

Рис. 4. Сферический диод с внешнего радиуса R (катод)

Уравнение (1) решается совместно со следующими граничными условиями:

$$\Phi|_{r=R} = 0, \quad \frac{\partial \Phi}{\partial r}|_{r=R} = 0,$$

$$\Phi|_{r=r_0, r_1} = U_0 = \frac{mc^2(\gamma_0 - 1)}{e},$$

где R – внешний, r_1 – внутренний радиус системы, r_0 – внешний радиус системы.

В этом случае выражение для предельного тока инжекции через поверхность будет иметь следующий вид:

$$J = \frac{mc^3(\gamma_0 - 1)}{e} \frac{1}{\frac{R_1}{r_0} - 1 - \ln \frac{R_1}{r_0}}.$$

Здесь необходимо отметить, что расстояние, на котором происходит отражение электронов пучка R_1 и тем самым образуется виртуальный катод, определяется формулой:

$$R_1 = \frac{r_0 r_1 \ln \frac{r_0}{r_1}}{r_0 - r_1}.$$

Выводы

Получены достаточно точные аналитические выражения для предельного тока в ультрарелятивистском приближении. Из которых видно, что значение предельного тока в сферическом диоде прямо пропорционально ускоряющему напряжению U_0 . Что касается зависимости от геометрии системы, то она носит логарифмический характер. В области умеренно релятивизма эти формулы можно применить лишь в качестве первого приближения.

ОЦЕНКА КОЭФФИЦИЕНТОВ ОТРАЖЕНИЯ ПО ДАННЫМ ГИС СКВАЖИН № 5 КОНТОРОВИЧСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ И № 1 ВЕРТОЛЕТНОГО ЛОКАЛЬНОГО ПОДНЯТИЯ ТОМСКОЙ ОБЛАСТИ

Королькова Е.С., Шестаков В.В.

Научный руководитель: Степанов Д.Ю., к.т.н., доцент

Томский политехнический университет
634050, Россия, г. Томск, пр-т Ленина, 30

E-mail: k_elena_91@mail.ru

Введение

Математическое моделирование находит широкое применение при решении разнообразных задач геофизики и геологии. Под моделированием в сейсморазведке подразумевают процедуры построения сейсмогеологической (пластовой) модели среды, математическое описание ее параметров, расчеты волновых полей, обработку и интерпретацию результатов расчетов [1].

В рамках данного исследования одномерное геосейсмическое моделирование проводилось с целью построения пластовой модели среды (глубина границ, скорость в каждом пласте, коэффициенты отражения), и дальнейшей стратиграфической привязки основных отражающих сейсмических горизонтов по данным скважин № 5 Конторовичского месторождения и № 1 Вертолетного локального поднятия Томской области. В качестве исходных данных использовались данные назем-

ной и скважинной сейсморазведки (метод общей глубинной точки (МОГТ), вертикальное сейсмическое профилирование (ВСП) и геофизические исследования скважин (ГИС).

Построение пластовой модели среды и нахождение коэффициентов отражения в различных пакетах моделирования

Первый этап построения пластовой модели среды может быть сформулирован как нахождение таких границ пластов H_{i-1} и H_i (глубин кровли и подошвы пласта), которые обеспечивают минимум расхождения результатов решения прямой задачи и реальных данных [2]. При известном вертикальном времени t_i , t_{i-1} на этих глубинах пластовая скорость определяется по известному соотношению [1]:

$$V_{nl} = \frac{H_i - H_{i-1}}{t_i - t_{i-1}}.$$

Второй этап построения пластовой модели заключается в нахождении коэффициентов отражения k_{omp} , рассчитываемых на границах двух однородных сред, в общем случае определяемых как

$$k_{omp} = \frac{\rho_2 V_2 - \rho_1 V_1}{\rho_2 V_2 + \rho_1 V_1},$$

где ρV – акустическая жесткость среды (произведение скорости V на плотность породы ρ).

В случае отсутствия плотностного каротажа k_{omp} вычисляться по упрощенной формуле:

$$k_i \approx \frac{V_i - V_{i-1}}{V_i + V_{i-1}}.$$

По пластовой модели можно решать прямую задачу – построить синтетическую трассу отраженных волн (синтетику), полученную по сверточной модели [2]:

$$Y(t) = h(t) * S(t) = \int_{-\infty}^{\infty} h(\tau) \cdot S(t - \tau) d\tau,$$

где $h(t)$ – импульсная сейсмограмма, а $S(t)$ – форма прямой продольной волны.

Показателем качества проведенного одномерного моделирования, а именно качества подобранной пластовой модели, формы импульса, трассы коэффициентов отражения, является синтетическая сейсмотрасса. Степень статистической зависимости между двумя числовыми переменными x и y – амплитудами реальной и синтетической трасс, определяется коэффициентом корреляции

$$r_{xy} = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2} \sqrt{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2}}.$$

Для более наглядного сравнения коэффициент корреляции вычисляется на всем временном промежутке в некотором скользящем временном окне, что позволяет судить о подобии трасс на отдельных промежутках. Такую функцию назовем функцией подобия.

1. Моделирование в пакете The KINGDOM Suite 8.1

При построении пластовой модели информация о положении границы пласта может быть получена по анализу данных ГИС из акустического каротажа (АК). Пакет The KINGDOM Suite 8.1 по данным АК позволяет найти и представить в удобной для сравнения и дальнейшей интерпретации форме: глубины и соответствующие им значения времен, пластовые скорости, коэффициенты отражения, синтетическую и реальную трассы, коэффициент корреляции и прочее.

Для скважин № 5 Конторовичского месторождения и № 1 Вертолетного локального поднятия по данным АК по методу извлечения формы импульса Wiener-Levinson были построены пластовые модели, имеющие максимальные коэффици-

енты корреляции с реальной трассой, равные 0,838 и 0,602 (рис. 1).

В ходе проведения моделирования в пакете The KINGDOM Suite 8.1 было замечено, что данный пакет имеет некоторые недостатки. К ним можно отнести: 1) отсутствие возможности изменения пластовой модели (пластовая модель рассчитывается автоматически, нет возможности создать по желанию тонкослоистую или толстослоистую модель среды); 2) отсутствие учета изменения формы импульса отраженной волны с глубиной; 3) отсутствие описания алгоритма построения пластовой модели. Исходя из вышеуказанных недостатков, было принято решение об использовании другого пакета моделирования, учитывающего указанные недостатки.

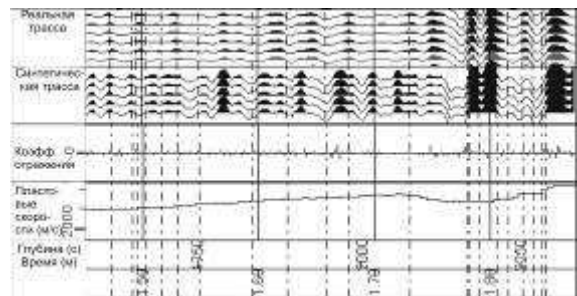


Рис. 1. Результаты моделирования для скважины Конторовичская №5 в пакете The KINGDOM Suite 8.1

2. Пакет одномерного моделирования геосейсмических данных, разработанный в среде MATLAB

Исходными данными к построению пластовой модели среды по данным ВСП являются кабельные глубины h_i и годограф прямой продольной волны (вертикальное время пробега волны от поверхности до заданной глубины) t_i , $i=1, \dots, N$, где N – количество точек приема.

Коэффициенты отражения по данным ВСП находятся как квадратный корень из отношения энергий падающей E_i^p и отраженной E_i^{pp} волн:

$$k_{omp_i} = \sqrt{\frac{E_i^p}{E_i^{pp}}}.$$

В пакете одномерного моделирования геосейсмических данных реализован итеративный алгоритм построения пластовой модели среды, в котором последовательно определяются границы пластов по результатам аппроксимации вертикального годографа по данным ВСП, вычисления пластовых скоростей и коэффициентов отражения, построения синтетики на базе формы прямой продольной волны и сравнении с реальной трассой ВСП [2]. Также алгоритм имеет важную особенность: он позволяет подбирать параметр ε (порог кусочно-линейной аппроксимации годографа ВСП), с помощью которого возможно самостоятельно варьировать значения пластовой модели от тонкослоистой до толстослоистой.

Вышеописанный алгоритм был адаптирован для обработки материалов (реальная трасса ВСП и годограф) Конторовичского месторождения и Вертолетного локального поднятия на скважинах №5 и №1, соответственно. В результате моделирования для каждой из скважин были получены 2 пластовые модели: тонкослоистая и толстослоистая, с соответствующими трассами коэффициентов отражения, синтетическими трассами и коэффициентами корреляции: 0.9125 и 0.8477, 0.9523 и 0.9264, соответственно (рис. 2).

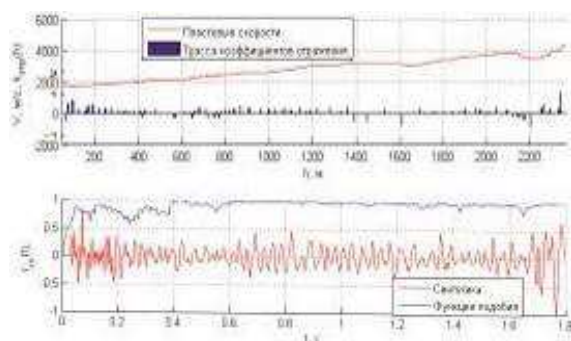


Рис. 2. Результаты моделирования для скважины Конторовичская №5 в пакете, разработанном в среде MATLAB (тонкослоистая модель)

Заключение

Результаты проведенных исследований показали, что моделирование в обоих пакетах является

корректным. The KINGDOM Suite 8.1. является многофункциональным пакетом, но наибольший коэффициент корреляции при моделировании синтетической трассы достигается на небольших участках исследуемого разреза. Пакет одномерного моделирования геосейсмических данных ВСП, разработанный в среде MATLAB, по обеим скважинам дает больший коэффициент корреляции, чем пакет The KINGDOM Suite 8.1. Следовательно, для исследования небольших участков разреза с построением одной пластовой модели следует использовать пакет The KINGDOM Suite 8.1, а для получения тонкослоистых и толстослоистых моделей – второй пакет.

По результатам моделирования в обоих пакетах были составлены монтажные схемы, используемые при выполнении хозяйственных работ в ООО НАЦ «Недра».

Литература

1. Гальперин Е.И. Вертикальное сейсмическое профилирование. Опыт и результаты. – М.: Наука, 1994. – 320 с.
2. Поданёва Д.С. Применение алгоритма построения пластовой модели среды по данным наземной и скважинной сейсморазведки. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://msit.tpu.ru/files/conf_2012.pdf, свободный.

ИССЛЕДОВАНИЕ ТОЧНОСТИ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ВРЕМЕННОГО ПОЛОЖЕНИЯ СЛОЖНЫХ СИГНАЛОВ МЕТОДАМИ ФАЗОЧАСТОТНОГО ПРОСЛЕЖИВАНИЯ С РАВНОВЕСНОЙ И НЕРАВНОВЕСНОЙ ОБРАБОТКОЙ

Купина Н.А.

Томский политехнический университет
634050, Россия, г. Томск, пр-т Ленина, 30
E-mail: natkupina@tpu.ru

Введение

К настоящему времени задачи определения временного положения сложных сигналов хорошо структурированы и решаются во многих областях, таких как радиолокация и связь, гидроакустика, сейсморазведка и многих других.

Однако существует достаточно много практических ситуаций, в которых принятые методы определения временного положения сложных сигналов не обеспечивают необходимую точность получаемых оценок. Это относится, прежде всего, к анализу сигналов, распространяемых в дисперсионных средах. Как известно, в таких средах, скорость распространения зависит от частоты и, следовательно, форма сигнала в процессе распространения изменяется. Поэтому в таких ситуациях применение классических методов определения временного положения сигналов, таких как корреляционный приемник, согласованный фильтр и т.д. становится затруднительным и в конечном итоге приводит к большим ошибкам измерения.

Поэтому возникает необходимость в разработке методов определения временного положения сложных сигналов, работающих достаточно надежно в таких средах. Обычное решение задачи определения временного положения сигнала сводит ее к оценке одного из неэнергетических параметров нормального случайного процесса и не учитывает специфики временного параметра. В то же время оптимальная обработка ФЧХ сигнала реализует оптимальный метод определения его временного положения [1]. В связи с вышеизложенным представляют большой интерес исследование точности измерения временного положения сложных сигналов по их ФЧХ.

Описание исследуемых методов

Рассмотрим аддитивную смесь детерминированного сигнала $s(t)$ и гауссовой помехи $n(t)$:

$$x(t; \tau) = s(t - \tau) + n(t), \quad (1)$$

где τ – временное положение сигнала.