовков скважин (well head) .....	10
2.1.2 Загрузка каротажных данных в LAS формате .....	12
2.1.3 Расчет кривой акустического импеданса .....	14
2.1.4 Загрузка инклинометрии скважины .....	15
2.1.5 Загрузка «закона время-глубина» (check-shot) .....	16
2.1.6 Загрузка скважинных отбивок .....	17
2.1.7 Привязка скважинных данных .....	17
2.2 Загрузка сейсмических данных .....	19
2.2.1 Загрузка сейсмического куба .....	19
2.2.2 View info .....	19
2.3 Загрузка горизонтов .....	19
<b>3. Цветная инверсия («Colored» inversion)</b> .....	22
<b>4. Инверсия, основанная на низкочастотной модели (Model Based Inversion)</b> .....	25
4.1 Загрузка низкочастотной модели .....	25
4.2 Создание низкочастотной модели .....	25
4.3 Расчет инверсии .....	26
<b>Контактная информация</b> .....	28

# Введение

## Область применения

ПО «Tellus» (далее – программа, ПО) – программное обеспечение, представляющее комплекс для выполнения «цветной» акустической сейсмической инверсии и акустической сейсмической инверсии, основанной на низкочастотном приближении. Наиболее востребованной программа может быть в геологии и геофизике. Программа реализована для операционной системы Linux (Debian, Ubuntu).

## Краткое описание программы

ПО представляет собой комплексный продукт, позволяющий работать с геофизическими данными разных форматов, полученных в результате обработки сейсмической и скважинной информации. Программа позволяет:

- загружать и хранить сейсмические суммированные 3Д данные, скважинные данные, сейсмические горизонты в форматах SEG-Y, LAS, .txt;
- проводить остаточную привязку скважинных кривых и сейсмических данных;
- проводить обработку скважинной информации;
- извлекать импульс из сейсмических данных;
- создавать низкочастотную модель акустического импеданса;
- проводить инверсионные преобразования

Результатом работы являются 3Д кубы акустического импеданса в формате SEG-Y, совместимые и загружаемые в любые общепринятые ПО для интерпретации сейсмической информации.

Цель данной инструкции - познакомить Пользователя с возможностями ПО и помочь максимально быстро освоить его.

# Информация, необходимая для установки и эксплуатации программного обеспечения

## Минимальные системные требования

Процессор: Intel Pentium Celeron 1.5 ГГц и выше, Количество ядер 2 и выше

Оперативная память: 2048 Мб и выше;

Объем жесткого диска: 40 Гб и выше;

ОС: Ubuntu 22.04 LTS и выше.

## Уровень подготовки пользователя

Пользователь ПО должен иметь базовый опыт работы с ОС Linux, знать основы геофизических исследований скважин, а также основы обработки и интерпретации сейсмических данных

## Получение дистрибутива

Для получения установочного файла и лицензионного ключа ПО «Tellus», свяжитесь с ООО «ТНГ-Информационные технологии» по номеру телефона +7-495-966-63-60 или по электронной почте [tng-it@tng.ru](mailto:tng-it@tng.ru)

## Порядок установки

1. Получите дистрибутивный файл.
2. Распакуйте архив.
3. Запустите файл `InversionInstaller.run`. Перед Вами появится приветственное окно установки ПО (Рис. 1). Нажмите кнопку *Next*.
4. Выберите папку для установки программы и перейдите к следующему шагу.
5. Выберите установку дополнительных компонент, поставив галочку в окошке, и нажмите перейдите к следующему шагу.
6. Прочтите лицензионное соглашение и нажмите галочку, согласившись с ним, после этого перейдите к следующему шагу.
7. Нажмите кнопку *Install* для начала установки ПО Теллус на Ваш компьютер.
8. После завершения установки нажмите кнопку *Next*, затем кнопку *Finish*.

Поздравляем, ПО «Tellus» успешно установлено на Ваш компьютер!

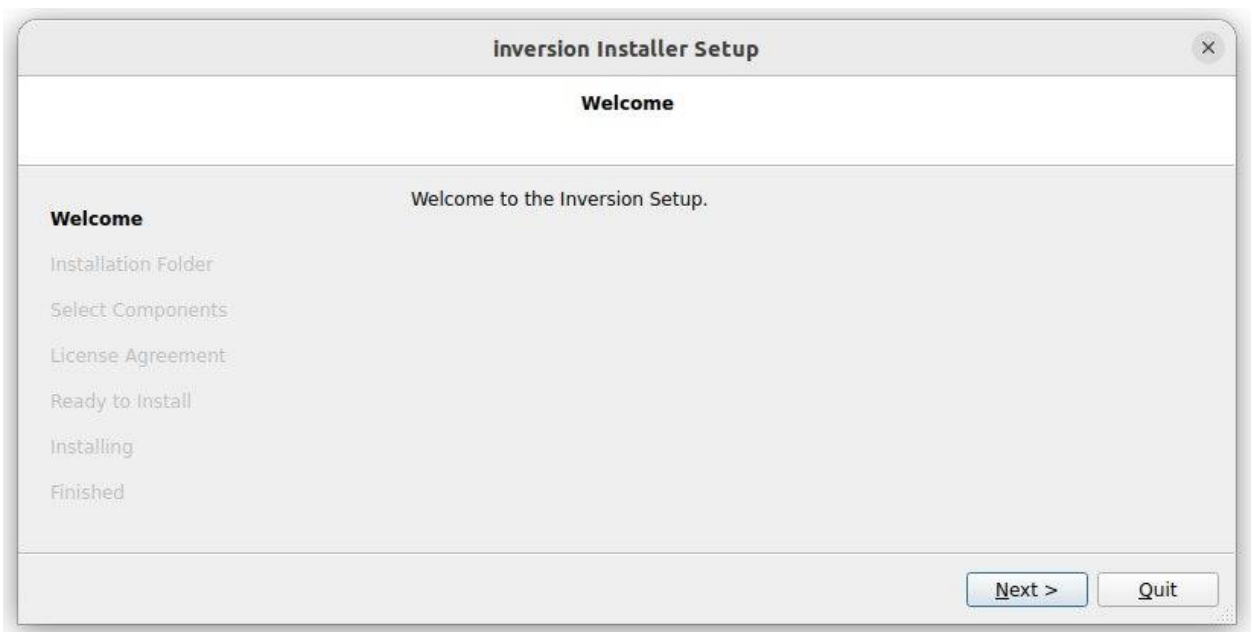


Рис. 1 Приветственное окно установки ПО Теллус

# 1. Начало работы

Запустите приложение через ярлык на рабочем столе (Рис. 2) или через меню. При первом запуске программы укажите путь до лицензионного файла.



Рис. 2 Логотип ПО «Tellus»

После запуска приложения перед Вами появится главный экран с верхней панелью кнопок (Рис. 3). Изначально будет активна только кнопка *File*, остальные станут доступны по мере создания проекта и выполнения определённых шагов.

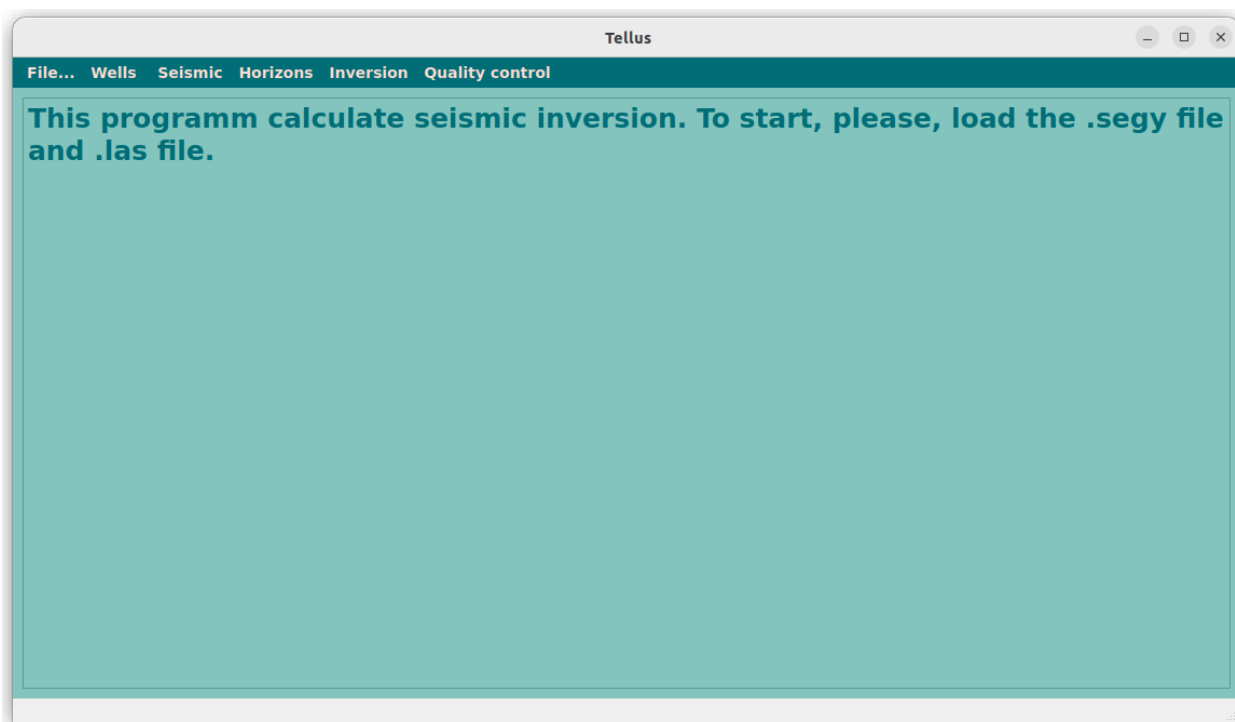


Рис. 3 Главный экран.

## 1.1 Создание нового проекта

Для создания нового проекта нажмите кнопку *File* ► *Create new project*. Создайте новую папку и сохраните в неё файл проекта с расширением *.inv* (Рис. 4). В название проекта используйте латинские буквы, арабские цифры, символы ASCII.

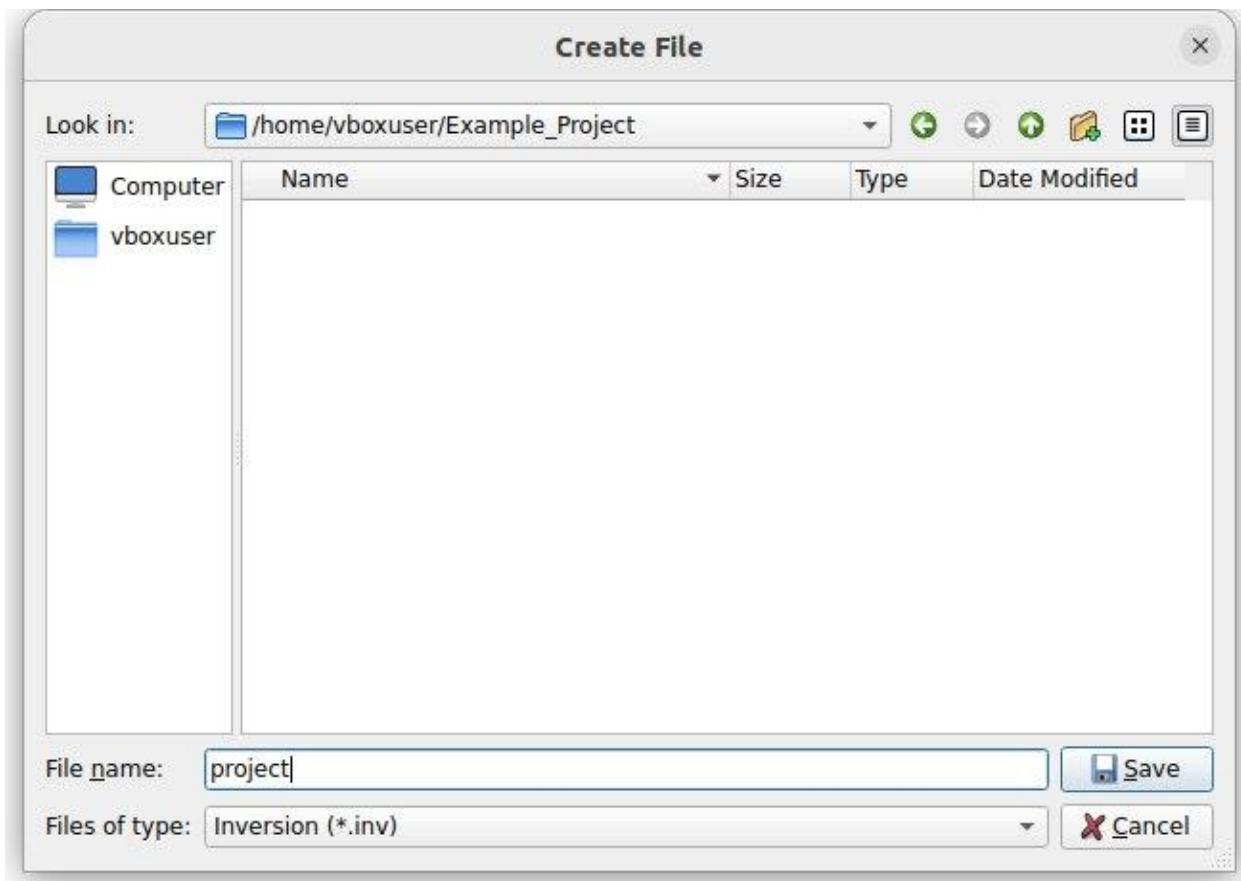


Рис. 4 Окно создания нового проекта

После создания проекта на главном экране станут доступны кнопки *Wells* и *Seismic* для загрузки данных.

## 1.2 Загрузка существующего проекта

Для открытия уже существующего проекта, нажмите кнопку *File* ► *Open project*. В открывшемся окне выберите нужную папку, файл с расширением *.inv* и нажмите кнопку *Open*.

## 1.3 Сохранение промежуточного состояния проекта

Чтобы сохранить проект, нажмите кнопку *File* ► *Save as*. Мы рекомендуем сохранять проект после каждого этапа работы, чтобы не потерять достигнутый прогресс.



## 1.4 Экспорт результата

Чтобы выгрузить сейсмические кубы из программы на диск нажмите кнопку *File* ► *Export*, выберите необходимый набор данных и папку сохранения.

Программа сохраняет кубы акустического импеданса в формате SEG-Y.

## 2. Загрузка данных

### 2.1 Загрузка скважинной информации

#### 2.1.1 Загрузка заголовков скважин (well head)

Для создания базы данных скважин, нужно загрузить текстовый файл с их заголовками. Последовательность действий:

1. На главном экране нажмите кнопку *Wells* ► *Load well head*.
2. Выберите расположение соответствующего файла с расширением .txt.
3. Откроется окно *Load Well Head* (Рис. 5).

Справа снизу находится поле для пользовательского ввода: количество столбцов в файле (Рис. 5 А) и количество строк, которые необходимо пропустить при чтении (Рис. 5 Б).

Слева находится таблица заголовков (Рис. 5 В) с двумя столбцами: *Attribute* – название, *Column* – номера колонок в загружаемом файле. Номера изменяются Пользователем в соответствии с расположением колонок в загружаемом файле. Если заголовок отсутствует в файле, напротив него следует поставить цифру 0. Если в файле больше 8 колонок, они должны быть распределены между всеми заголовками.

В правой части окна *Load Well Head* расположено окно предпросмотра первых 10 строк файла (Рис. 5 Г).

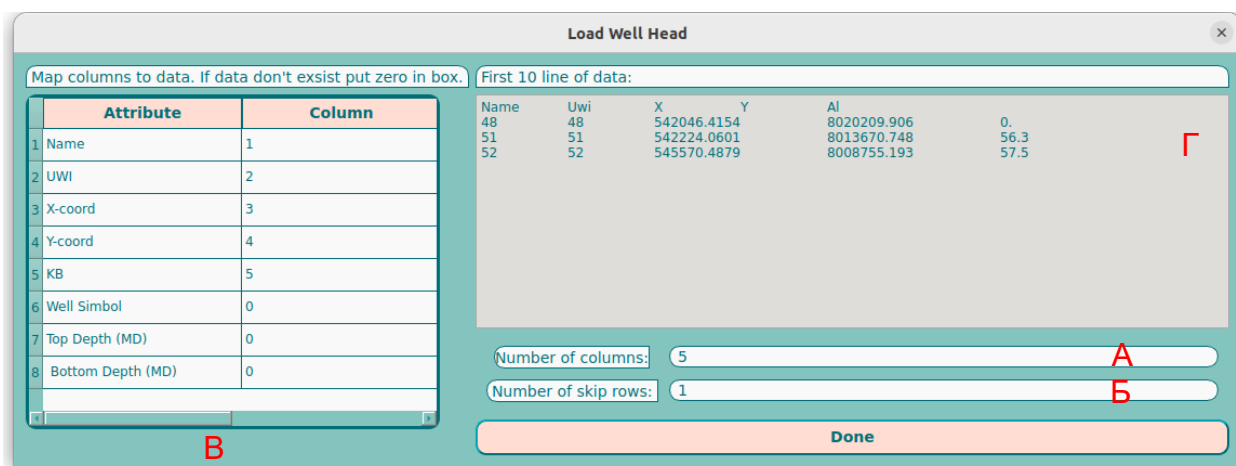


Рис. 5 Окно загрузки файла с заголовками скважин

4. На данном этапе Пользователь должен:
  - указать количество столбцов, которые следует считать из файла;
  - указать количество строк, которые нужно пропустить при чтении;
  - соотнести заголовки с номерами колонок в левой части окна;
  - нажать кнопку *Done*.

После выполнения этих шагов Вас вернет на главный экран, где появится вкладка *Wells* с информацией по каждой скважине (Рис. 6).

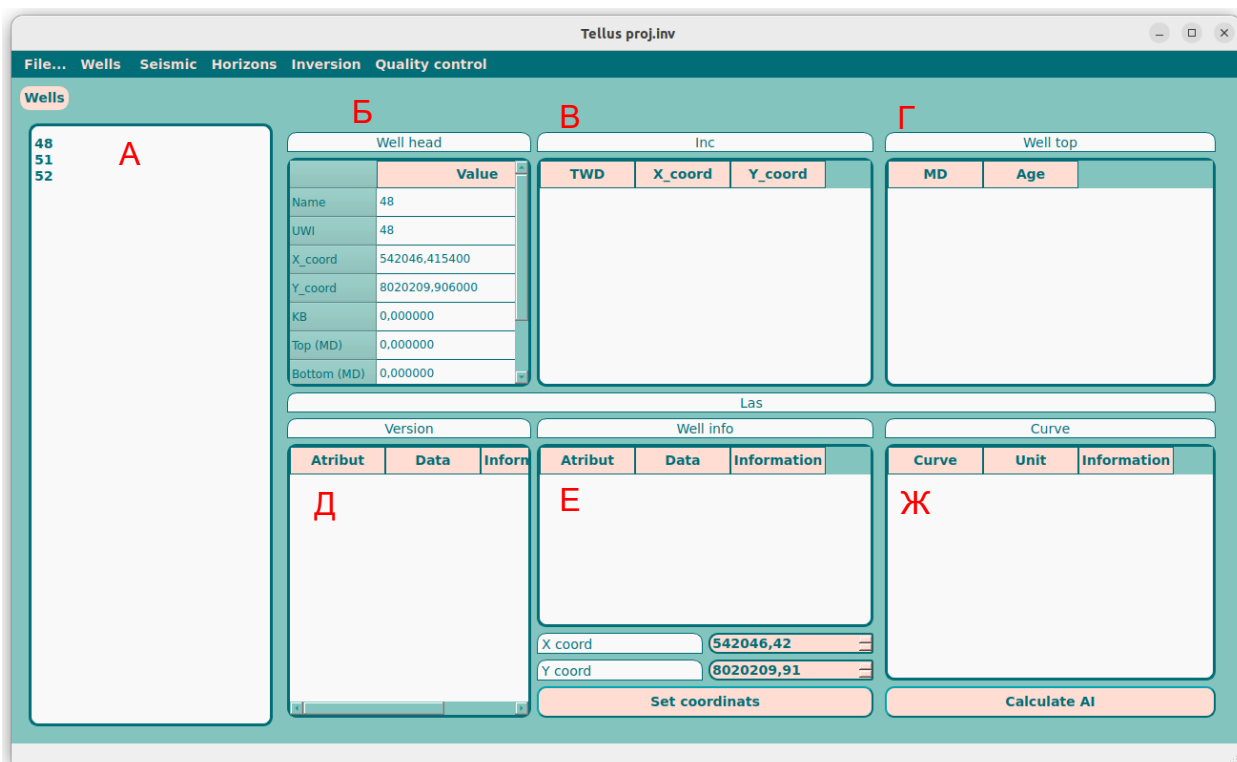


Рис. 6 Окно с незаполненной скважинной информацией

В левой части окна находится список скважин проекта (Рис. 6 А), переключение между которыми происходит по двойному клику левой кнопки мыши. В верхнем ряду расположены таблицы:

- описание положения текущей скважины (*Well head*) (Рис. 6 Б);
- инклинометрия (*Inc*) (Рис. 6 В);
- скважинные отбивки (*Well tops*) (Рис. 6 Г).

Нижний ряд содержит информацию из LAS-файла:

- версию LAS-файла (*Version*) (Рис. 6 Д);
- информацию о скважине из заголовка LAS-файла (*Well info*) (Рис. 6 Е);
- таблицу кривых каротажа (*Curve*) (Рис. 6 Ж).

По мере загрузки новых данных информация в этом окне будет обновляться (Рис. 7).

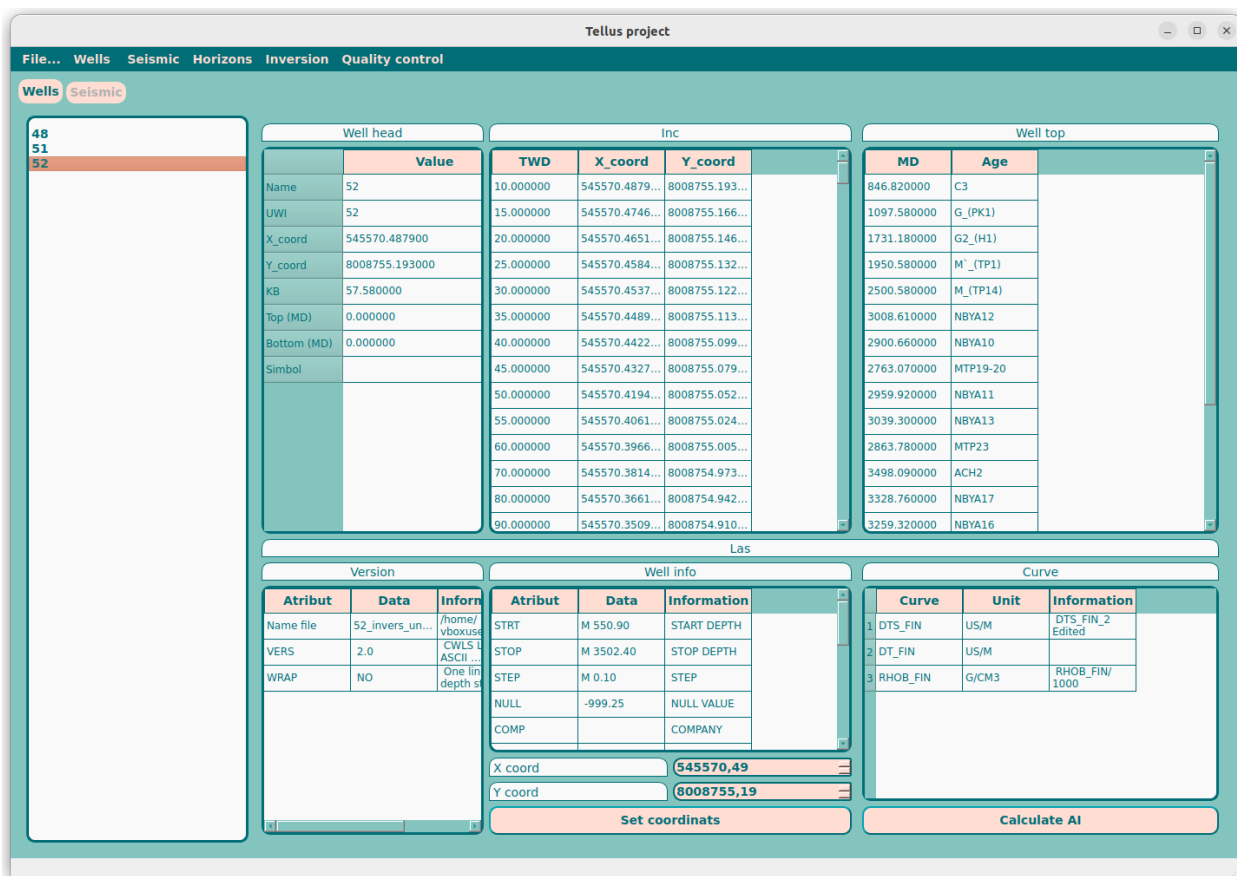


Рис. 7 Окно с заполненной скважинной информацией

## 2.1.2 Загрузка каротажных данных в LAS формате

На главном экране нажмите кнопку *Wells* ► *Add .las file* и перейдите в папку содержащую LAS файлы. Программа позволяет загрузить файлы по отдельности или несколько штук сразу. После нажатия кнопки *Open* появится окно *Add .las files* (Рис. 8), в котором Пользователь должен сопоставить названия скважины и файла из выпадающего списка. Если файл каротажа для скважины отсутствует, оставьте поле *None*.

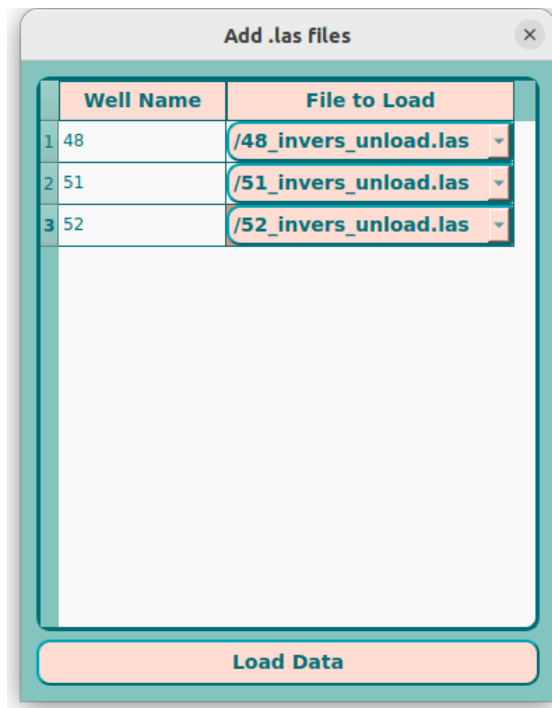


Рис. 8 Окно загрузки файлов каротажа для скважин

Нажмите на кнопку *Load Data* и вернитесь к окну на Рис. 6, где обновится информация в нижних таблицах. Двойной щелчок левой кнопкой мыши по названию кривой каротажа в таблице *Curve* (Рис. 6 Ж) откроет график этой кривой в новом интерактивном окне (Рис. 9).

Пользователь может изменять масштаб каждой оси или всего графика с помощью колесика мыши, менять размер окна, перемещать график с помощью левой кнопки мыши.

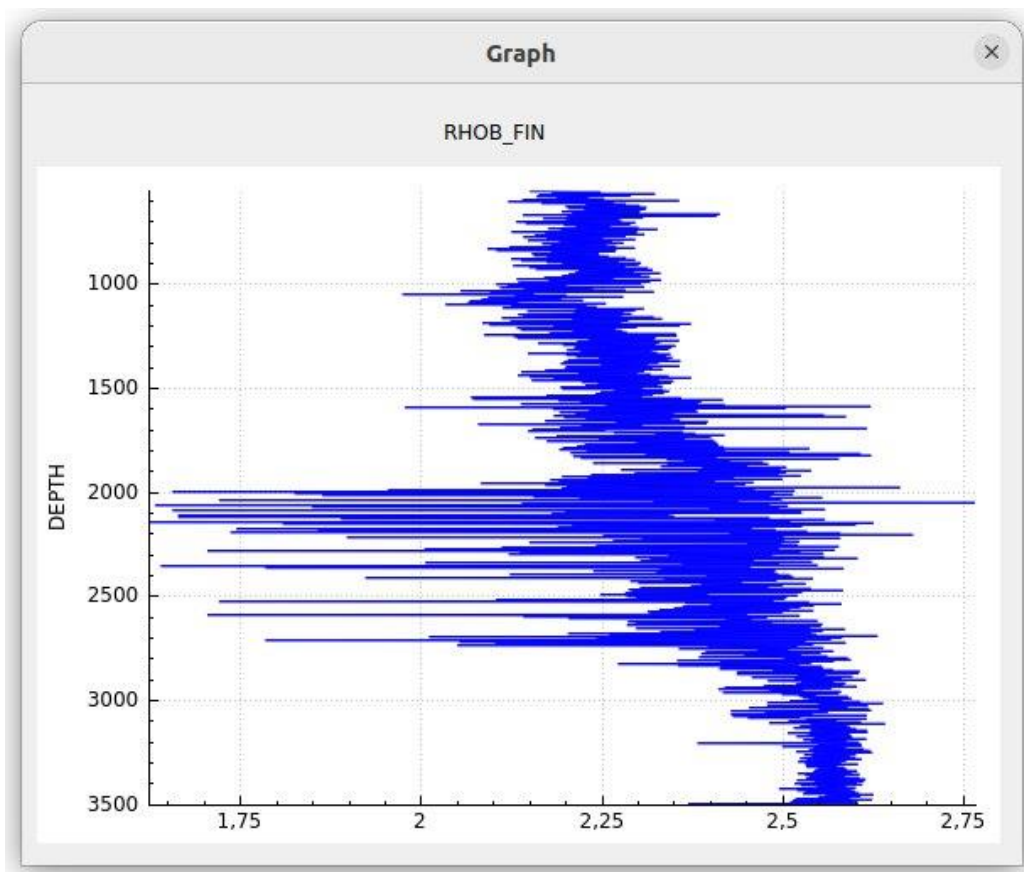


Рис. 9 Интерактивный график плотностного каротажа

### 2.1.3 Расчет кривой акустического импеданса

Для проведения сейсмической акустической инверсии необходимы кривые акустического каротажа, записанные в скважинах. При отсутствии этой кривой в загруженном LAS файле Пользователь может самостоятельно рассчитать её из кривых плотностного каротажа и акустического (или медленности).

При нажатии кнопки *Calculate AI* в таблице *Curve* (Рис. 6 Ж), появится окно, в котором Пользователь должен выбрать соответствующие кривые из выпадающих списков (Рис. 10).

После нажатия на кнопку *Calculate* в таблице *Curve* появится кривая акустического каротажа с названием *AI\_calc*.

При повторном открытии проекта советуем проверить наличие рассчитанной кривой в каждой скважине, при необходимости рассчитайте заново.

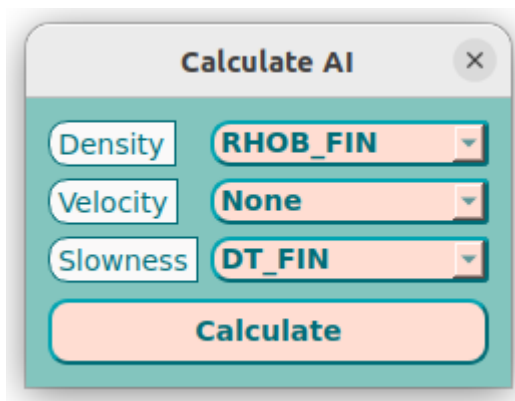


Рис. 10 Окно расчета кривой акустического импеданса

#### 2.1.4 Загрузка инклинометрии скважины

На главном экране нажмите кнопку *Wells* ► *Add inclinometry*. В появившемся окне выберите расположение соответствующих текстовых файлов и нажмите кнопку *Open*. Можно загрузить файлы по одному или сразу несколько. В окне *Add incl files* Пользователь должен сопоставить названия скважин, файлов и типов файлов из выпадающих списков (Рис. 11).

Программа поддерживает чтение файлов инклинометрии тремя способами:

- *absolute* – дискретные положения ствола скважины записаны в абсолютных координатах (файл содержит значения MD, X, Y);
- *azimuth* - дискретные положения ствола скважины записаны при помощи зенитного угла (INCL) и магнитного азимута (AZIM);
- *delta* - дискретные положения ствола скважины записаны при помощи смещений в двух направлениях (DX, DY) и значений вертикальной глубины (TVD).

Предполагается, что входные файлы состоят из 3 колонок.

Если для скважины отсутствует файл инклинометрии, оставьте поле *None*. Нажатие кнопки *Load Incl* вернет вас на Рис. 6 и обновит информацию в таблице *Incl*. Если инклинометрия не была загружена для скважины, то на следующих этапах инверсии траектория ствола скважины будет рассчитана из загруженного LAS-файла.

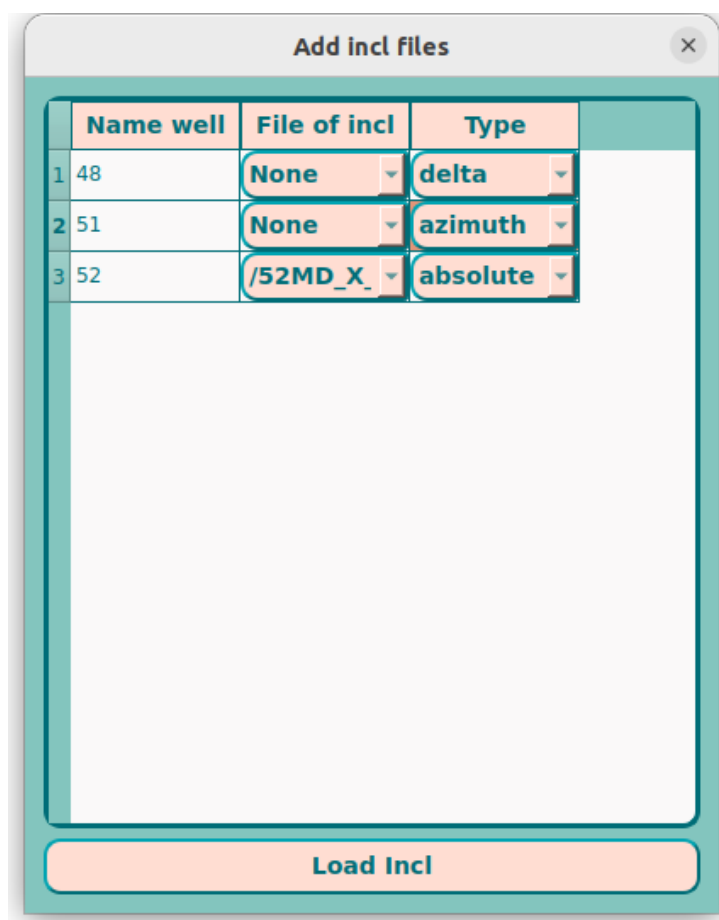


Рис. 11 Загрузка инклинометрии

### 2.1.5 Загрузка «закона время-глубина» (check-shot)

На главном экране нажмите кнопку *Wells* ► *Add twt*, выберите соответствующие текстовые файлы и нажмите кнопку *Open*. Программа позволяет загружать файлы поодиночке или сразу несколько штук. Появится окно, в котором Пользователь должен соотнести названия скважины и файла из выпадающего списка (Рис. 12).

Если для скважины нет файла «время-глубина», следует оставить поле *None*. Нажатие на кнопку *Load* вернет к окну на Рис. 6.



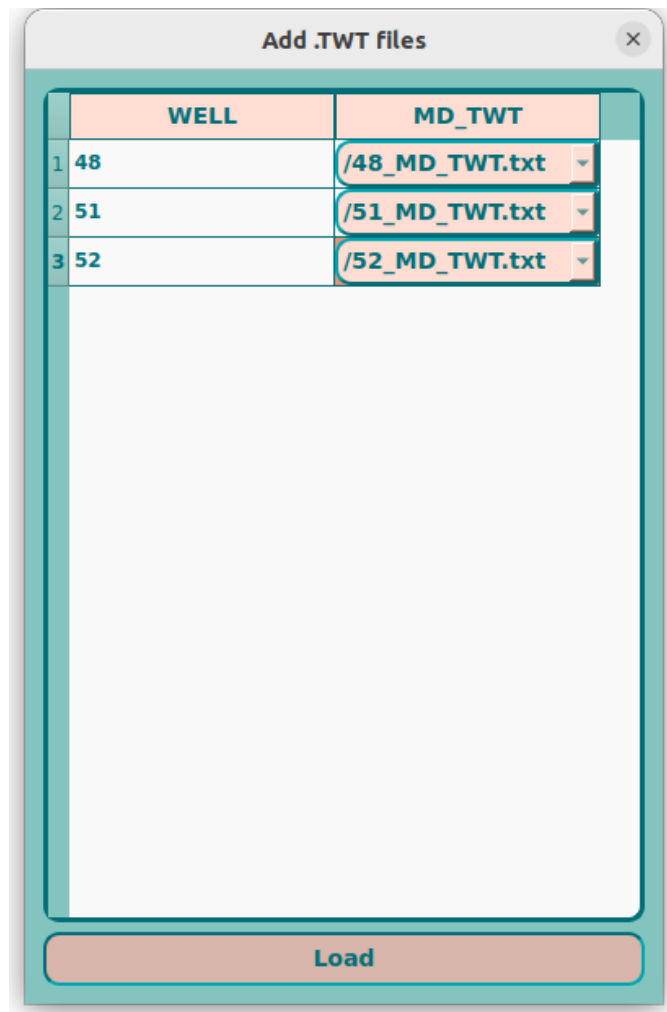


Рис. 12 Окно загрузки check shot

### 2.1.6 Загрузка скважинных отбивок

На главном экране нажмите кнопку *Wells* ► *Add welltops* и выберите расположение текстового файла. Нажатие на кнопку *Open* вернет к окну на Рис. 6, с обновленной информацией в таблице *Well top*.

### 2.1.7 Привязка скважинных данных

Программа предполагает загрузку увязанных между собой скважинных и сейсмических данных (см. главу 2.1.5 Загрузка «закона время-глубина» (check-shot)), но при этом дает возможность Пользователю уточнить привязку.

Нажмите кнопку *Wells* ► *Well tying*. Эта функция становится активной после загрузки всей скважинной и сейсмической информации. После нажатия на кнопку появится окно выбора скважины для привязки (см. Рис. 13).

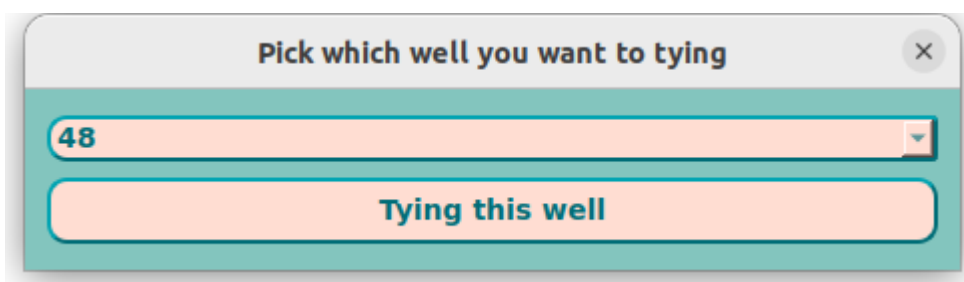


Рис. 13 Окно выбора скважины для привязки

После выбора скважины появится окно привязки (см. Рис. 14). Слева направо здесь представлены кривые: акустического импеданса в скважине, трасса коэффициентов отражения, сейсмический импульс, синтетическая сейсмотрасса в точке скважины, сейсмотрасса в точке скважины. Пользователь при помощи левой кнопки мыши может выбирать на двух последних графиках точки, которые следует увязать между собой.

При нажатии кнопки *Apply* происходит изменение синтетической кривой, согласно выбранной пикировке и будет показан коэффициент корреляции. При необходимости возможно повторение действий. Нажатие кнопки *Finish* означает окончание привязки, сохранение последнего состояния синтетической кривой и выход на главный экран.

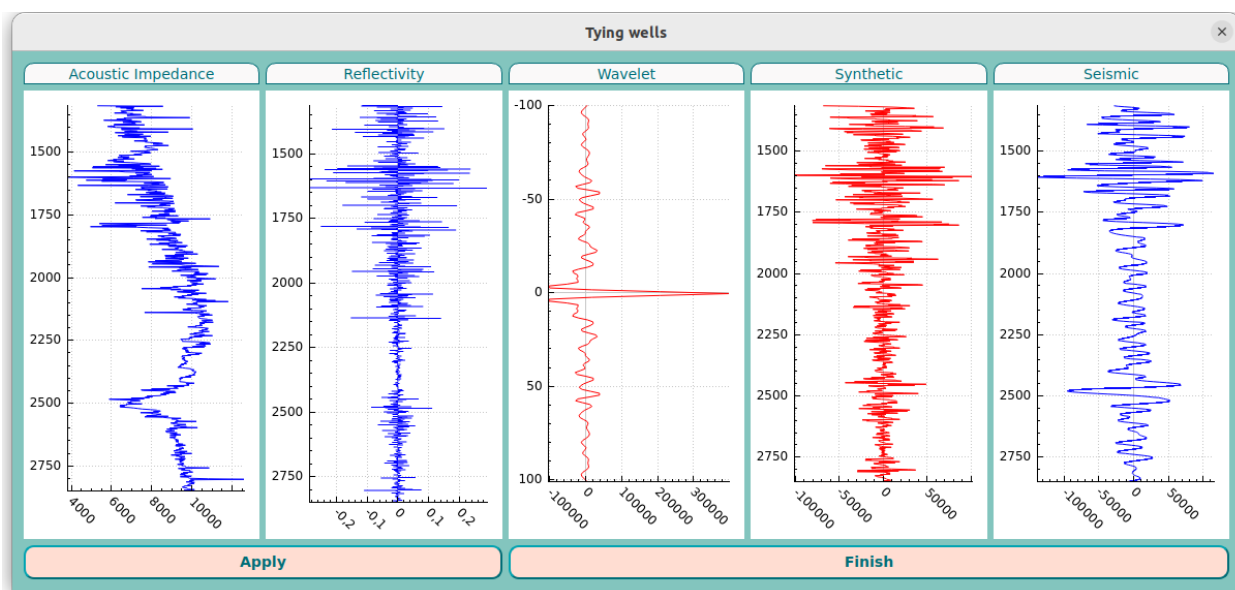


Рис. 14 Окно привязки

## 2.2 Загрузка сейсмических данных

### 2.2.1 Загрузка сейсмического куба

На главном экране нажмите кнопку *Seismic* ► *Load SEG Y* и загрузите соответствующий файл в формате .sgy или .segy. Программе может потребоваться некоторое время на загрузку, в зависимости от размера файла.

При успешной загрузке на главном экране появится вкладка *Seismic* (Рис. 15). Пользователь может выбрать направление (инлайн, кросслайн), также задать номер определенной линии и выбрать одну из палеток визуализации в выпадающем меню. Также доступно изменение масштаба временного среза и шкалы амплитуд при помощи колесика мышки, и перемещения графика при помощи левой кнопки мышки.

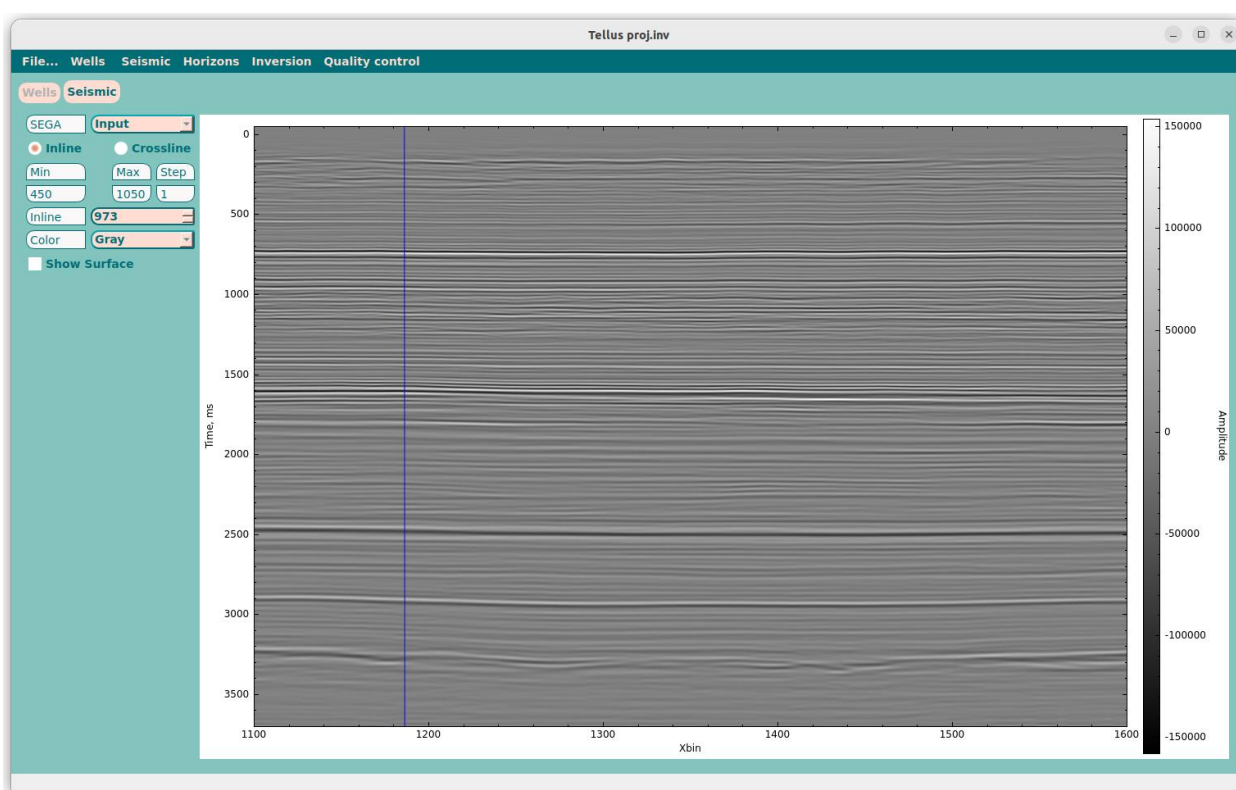


Рис. 15 Визуализация загруженного куба. Синим цветом показано положение скважины

### 2.2.2 View info

Кнопка становится активной после загрузки сейсмического куба в проект. При нажатии этой кнопки Пользователь может посмотреть информацию, записанную в заголовки файла SEG Y

## 2.3 Загрузка горизонтов

На главном экране нажмите кнопку *Horizons* ► *Load data*, она становится активной после загрузки сейсмической и скважинной информации. Выберите один

или несколько файлов, после этого появится окно *Add surface*, в котором вводятся номера колонок в соответствии с заголовком (см. Рис. 16) Двойной клик левой кнопки мыши на название файла покажет первые 10 строк из файла в нижнем окне предпросмотра.

Для каждого файла можно определить собственные параметры загрузки. Если структура файлов совпадает, можно поставить галочку в окошке *Use one attribute for all files* в нижней части окна и загрузить файлы с общими параметрами. После нажатия на кнопку *Load all* горизонты появятся в Вашем проекте. Во вкладке *Seismic* на временном разрезе они будут показаны синим цветом (Рис. 17).

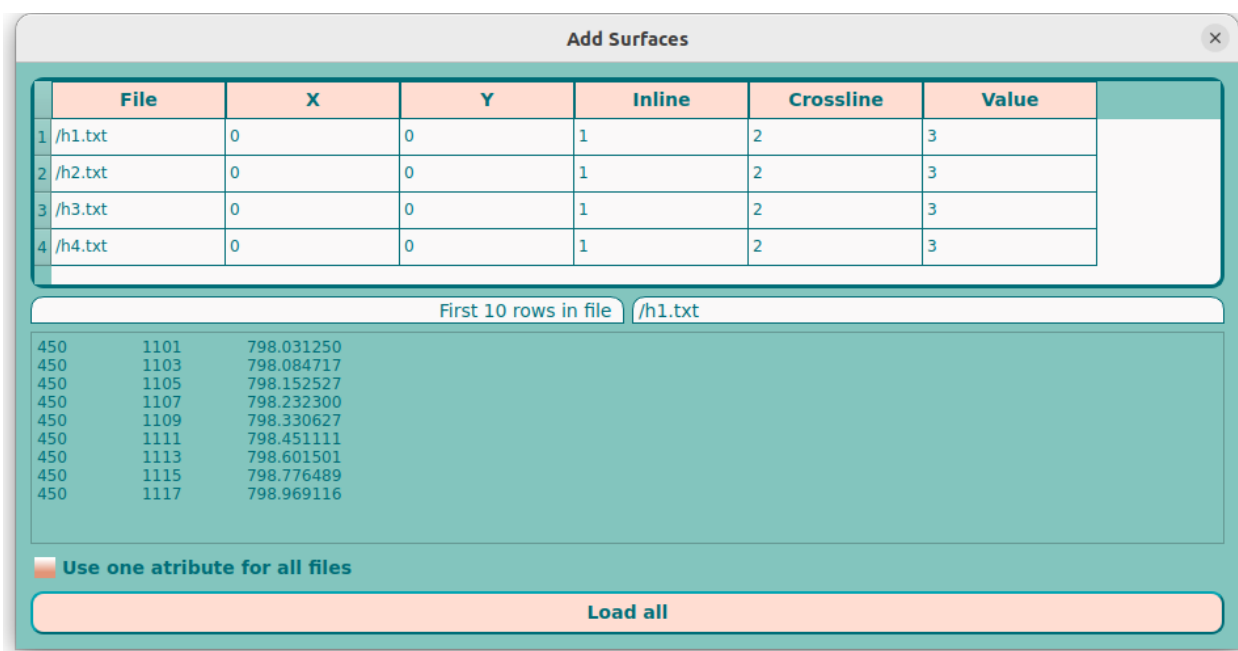


Рис. 16 Окно загрузки горизонтов

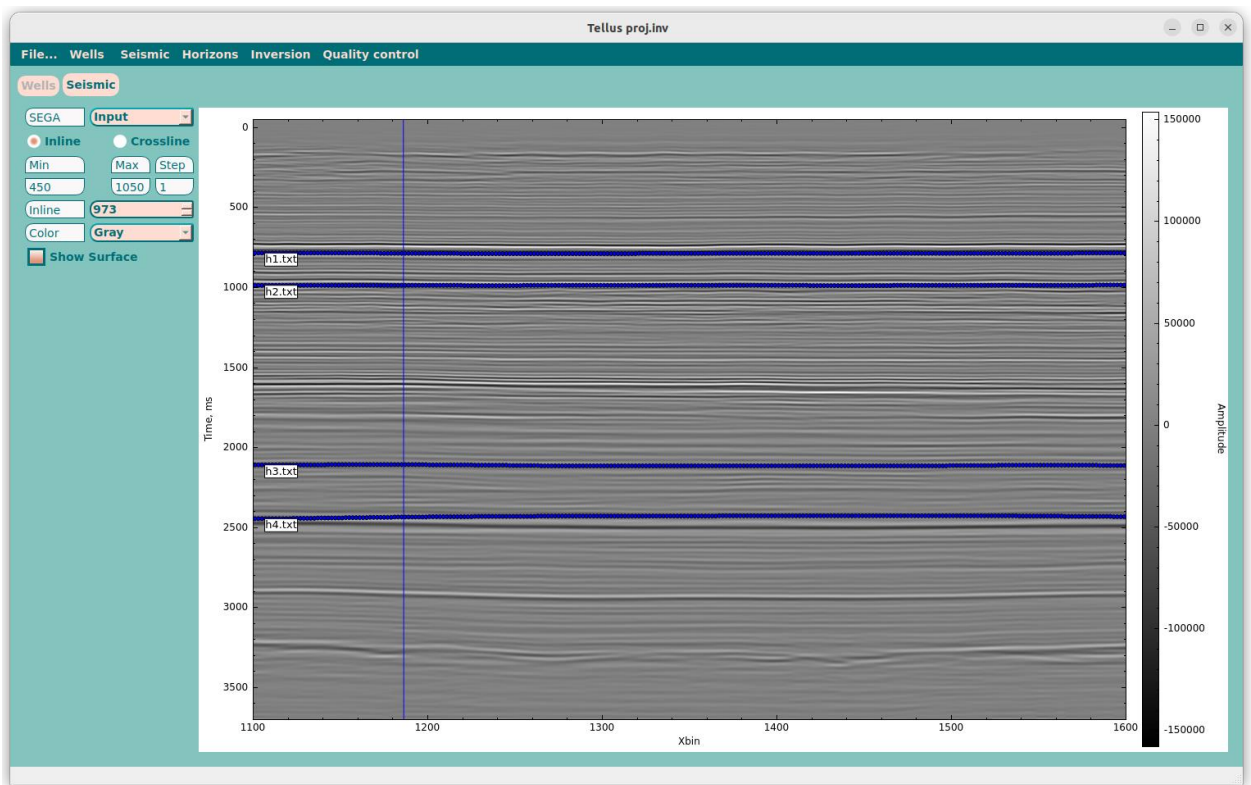


Рис. 17 Вкладка Seismic с загруженными горизонтами

### 3. Цветная инверсия («Colored» inversion)

На главном экране нажмите кнопку *Inversion* ► *CI*, перед Вами появится окно *CI calculation* (Рис. 18). Оно состоит из двух частей: верхняя отвечает за входную информацию и подбор параметров, нижняя – за расчет оператора инверсии.

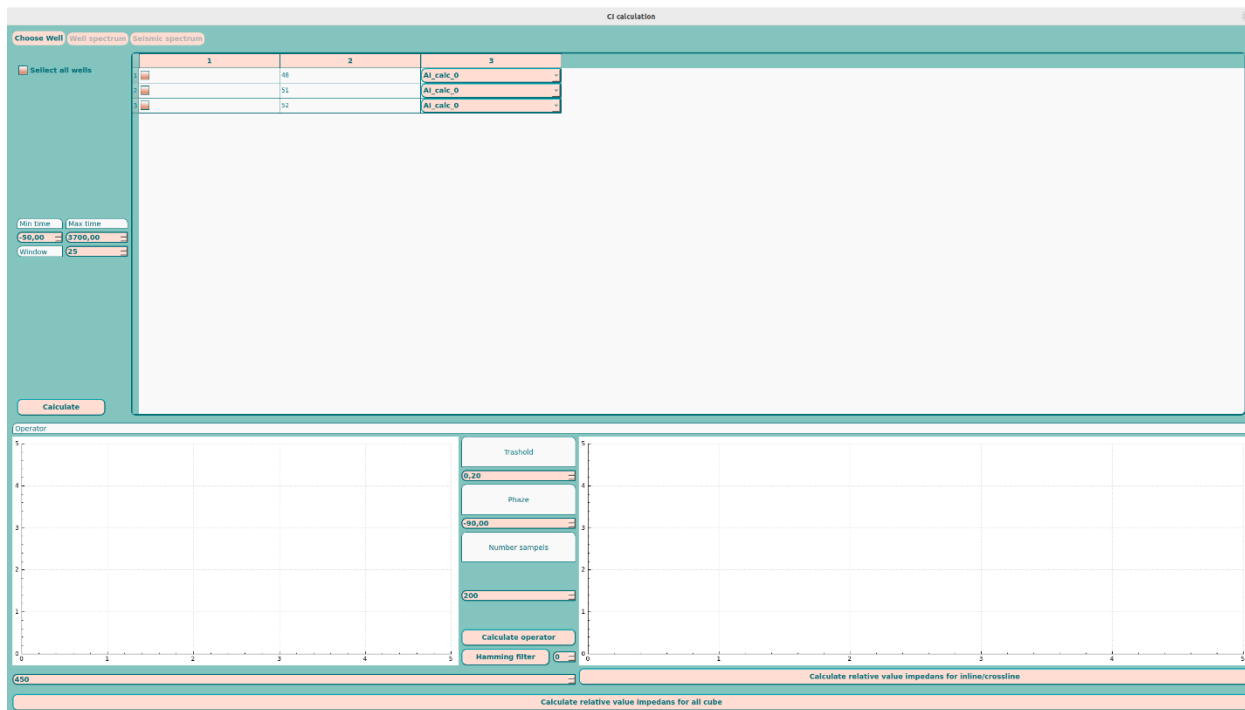


Рис. 18 Окно расчета цветной инверсии

Рассмотрим каждую подробнее. В верхней части окна есть три вкладки:

- *Choose Well* (Рис. 19) – в левой части окна Пользователь задает верхнюю и нижнюю границы временного интервала по сейсмическому кубу (*Min time*, *Max time*), а также количество трасс вокруг скважины для анализа (*Window*). В правой части окна находится таблица, в которой Пользователь может выбрать одну или несколько скважин для расчета, поставив галочку в столбце 1, а также кривые акустического импеданса в выпадающем списке.
- *Well spectrum* (Рис. 20) – после выбора всех параметров и нажатия на кнопку *Calculate* на предыдущей вкладке здесь появится тренд распределения частот в логарифмическом масштабе. Точками на графике показаны данные скважины, красным цветом изображена прямая тренда. В левой части окна Пользователь может самостоятельно задать параметры прямой тренда: *Intercept* – смещение, *Slope* – наклон, и перестроить график, нажав кнопку *ReCalculate*.
- *Seismic Spectrum* (Рис. 21) – здесь появится спектр АЧХ осредненной сейсмической трассы в районе скважины.

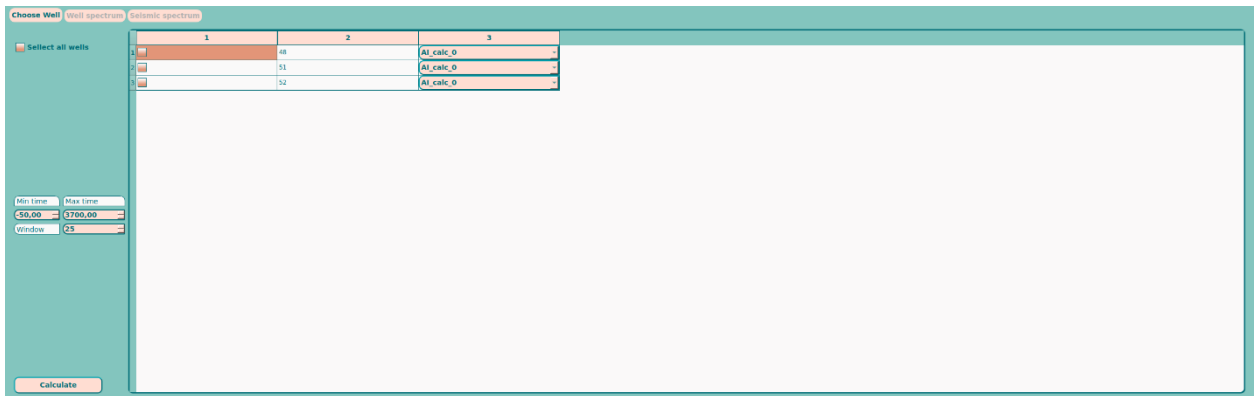


Рис. 19 Вкладка Choose Well

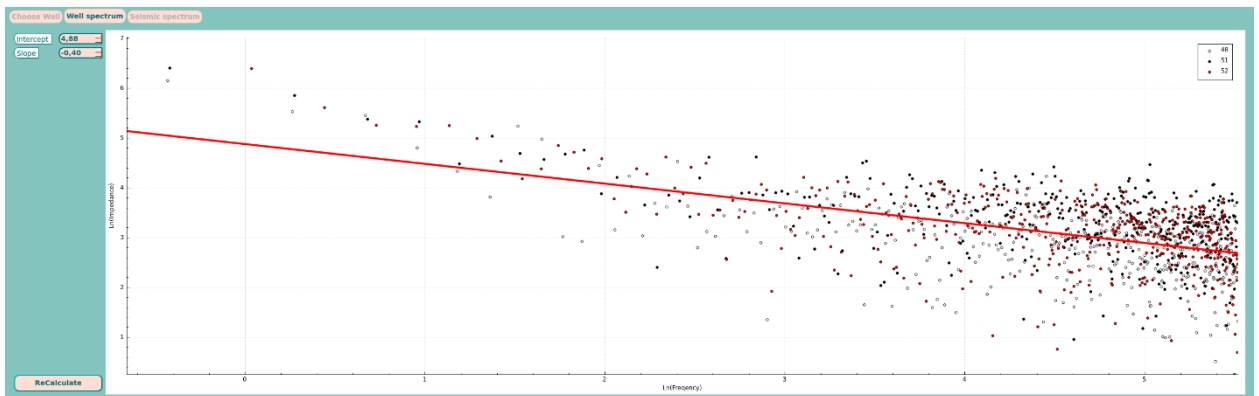


Рис. 20 Вкладка Well spectrum

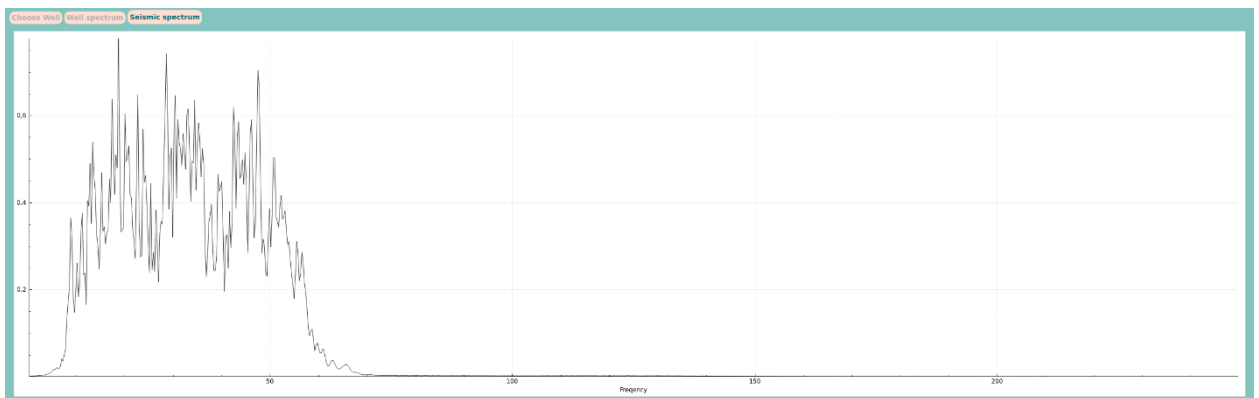


Рис. 21 Вкладка Seismic spectrum

После расчета всех параметров в верхней части окна на Рис. 18, перейдем к его нижней части. В центральной части (Рис. 22) представлены параметры для расчета оператора инверсии:

- *Trashold* – пороговое значение;
- *Phase* – значение поворота фазы в градусах;
- *Number samples* – длина оператора инверсии в мс;
- *Hamming filter* – порядок сглаживающего фильтра оператора.

При нажатии на кнопку *Calculate operator* слева появится изображение оператора инверсии во временном масштабе черным цветом, справа – частотные характеристики (Рис. 22). После этого шага становится активной кнопка *Hamming*

*filter*, нажатие на которую отобразит красным цветом сглаженный оператор во времени.

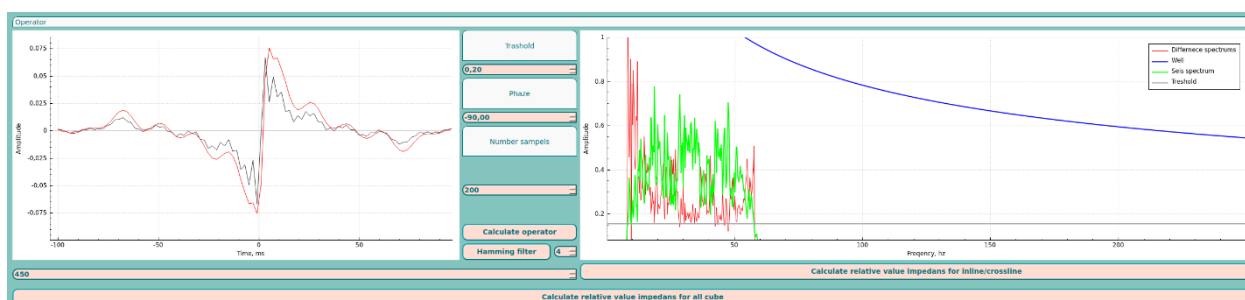


Рис. 22 Расчет оператора инверсии

Под изображениями расположено поле с номером инлайна и кнопка *Calculate relative value impedance for inline/crossline*, запускающая тестовый расчет инверсии по указанному инлайну/кросслайну. При нажатии появится отдельное окно с результатом.

При удовлетворительном результате инверсии по тестовому инлайну Пользователь может запустить расчет на весь объем сейсмического куба нажав на кнопку *Calculate relative value impedance for all cube*, расположенную в самой нижней части окна. По окончании расчета Пользователь увидит главный экран с вкладкой *Seismic*, где в выпадающем списке можно выбрать входной куб или результат цветной инверсии (CI) (Рис. 23).

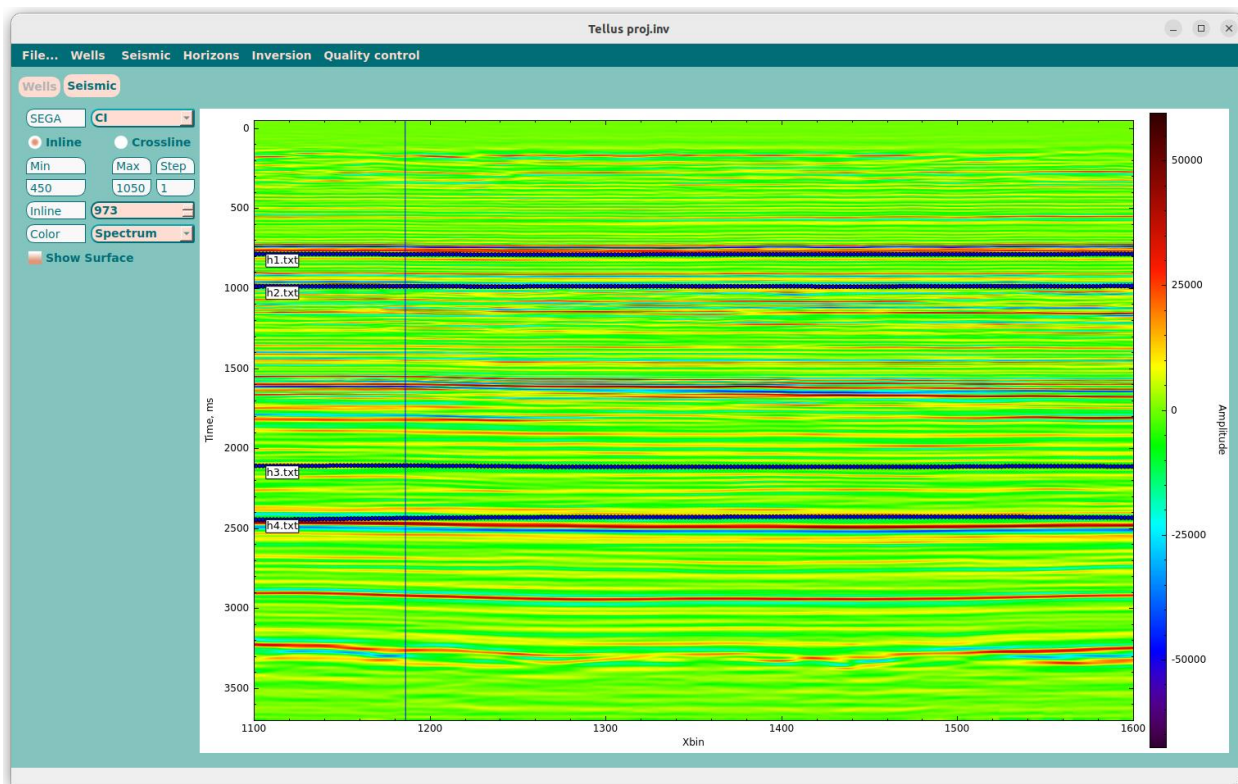


Рис. 23 Результат цветной инверсии



## 4. Инверсия, основанная на низкочастотной модели (Model Based Inversion)

### 4.1 Загрузка низкочастотной модели

Для загрузки уже существующей низкочастотной модели, нажмите кнопку *Inversion* ► *MBI* ► *Load*. Выберите файл в формате *.sgy* или *.segy* и нажмите кнопку *Open*.

### 4.2 Создание низкочастотной модели

Для создания новой модели, в проекте должны быть загружены кривые акустического каротажа (при их отсутствии – рассчитаны внутри программы), сейсмический куб и горизонты.

Нажмите кнопку *Inversion* ► *MBI* ► *Create*. В появившемся окне задайте параметры модели: временные границы в мс и максимальная частота в Гц (см. Рис. 24). При нажатии на кнопку *Calculate Initial Model* появится окно прогресса (Рис. 25). Кнопка *Break* отвечает за принудительное завершение расчета, кнопка *OK* становится активной после успешного создания модели, нажатие на нее закроет оба окна и вернет на главный экран приложения во вкладку *Seismic* (Рис. 26).

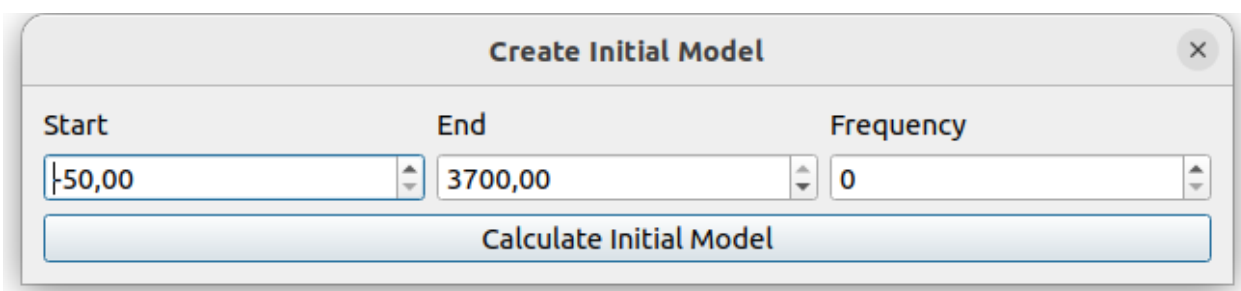


Рис. 24 Окно создания низкочастотной модели

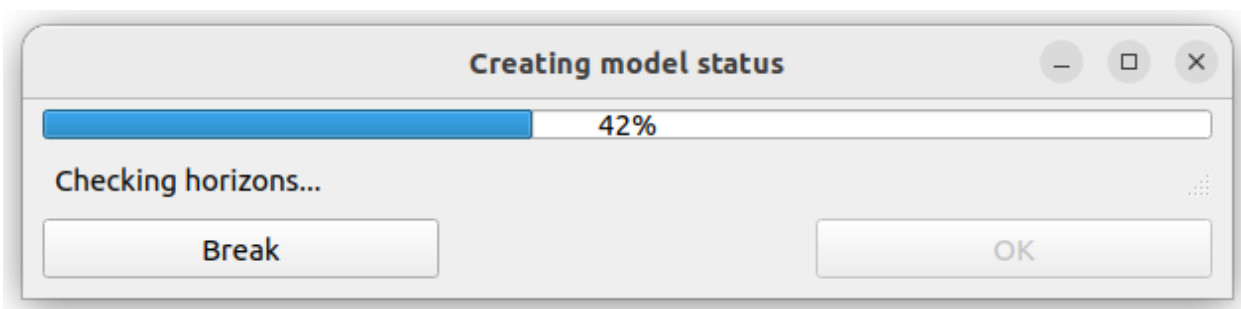


Рис. 25 Окно прогресса

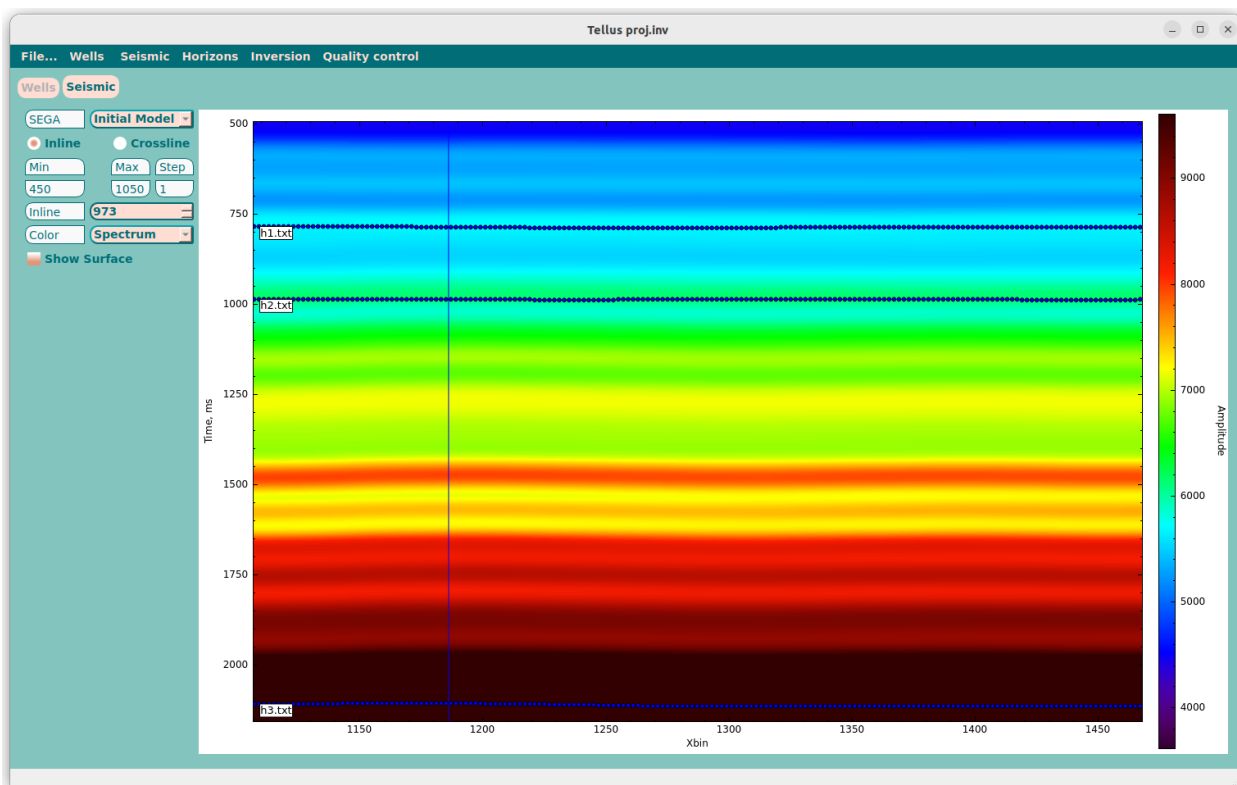


Рис. 26 Начальная модель

### 4.3 Расчет инверсии

После загрузки/создания низкочастотной модели нажмите кнопку *Inversion* ► *MBI* ► *Optimize*. В появившемся окне (Рис. 27) Пользователю необходимо задать импульс и указать временной диапазон расчета инверсии.

В программе доступно определение импульса двумя способами:

1. загрузить в текстовом формате (кнопка *Load*),
2. извлечь из сейсмического куба (кнопка *Create*)

Задав необходимый временной диапазон Пользователь может получить тестовый результат. Кнопка *Calc trace* отвечает за расчет инверсии для трассы в районе скважины, выбранной из выпадающего списка (результат будет показан на графике ниже). Кнопка *Calc In* запускает расчет инверсии для указанного инлайна/кросслайна (результат будет показан в отдельном окне).

При удовлетворительном тестовом результате по трассе/инлайну Пользователь может запустить расчет на весь объем сейсмического куба нажав на кнопку *Calculate*. Программа может стать неактивной на время вычислений, их длительность зависит от объема сейсмического материала и выбранных параметров модели.

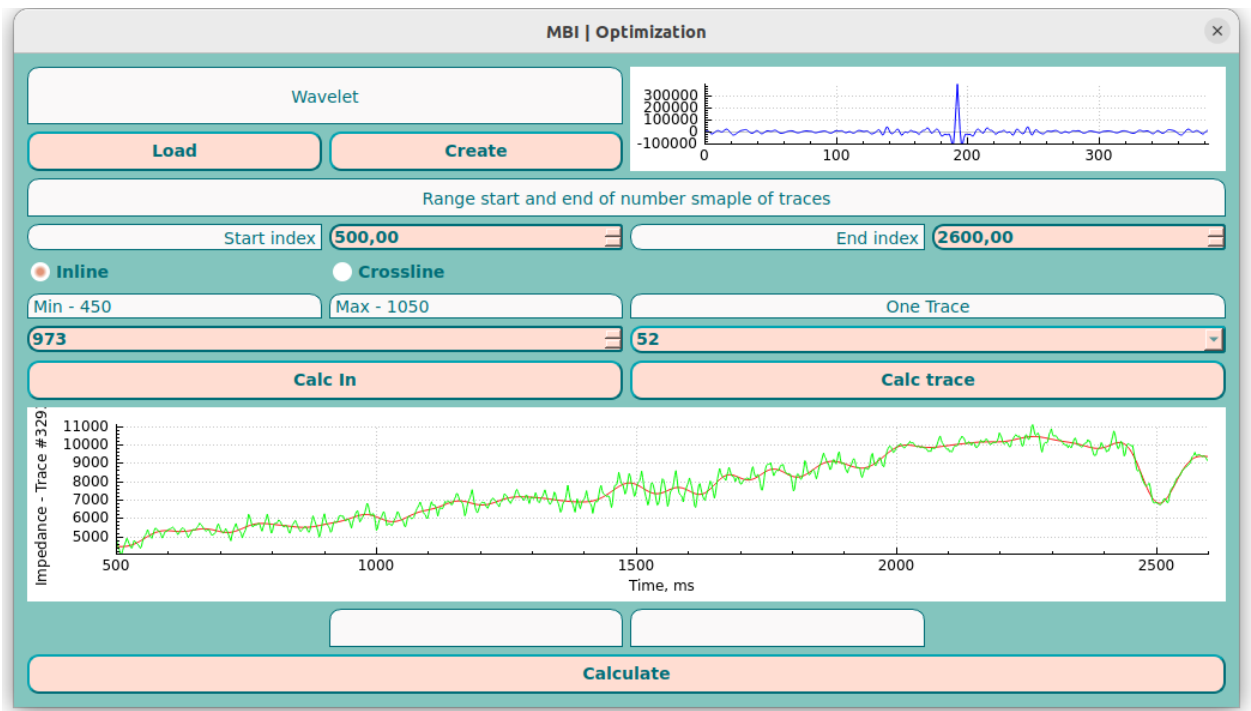


Рис. 27 Окно запуска MBI

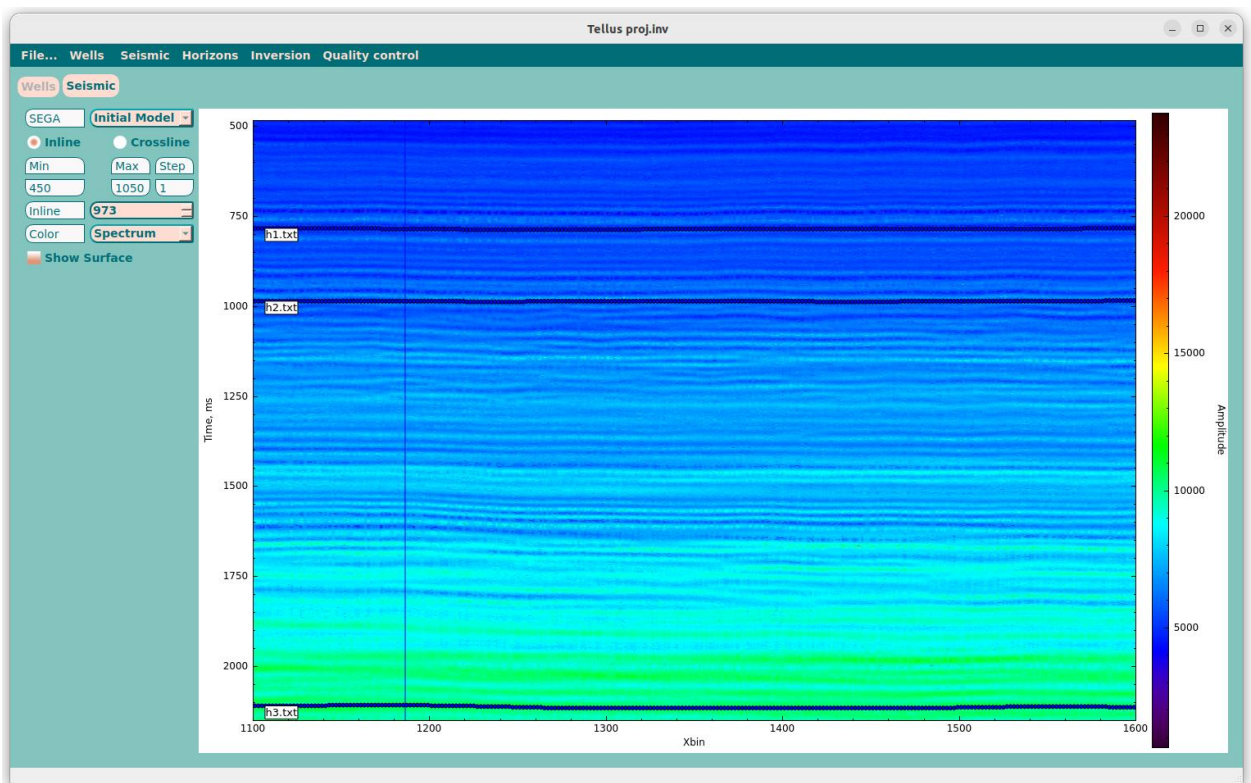


Рис 28 Результат расчета инверсии

## Контактная информация

Общество с ограниченной ответственностью «ТНГ – Информационные технологии», ИНН 9725112981

Юридический адрес: 119415, г. Москва, вн.тер.г. Муниципальный Округ  
Проспект Вернадского, ул. Удальцова, д. 1А.

Телефон: +7(495)-966-63-60.

Эл. Почта: [tng-it@tng.ru](mailto:tng-it@tng.ru)