

01 РАЗДЕЛЕНИЕ ИНТЕРФЕРЕНЦИОННОГО ВОЛНОВОГО ПАКЕТА МЕТОДОМ ДИНАМИЧЕСКОГО СЖАТИЯ

Л.С. Станкевич

(Сибирский научно-исследовательский институт геологии, геофизики и минерального сырья, ФГУП, Новосибирск)

DYNAMIC COMPRESSION FOR THE DIVISION OF INTERFERENCE WAVE PACKET

L.S. Stankevich

(Siberian Research Institute of Geology, Geophysics and Mineral Resources, FGUP "SNIIGGiMS", Novosibirsk)

Аннотация. Сейсмостратиграфия, как способ геологического истолкования сейсмических данных по суммарным разрезам общей средней точки (ОСТ), имеет широкое практическое применение в нефтегазовой сейсморазведке. Негативной стороной такого рода интерпретации является зависимость волновых образов геологических объектов от частотного состава данных, который определяется условиями возбуждения/приема сейсмических волн и обработкой записи. Другой проблемой является интерференция нескольких отраженных сигналов на сейсмических трассах, которая затрудняет стратиграфические построения геологических объектов. Эта задача может быть решена дополнительными преобразованиями (инверсией) временных разрезов ОСТ. Один из способов снижения влияния волновых явлений связан с переходом от волновой записи к импульсной, и называется динамическим сжатием. Доказано, что динамическое сжатие повышает временную разрешенность сейсмической записи и улучшает качество литостратиграфической интерпретации.

Abstract. Seismic stratigraphy, as method of geological interpretation stack seismic sections is wide practical useful in order of Oil & Gas exploration. Negative side of this method is strong dependence between wave image of geological object and frequency features of seismic data. Those features are related with type and area condition of source, processing and etc. Another problem is consist in interference of refracted signals on the seismic traces. This problem can solved by the additional processing (inversion) of stack section. One of way is creating the impulse section from the ordinary section. This method of inversion is called Dynamic Compression (DC). DC is improving time definition of the seismic record and quality of litostratigraphic interpretation.

Как правило, разрез осадочных отложений состоит из двух компонент: стабильных по латерали тонкослоистых пачек с контрастными акустическими свойствами и сравнительно монотонных по этим свойствам толстослоистых интервалов между пачками. В сейсмическом поле первые проявляются как интерференционные волновые пакеты (ИВП), которые прослеживаются на разрезе как устойчивые по латерали отражения, вторые же образуют суммарный волновой фон нерегулярного характера. Интерференция не позволяет проводить прямые соответствия между видимой фазой отраженной волны, и поверхностью раздела в среде. Поэтому восстановить литофизическую структуру геологического тела образовавшего волновой пакет довольно сложно, используя только временной разрез.

Исходя из предположения, что зарегистрированная сейсмограмма (S), во временной системе, есть свертка импульсной трассы (w) отраженных волн и волнового импульса (f) плюс случайная помеха (n); получим

$$S(t) = w(t) * f(t) + n(t)$$

(1)

ИВП – это суперпозиция волновых импульсов на трассе $S(t)$. Искомые коэффициенты отражения $w(t)$ могут быть найдены лишь с заданной точностью, ограниченной несколькими факторами. Поэтому, коэффициенты отражения $w(t)$, полученные после сжатия волновой записи, называют эффективными коэффициентами отражения (ЭКО, рис. 1).

Рис. 1. ИВП на разрезе с градиентом уровня шума (слева), исходная модель положения коэффициентов отражения (центр) и ИВП после динамического сжатия в виде разреза ЭКО (справа).

Метод динамического сжатия заключается в расчете волнового импульса $f(t)$, минимизации влияния шумов $n(t)$ и вычислению ЭКО $w(t)$. Теоретически, сжатием достигается представление сейсмического разреза в виде системы отражателей, связанных с литологическими и стратиграфическими границами. Важно отметить главное свойство динамического сжатия – повышение разрешенности сейсмической информации, т.е. возможность различать мелкие включения в среде за счет снижения эффекта интерференции волн, отраженных от близко расположенных границ. На основе временного разреза ЭКО можно выделить тектонические нарушения, рассчитать скоростные параметры разреза (псевдоакустический каротаж) и построить литофизическую модель осадочных отложений [1]. В качестве методической базы

используется литостратиграфическая интерпретация и сейсмолитологический анализ [3].

Рис. 2. Результат расчета волнового импульса $f(t)$ методом ИФС из разреза содержащего 4 разных волновых пакета на 100 трассах и шумом (20%). Коэффициент корреляции с исходным - 99,4%.

Для наибольшей эффективности, метод динамического сжатия желательно использовать совместно с данными ГИС и ВСП, но это не является обязательным условием. В этом заключается главное преимущество такого типа инверсии. Все составляющие элементы в формуле (1), можно найти итерационными способами на временном разрезе. Свёрточный сигнал $f(t)$, находится методом итерационного фазового суммирования (ИФС) из нескольких ИВП (рис. 2). Минимизация шумов $n(t)$ происходит с помощью когерентной фильтрации. Для построения ЭКО используется алгоритм последовательного вычитания из фрагмента трассы разреза волнового импульса, предварительно определяя амплитуду экстремума и степень их корреляции. Такой алгоритм позволяет избежать появления на трассе ложных ЭКО связанных с предыдущими вычитаниями $f(t)$ и эффектов от частоты дискретизации.

Оценка эффективности динамического сжатия проводилась с помощью инверсии одномерной, слоисто-однородной изотропной сейсмической модели [4]. Такое допущение оправданно т.к. на практике сжатию подвергаются уже прошедшие стандартный граф обработки временные разрезы. Модель содержала разнообразные по строению пачки с контрастными акустическими свойствами, различные варианты сигнала $f(t)$ и уровни шума $n(t)$.

По результатам моделирования было установлено:

- Свёрточный сигнал методом ИФС можно рассчитать из разреза с высокой точностью при наличии на разрезе не менее трех разных ИВП. В большинстве случаев коэффициент корреляции $f_{ИФС}(t)$ к исходному $f(t)$ составляет не менее 98% (рис. 2).
- Вычисление ЭКО имеет ряд ограничений, связанных с влиянием шумовой составляющей записи и частотой дискретизации, которые не позволяют выделять все близкорасположенные границы перепада акустической жесткости. Тем не менее, при длине $f(t)$ 120 м, динамическое сжатие позволяет различать пласты мощностью 15-20м (5 – 6мс при $V_{ср}=3500$ м/с и дискретизации 1 мс.) В случае двух пластов точное восстановление происходит при 30-35м мощности (9-10мс).

- Моделирование показало, что ЭКО полученные методом динамического сжатия слабо зависят от полярности и амплитуды фазы отраженных волн на разрезе (рис.1).
- Предварительная обработка разреза, для наиболее эффективного динамического сжатия, требует специального подхода с минимальным изменением амплитуд сейсмограмм.

Литература:

1. Станкевич Л.С. Задача о разделении интерференционного волнового пакета в сейсморазведке. «Трофимуковские чтения – 2011», Новосибирск.
2. Рудницкая Д.И. Основы сейсмостратиграфической интерпретации импульсной сейсмической записи в системе РЕАПАК с целью поиска залежей нефти и газа. «СНИИГГиМС», Новосибирск, 1990
3. Шерифф Р.Е., Грегори А.П. Вейл П.Р. и др. Сейсмическая стратиграфия (1 часть). AAPG, 1977. Перевод «Мир», 1982.
4. Пузырев Н.Н. Временные поля отраженных волн и метод эффективных параметров. Изд-во «Наука», Новосибирск, 1979