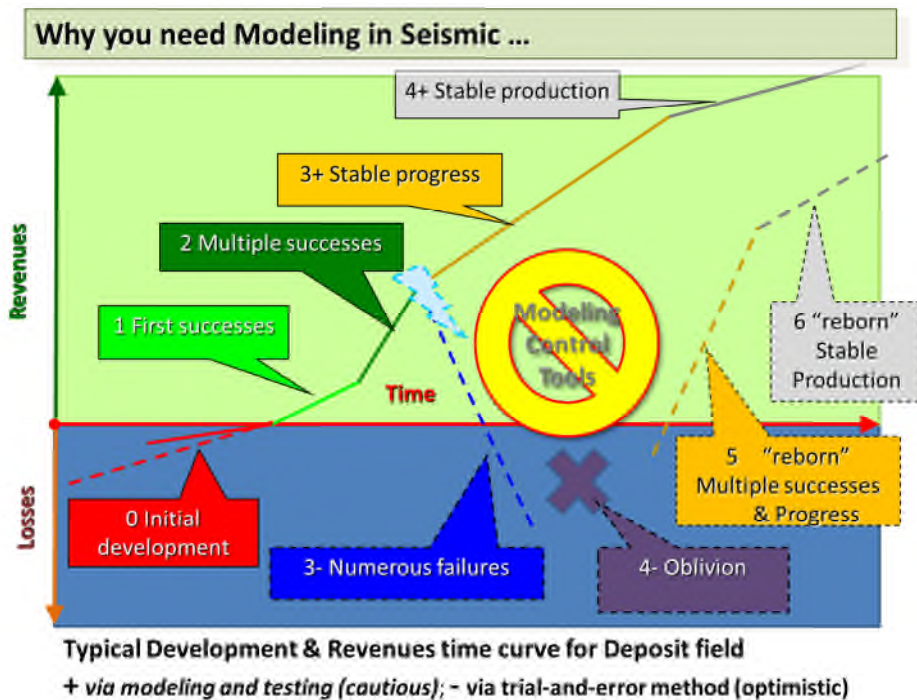




## Моделирование в Сейсмике

Лучевое трассирование и, особенно, конечно-разностное численное моделирование позволяют точно имитировать все сейсмические эффекты прохождения сейсмического волнового поля для мультипараметрической, гетерогенной и геологически реалистичной глубинной модели среды. Точность моделирования ограничивается только сложностью использованного дифференциального приближения волнового уравнения и техническим совершенством применяемых схем расчета.

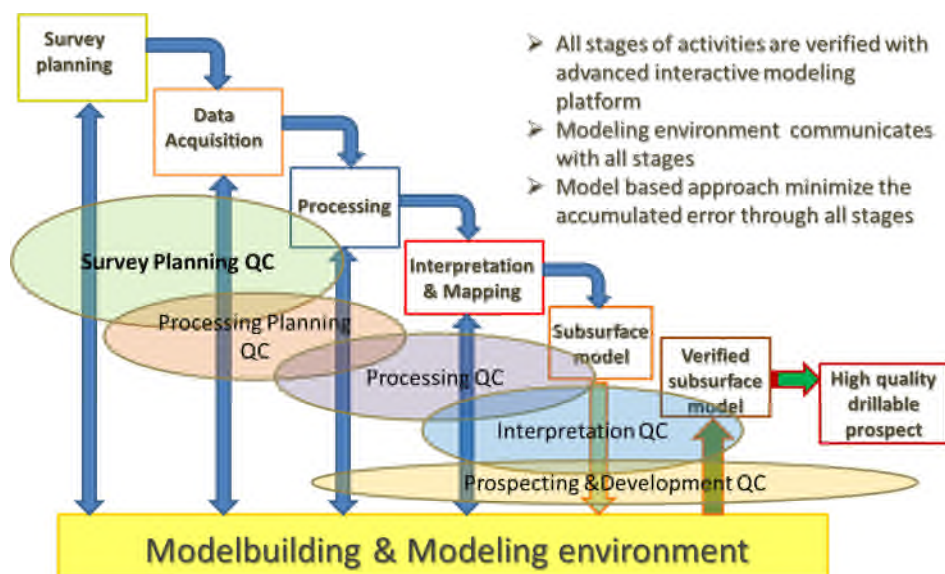


## Возможность рассчитывать аккуратные 2D-2C и 3D-3C синтетические сейсмограммы позволяет:

- ✓ оценивать разрешающую способность сейсмозазведки для сложной геологии и геометрии наблюдений;
- ✓ идентифицировать артефакты, связанные с обработкой приводящие к ошибкам интерпретации;
- ✓ проверять устойчивость любой сейсмической интерпретации;
- ✓ генерировать цифровые данные для разработки геофизического программного обеспечения;
- ✓ обеспечивать ясное понимание сложности образования обменных волн, многократных отражений и происхождения помех, связанных с земной поверхностью;
- ✓ моделировать AVO-зависимости для анизотропных, пористых, флюидонасыщенных, упруго-эластичных, тонкослоистых сред, а также для искривленных границ, осложненных изменением физических свойств;

- ✓ моделировать сейсмические записи для обычных поверхностных наблюдений, микро-сейсмических исследований, ВСП и высокочастотных наблюдений в скважинах;
- ✓ дать пользователю полностью понять сильные и слабые стороны используемых технологических приемов, и тем самым значительно сократить время адаптации новых технологий;
- ✓ обеспечивать повышение точности построений, а также понимание сейсмической освещенности в условиях латеральных неоднородностей используя лучевое трассирование, основанное на методе конечных разностей.

## Модель среды и граф Обработки-интерпретации

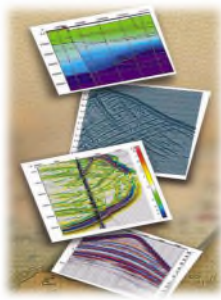


## Комплекс программ Tesseral Geo Modeling

- Построитель Модели дает пользователю возможность быстро создать модель для любых свойств пород и уровня сложности. Данные акустического каротажа в формате LAS могут быть использованы для ввода значений  $V_p$ ,  $V_s$  и плотностей  $\rho$  для создания тонкослоистых моделей отражающих строение резервуаров. Могут быть также заданы различные системы трещиноватости.
- Вычислительные Утилиты позволяют получать скалярные, акустические, упругие, упруго-эластичные, эластичные анизотропные решения для различных задач моделирования. Программное обеспечение может работать на различных платформах, включая сети Windows и кластеры Linux.
- Визуализатор обеспечивает изображение результатов моделирования в различных формах: от динамики распространения волн в геологической модели до детального анализа компонент сейсмической записи. Позволяет пользователю определять особенности различных полезных волн и волн-помех на синтетических и реальных сейсмограммах в одно- или многокомпонентной записи.
- Обработывающий Блок позволяет выполнять различные преобразования результатов моделирования. Возможности блока включают анализ скоростей, суммирование ОГТ, временную и глубинную миграцию до суммирования, временную и глубинную миграцию ВСП и AVO-моделирование.

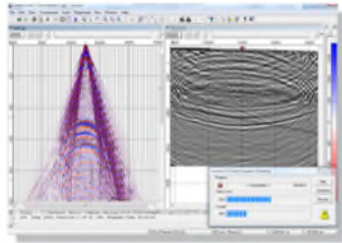
**Пакет Tesseral 2D :** От полно-волнового моделирования сложнопостроенных структур к глубинной пре-стек миграции

Пакет позволяет задавать различные системы сейсмических наблюдений, проводить построение числовых моделей сложных сейсмогеологических разрезов, быстро и точно **рассчитывать распространение колебаний в неоднородной среде на основе скалярного, акустического, упругого, упругого анизотропного вискоэластического волнового уравнения.**



Пакет использует точную и быструю схему вычислений, основанную на методе конечных разностей, что дает возможность в кратчайшие сроки выполнять моделирование сколь угодно сложных геологических сред, включая комбинацию твердых тел и жидкостей. Полученные волновые поля могут быть обработаны непосредственно внутри пакета вплоть до **построения сейсмических изображений** с помощью различных модификаций временной и глубинной миграции.

Пакет Tesseral 2D предназначен для интерактивного анализа и проверки глубинно-скоростных моделей и легко встраивается в планирование наблюдений, процесс обработки и интерпретации сейсмической информации.



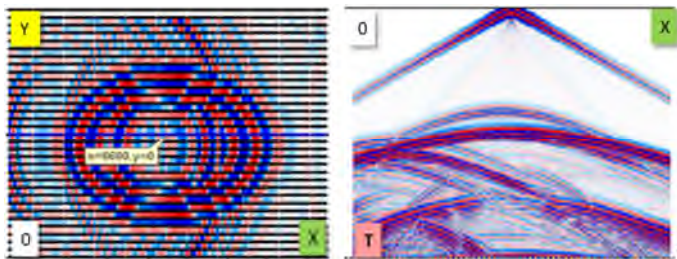
Пакет широко используется как образовательное средство при изучении процессов распространения волновых полей, процедур обработки и интерпретации сейсмических данных. Имеются следующие варианты пакета: **Windows Standalone, Windows Network and Cluster, Linux Cluster.**

**Вычислительный Модуль Tesseral-2.5D-3C :** Моделирование объемных эффектов распространения сейсмического волнового поля

В отличие от 2D моделирования, волны при 2.5D моделировании распространяются в 3D пространстве и описываются 3D уравнениями, при этом выдерживается правильная динамика волнового поля и появляется возможность **моделирования 3D-3C площадных сейсмограмм для наземных наблюдений и ВСП.**

2.5D моделирование позволяет задать упругую модель; учесть эффекты тонкослоистости (квазианизотропия, частотная зависимость скорости распространения волн и дисперсия), трещиноватости и анизотропии.

2.5D моделирование позволяет учитывать сложные геологические условия, но в отличие от "полного" 3D моделирования требует некоторого упрощения 3D модели среды: **параметры среды предполагаются постоянными вдоль оси Y (обычно ориентированной вдоль структурного простирания).** Однако анизотропия может быть произвольной и полученной в результате учета нескольких систем трещин с разной пространственной ориентацией.

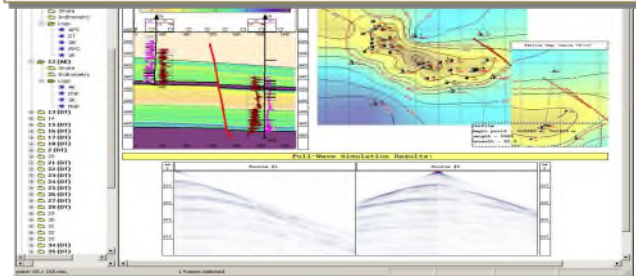


**Пакет Tesseral Pro :** Полно-волновое моделирование на месторождениях нефти и газа

Пакет Tesseral Pro является новой реализацией на основе пакета Tesseral 2D, включающей дополнительные средства, такие как например, лучевое трассирование, и предназначен для **интерактивного анализа и проверки глубинно-скоростных моделей месторождений нефти и газа с использованием геолого-геофизической базы данных.**

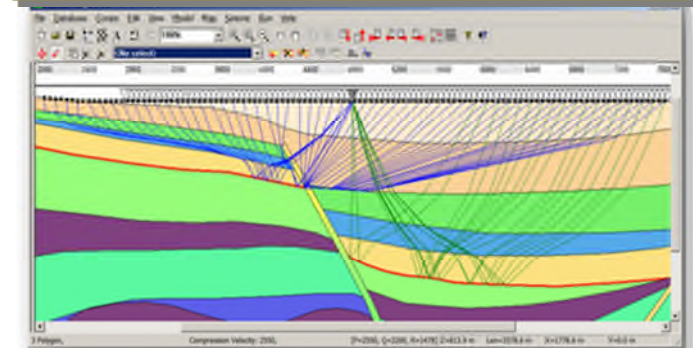
Пакет предназначен для создания глубинной скоростной модели по скважинным данным, картам геологических поверхностей, сейсмическим 2D и 3D скоростным моделям и для расчета синтетических сейсмограмм 2D по построенной модели, а также для подготовки задания расчета 2.5D.

**Объектно-ориентированное моделирование :** использование всей имеющейся информации

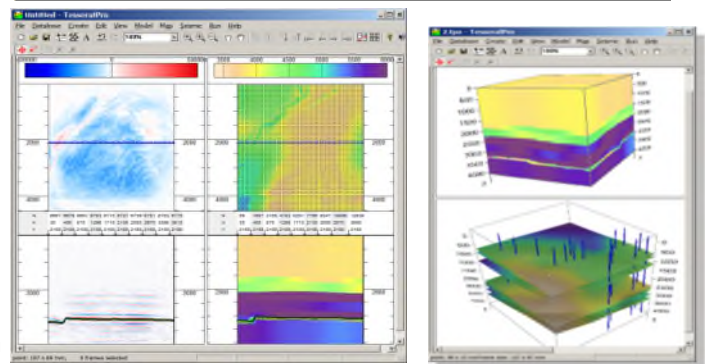


Tesseral Pro позволяет создавать **тонкослоистые модели, обеспечивающие высокую точность и обоснованность моделирования.** Кроме данных каротажа пакет использует дополнительные данные: координаты и инклинометрию скважин, стратиграфические разбивки, информацию о разломах, карты горизонтов.

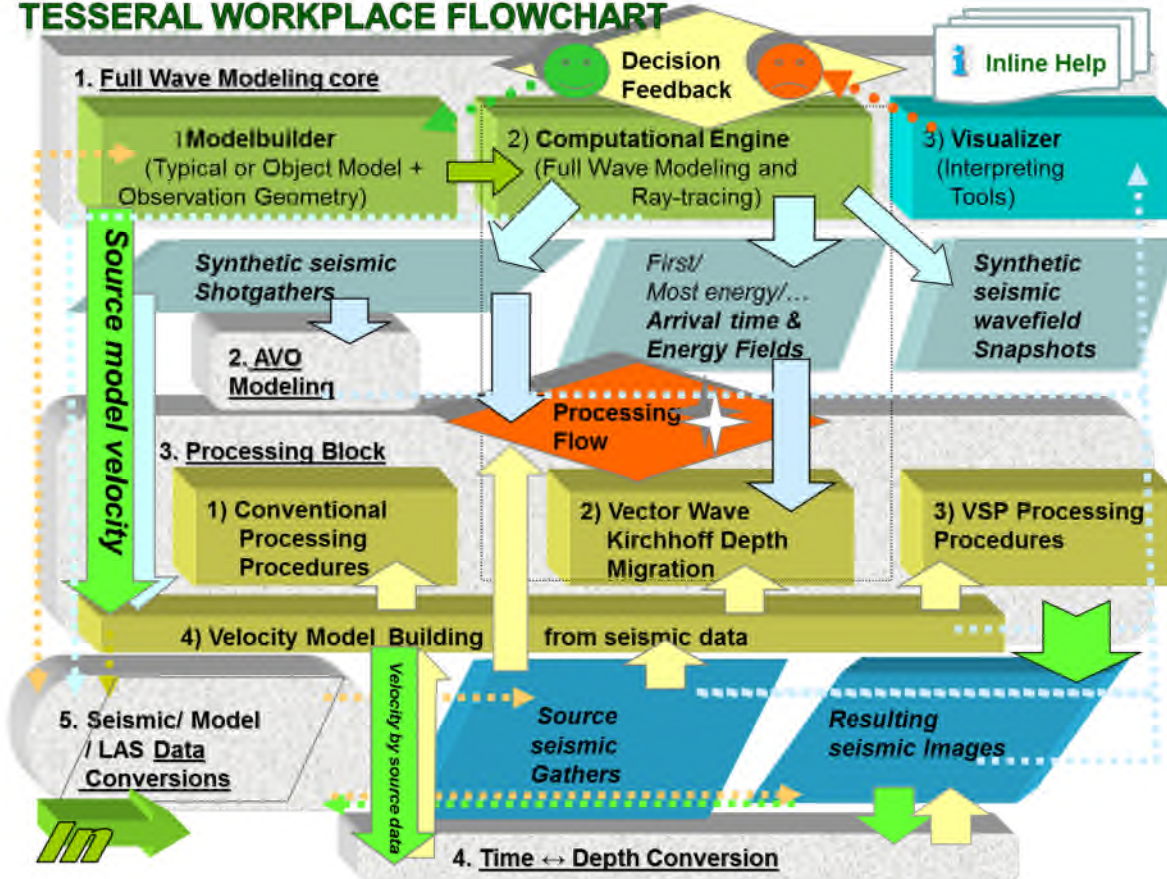
**Лучевое трассирование :** учитывает перекрытие границ и петли годографа



**3D визуализация** сейсмических данных, скважин и горизонтов



## TESSERAL WORKPLACE FLOWCHART



## Больше о Пакете...

С помощью *Tesseral* можно получать синтетические сейсмограммы и временные разрезы для:

- Моделей практически произвольной сложности, включая модели с сильным латеральным контрастом скоростей, крутопадающими границами, высокой расчлененностью, и присутствующими зонами конвергенции, где образуются волны со сложными траекториями, включая волны, отраженные от вертикальных границ и проч.
- Моделей со сложной топографией и различными приповерхностными условиями, включая ситуации, когда источник и приемник находятся на разных уровнях, для зон развития траппов, вечной мерзлоты, низкоскоростных зон различной толщины (при этом верно учитывается кинематика и динамика поверхностных волн, сопутствующих волн, отражений и проч.).
- Тонкослоистых моделей, которые строятся на основе акустического и плотностного каротажа.
- Трансверсально-изотропных моделей среды с наклонными осями симметрии, которые могут быть осложнены наклонными системами трещиноватости, формирующими наиболее сложную анизотропию в среде 2D – моноклинную.
- Виско-эластических моделей среды - дополнительно позволяет моделировать поглощения сейсмической энергии средой и требует задания распределения Q-фактора (добротности). Кроме того, это позволяет моделировать такие волновые эффекты, как дисперсия скоростей.
- Моделей пористой флюидонасыщенной среды (приближение Гассмана).

Используя полно-волновое моделирование *Tesseral* , также можно получить:

- AVO-зависимости для анизотропных, пористых, флюидонасыщенных, упруго-эластичных, тонкослоистых сред, для искривленных границ, осложненных изменением физических свойств как по вертикали, так и по латерали, и оценить распространение нарушений кривых AVO, которые могут быть вызваны неоднородностью вышележащих толщ.

**Пакет также имеет несколько вспомогательных модулей, включая:**

- Модуль глубинной миграции, имеющий следующие процедуры:
  - Глубинная миграция Кирхгоффа после суммирования и до суммирования (эйконал);
  - Векторная миграция на основе решения волнового уравнения с вычислением функции Грина с использованием возможностей конечно-разностного моделирования, что позволяет:
    - ✓ Настраивать оператор миграции по качеству определенных разрезов с использованием энергетического максимума, максимума расхождения, максимума вращения и других параметров поля времен;
    - ✓ Учитывать тонкослоистость модели (так называемая скоростная микромодель);
    - ✓ Принимать во внимание анизотропию и топографию;
    - ✓ Создавать изображение вертикальных (до 90 градусов) границ, используя преломленные волны;
- Набор инструментов временной миграции после суммирования и до суммирования;
- Учёт наклона отражающей границы, скоростной анализ ОГТ и др.;
- Скоростной анализ анизотропии;
- Временная и глубинная миграция ВСП;
- Построение скоростной модели по реальным сейсмическим данным.

**Пакет также позволяет получение и изучение:**

«Мгновенных снимков» волнового поля и

- поля времен падающих волн, что может быть использовано для интерпретации сложных волновых полей, а также в образовательных целях.
- ✓ Каждая из формул для вычисления может включать **три** дополнительных **режима**:
  - Получение волнового **поля первых вступлений**, что обеспечивает дополнительную информацию о сейсмическом волновом поле, а также используется в векторной процедуре волновой миграции по Кирхгофу,
  - Подавление источников **SV волн** позволяет включать/выключать поверхностные волны, генерируемые источником,
  - **Подавление волн** позволяет оценивать поглощение сейсмической энергии средой с временным приближением.
- Режимы **Exploding surface** и **Exploding horizons** позволяют пользователю быстро получать приближения сейсмических временных разрезов.