

**СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ И ИНТЕГРАЦИЯ  
ВСП И СЕЙСМОРАЗВЕДКИ НА ПОВЕРХНОСТИ**

А.А. Табаков\*, В.Л. Елисеев\*, А.В. Копчиков\*,  
А.А. Мухин\*\*, Ю.А. Степченков\*\*

(\* ООО «ГЕОВЕРС», Москва, \*\* ООО «УНИС», Санкт-Петербург)

**COMPARATIVE ANALYSIS AND INTEGRATION OF  
VSP AND SURFACE SEISMIC**

A.A. Tabakov\*, V.L. Eliseev\*, A.V. Korchikov\*,  
A.A. Mukhin\*\*, U.A. Stepchenkov\*\*

(\* *GEOVERS Ltd., Moscow, \*\* UNIS Ltd., Saint Petersburg*)

**Аннотация.** Для увеличения ресурсной базы нефтедобывающей отрасли за счет сложнопостроенных малых месторождений требуется повышение детальности изучения продуктивных горизонтов сейсмическими методами. На основе сравнительного анализа ВСП и сейсморазведки на поверхности (СП) и оценки потенциала трехмерных систем наблюдения делается вывод о возможности существенного повышения эффективности сейсморазведки за счет интеграции ВСП и СП как на этапе регистрации, так и при обработке полученных данных.

**Abstract.** More detailed seismic investigation of productive layers is necessary to use small oil fields in complicated geological surrounding for fulfilling the resource base of oil industry. Based on comparative analysis of VSP and surface seismic (SS) and estimation of advantages of three-dimensional acquisition systems, recommendation is proposed to use integration of VSP and SS in field acquisition and processing as powerful instrument to increase efficiency of seismic prospecting.

**1. Основные положения.**

1. Критическая ситуация с нефтяными ресурсами порождает потребность извлечения остаточных ресурсов на старых месторождениях и разработки мелких сложнопостроенных месторождений.
2. Решение сформулированной задачи требует построения по данным сейсморазведки более детальных и достоверных моделей продуктивных пластов.
3. Современная сейсморазведка на поверхности и ВСП характеризуется рядом принципиальных ограничений, не

позволяющих увеличивать достоверность и разрешенность результатов.

- Трехмерные системы наблюдений 2D+ВСП и 3D+ВСП представляют возможность совместить преимущества сейсморазведки на поверхности и ВСП, обеспечивая возможности решения поставленных задач.
- Интеграция матобеспечения для обработки данных ВСП и СП позволит повысить качество обработки данных СП.

## 2. Недостатки сейсморазведки на поверхности.

Современная СП является высокотехнологичным комплексом, включающим широкий спектр аппаратуры и матобеспечения.

Однако, несмотря на значительные усилия последних лет, не достигнут заметный прогресс в разрешенности (обычно до 100 Гц) на продольных волнах и в информативности обменных волн.

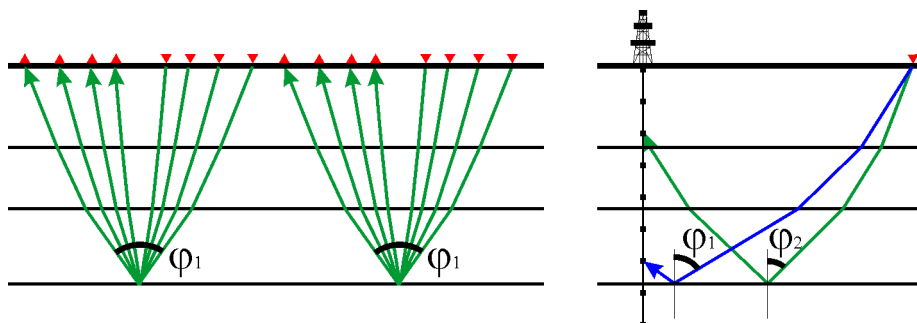
Это связано с рядом принципиальных ограничений метода:

- отсутствие достоверной информации о распределении истинных скоростей распространения продольных и поперечных волн;
- отсутствие точных сведений о форме сигнала;
- миграция на основе субгоризонтальной модели.

### Недостатки ВСП.

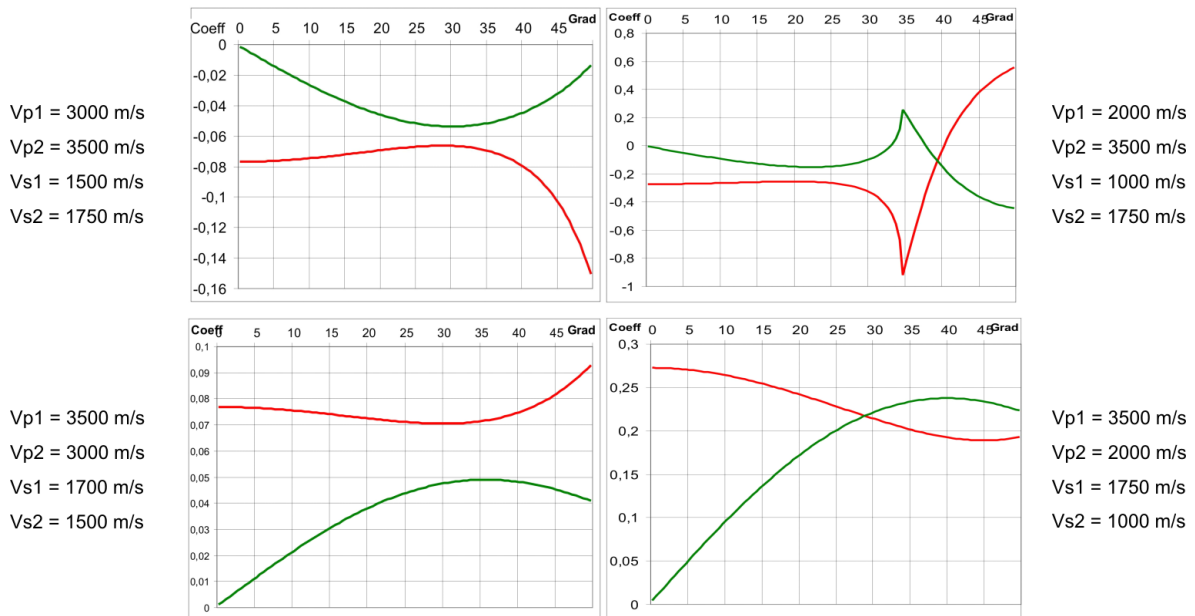
Метод ВСП, первоначально применявшийся для изучения волновых полей и физических параметров разреза скважины, в последние годы широко используется для изучения околоскважинного пространства (мультиофсет ВСП, МОГ, 3D ВСП).

Очень часто заказчики и исполнители таких работ не учитывают очевидные недостатки ВСП, связанные с несимметричностью систем наблюдения (рис. 1, 2).



**Рис. 1.** Симметричное освещение границ в сейсморазведке на поверхности (слева) и несимметричное в ВСП (справа)

Одним из наиболее заметных примеров необоснованного применения ВСП является инверсия полей обменных поперечных волн. На рис. 2 приведены графики зависимости коэффициента отражения и обмена от угла падения для нескольких вариантов сред. Не требует специальных объяснений абсурдность динамической инверсии обменных волн.



**Рис. 2.** Графики зависимости коэффициентов отражения от угла падения продольной волны на границу раздела сред

#### 4. Интеграция СП и ВСП.

Простое сопоставление недостатков СП и ВСП показывает, что их объединение снимает все ограничения и открывает путь к непрерывному повышению эффективности сейсморазведки.

Основные направления такого повышения освещались ранее (Табакон и др., 2007).

В этой работе приводятся новые результаты, связанные с интеграцией МО ВСП и СП.

#### 5. Применение МО ВСП для обработки данных сейсморазведки на поверхности.

Наблюдения во внутренних точках среды содержат сильную интерференцию волн разных типов. Поэтому в матобеспечении ВСП сильно развиты алгоритмы оценки и вычитания волн.

Пример применения таких алгоритмов к сейсмограмме ОПВ на поверхности приведены на рис. 3.

Здесь продемонстрированы возможности полного подавления интенсивных помех.

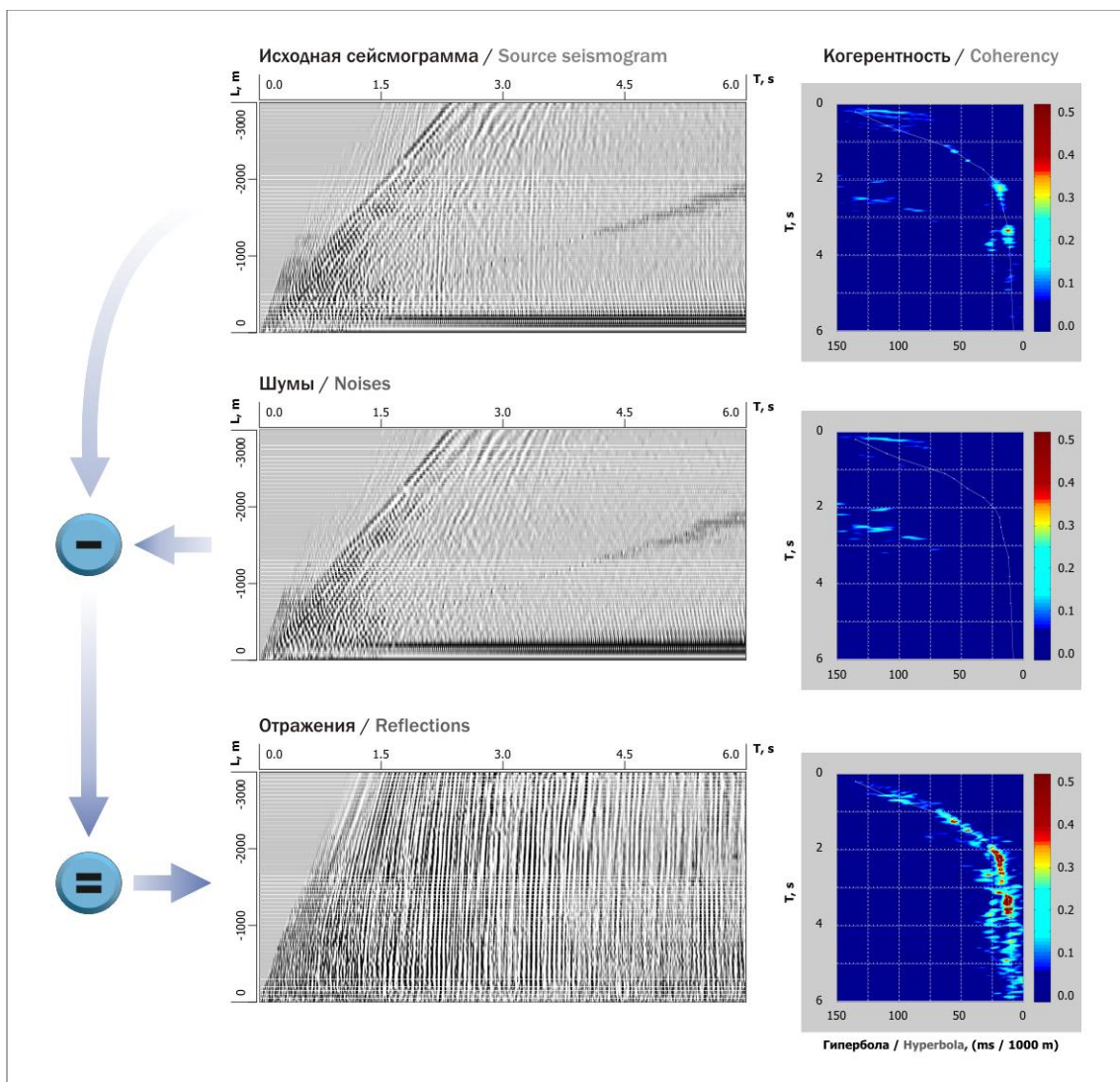


Рис. 3. Обработка сейсморазведки на поверхности

### Выводы.

1. Сейсморазведка на поверхности решает основные современные разведочные задачи, но имеет принципиальные ограничения:
  - неопределенность скоростной модели,
  - неопределенность формы сигнала,
  - упрощенная модель среды для миграции.
2. ВСП обеспечивает однозначное решение задачи привязки отражений на поверхности и изучение ближней зоны, но все модификации, включая 2D ВСП и 3D ВСП, обладают существенными неустраняемыми недостатками, связанными с несимметричностью геометрии наблюдений.
3. Комбинированные системы наблюдений 2D+ ВСП и 3D+ВСП позволяют решать задачи:
  - уточнение скоростной модели,

- оценка истинной формы сигнала,
  - реализация векторной модель-базированной миграции.
4. Трехмерные системы наблюдений и модель-базированная обработка могут быть рекомендованы как одно из направлений повышения информативности сейсморазведки для удовлетворения потребностей нефтяной промышленности.
  5. Интеграция систем обработки позволяет применять эффективные процедуры селекции волн и оценки скоростей по данным ВСП для выделения полезных волн в СП и миграции с достижением более высоких стандартов разрешенности.

### **Литература.**

1. А.А. Табаков. Трехмерные системы наблюдений – новый этап в развитии нефтегазовой геофизики. Журнал "Геофизика", 4, С. 153-156, 2007.
2. Alexander A. Tabakov & Konstantin V. Baranov. Integrated land seismic and VSP survey geometries offer improved imaging solution. First Break journal, 25, P. 97-101, 2007

### **Список рисунков.**

1. Симметричное освещение границ в сейсморазведке на поверхности (слева) и несимметричное в ВСП (справа).
2. Графики зависимости коэффициентов отражения от угла падения продольной волны на границу раздела сред.
3. Обработка сейсморазведки на поверхности.