

О ВОЗМОЖНОСТИ УЧЕТА ВЕРХНЕЙ ЧАСТИ РАЗРЕЗА В СЕЙСМОРАЗВЕДКЕ НА ОСНОВЕ АНАЛИЗА КОСВЕННЫХ ДАННЫХ

С. И. Михеев, В. В. Малышев
(НВ НИИГГ, ОАО "Саратовнефтегеофизика")

Для учета искажающего влияния верхней части разреза (ВЧР) в сейсморазведке используют статические поправки, которые могут быть определены на основе привлечения различной априорной информации, носящей как качественный, так и количественный характер [1—4]. При использовании такой информации в некоторых случаях удается с относительно высокой точностью прогнозировать статические поправки, не проводя изучение ВЧР. В то же время достигаемая точность обычно не в полной мере соответствует требованиям практики современной сейсморазведки. По мнению авторов, указанное затруднение можно в значительной мере преодолеть за счет привлечения к анализу ранее не использовавшейся косвенной информации и совершенствования методики обработки данных. Покажем это на примере предложенной авторами методики прогнозирования априорных статических поправок, основанной на предварительном районировании территорий по имеющимся геологическим картам.

Исследования выполняли в пределах трех участков Саратовского Правобережья — Сосновского, Кедровского и Золотовского, отличающихся особенно сложным строением и изменчивостью верхней части разреза. Соответственно вопрос о точности определения статических поправок стоит здесь особенно остро. Авторами, в частности, анализировалась связь между величинами поправок и альтитудой точек дневной поверхности. С этой целью использовали уравнения нелинейной корреляционной связи вида:

$$y = b_0 + b_1x + b_2x^2, \quad (1)$$

где b_0, b_1, b_2 — некоторые коэффициенты;
 x и y — параметры.

Согласованность уравнений регрессии с экспериментальными зависимостями в нашем случае оценивали по критерию Фишера (F). Считается, что роль регрессии по сравнению с влиянием случайных ошибок существенна, если $D_{\text{рег}}/D_{\text{отк}} < F_{\text{табл.}}$, где $D_{\text{рег}}$ — оценка дисперсии уравнения регрессии, $D_{\text{отк}}$ — оценка дисперсии отклонения исходных данных от регрессии. При 95%-й доверительной вероятности гипотеза о существенной роли регрессий по сравнению со случайным разбросом значений статических поправок подтвердилась для всех рассмотренных ниже случаев.

Качество приближения регрессиями значений поправок оценивали также по среднеквадратичным отклонениям исходных данных (σ) от линии регрессии. Для оценки σ применяли формулу:

$$\sigma = SQR(1/n)\Sigma(\Delta y_{\text{ист}} - \Delta y_{\text{рег}})^2. \quad (2)$$

Здесь n число точек, в которых имеются данные по анализируемому параметрам; $\Delta y_{\text{ист}}$, $\Delta y_{\text{рег}}$ — отклонения текущих значений от математического ожидания (y) и линии регрессии.

Уравнение регрессии, связывающее альтитуду (A) точек дневной поверхности (прогнозирующий параметр) со значением статической поправки (T), для Сосновского участка имеет вид:

$$T = -257,01 + 2,2287A - 0,003465A^2. \quad (3)$$

Среднеквадратичное отклонение $\sigma = 8,1$.

Уравнение для Кедровского участка записывается следующим образом:

$$T = -305,69 + 2,6830A - 0,00431A^2. \quad (4)$$

($\sigma = 7,8$)

В пределах Золотовского участка получено уравнение:

$$T = -35,24 + 0,1877A + 0,00109A^2. \quad (5)$$

($\sigma = 8,7$)

Таким образом, точность прогнозирования статических поправок с использованием формул (1)—(5) оказалась относительно невысокой. Для повышения точности прогноза опробована методика, основанная на формировании выборок в пределах однотипных по геологическому строению зон. С целью районирования территории использовали карты четвертичных отложений и геологические карты со снятым четвертичным покровом.

Анализ выборок, составленных в пределах зон развития пород альбского (K_1^{alb}), сантонского (K_2^{st}), сеноманского (K_2^{cm}), кампанского (K_2^{cp}), четвертичного (Q_{IV}) возрастов для Сосновского участка, привел к следующим соотношениям (приведены в порядке перечисления зон развития пород).

$$T = -442,84 + 3,5359A - 0,00542A^2; \quad (6)$$

($\sigma = 5,2$)

$$T = -264,56 + 2,2302A - 0,00338A^2; \quad (7)$$

($\sigma = 4,5$)

$$T = 36,98 - 0,2716A - 0,001757A^2; \quad (8)$$

($\sigma = 4,8$)

$$T = -322,51 + 3,0278A - 0,005795A^2; \quad (9)$$

($\sigma = 4,5$)

$$T = -31,22 + 0,4388A - 0,00422A^2. \quad (10)$$

($\sigma = 4,3$)

Для Кедровского участка регрессионные уравнения, полученные после районирования территории по геологическим картам, имеют вид:

$$T = -322,03 + 2,9050A - 0,00511A^2; \quad (11)$$

($\sigma = 7,1$)

$$T = -412,90 + 3,6920A - 0,00671A^2; \quad (12)$$

($\sigma = 7,6$)

$$T = -244,82 + 2,0521A - 0,00270A^2; \quad (13)$$

($\sigma = 8,2$)

$$T = -388,25 + 3,5390A - 0,00649A^2. \quad (14)$$

($\sigma = 14,7$)

Уравнения (11)—(14) соответствуют полям развития пород позднемелового (K_2m) и палеогенового ($P_1^2sr_1$; $P_2^1sr_2$; P_2^2sr) возраста соответственно.

В пределах границ развития пород K_2sr ; K_2m , P_1sz , P_1sr для Золотовского участка регрессионные уравнения записываются следующим образом (в порядке перечисления указанных полей)

$$T = 128,99 - 1,5350A + 0,00562A^2; \quad (15)$$

($\sigma = 9,9$)

$$T = -64,12 + 0,4491A + 0,00043A^2; \quad (16)$$

($\sigma = 6,4$)

$$T = -100,47 + 0,7929A - 0,00033A^2; \quad (17)$$

($\sigma = 6,3$)

$$T = 102,52 - 0,8993A + 0,00325A^2. \quad (18)$$

($\sigma = 8,6$)

Сопоставляя среднеквадратичные погрешности прогнозирования статических поправок по приведенным выше уравнениям, можно прийти к выводу, что существенный выигрыш в точности за счет привлечения геологических карт со снятыми четвертичными отложениями достигнут лишь для Сосновского участка, где погрешность уменьшилась в среднем в 2 раза. Поэтому на следующем этапе исследований районирование проводили с использованием карт четвертичных отложений. Такие отложения слагают верхние слои зоны малых скоростей и, исходя из общих соображений, могут наиболее существенно влиять на значения статических поправок.

На основе привлечения карт четвертичных отложений для районирования территорий были получены следующие регрессионные уравнения

$$T = -89,35 + 0,3350A - 0,00191A^2; \quad (19)$$

($\sigma = 3,8$)

$$T = -159,25 + 1,2721A - 0,00109A^2. \quad (20)$$

($\sigma = 4,8$)

Уравнение (19) соответствует полю развития средне- и верхнечетвертичных элювиально-делювиальных отложений ($ed Q_{II-III}$); уравнение (20) — участкам развития пород позднечетвертичного возраста и современных (Q_{III-IV}) Кедровской площади.

С учетом особенностей распространения четвертичных отложений уравнения регрессий, вычисленные для Золотовского участка, имеют вид:

$$T = 83,71 - 0,8617A + 0,003328A^2; \quad (21)$$

($\sigma = 2,9$)

$$T = -516,69 + 4,2284A - 0,00720A^2; \quad (22)$$

($\sigma = 3,8$)

$$T = -37,62 + 0,2392A + 0,00088A^2; \quad (23)$$

($\sigma = 4,4$)

$$T = -259,98 + 1,9685A - 0,00248A^2. \quad (24)$$

($\sigma = 9,1$)

Уравнение (21) отвечает участку развития пород eQ_{II-III} (по P), уравнения (22)—(24) — участкам пород eQ_{II-III} (по $K_2 - P$); dQ_{II-III} ; edQ_{I-IV} соответственно.

Анализ среднеквадратичных погрешностей прогнозирования статических поправок подтверждает вывод о предпочтительности привлечения карт четвертичных отложений для районирования территории по сравнению с картами со снятым четвертичным покровом. Так, ошибки прогнозирования поправок по уравнениям (15)—(18), действующим в пределах Золотовского участка, варьируют от 6,4 до 9,9 мс, а по уравнениям (21)—(24) — от 2,9 до 9,1 мс, т. е. с привлечением карт четвертичных отложений погрешность уменьшилась в 1,5 раза. При использовании геологической карты коренных пород для Кедровского участка погрешности прогнозирования поправок колеблются, согласно уравнениям (11)—(14), от 7,1 до 14,7 мс. В случае привлечения карты четвертичных отложений точность расчетов повышается в 2 раза и значения ошибок изменяются от 3,8 до 4,8 мс — уравнения (19), (20).

Близкие результаты получены при предварительном районировании территорий по количеству слоев, слагающих верхнюю часть разреза по данным микросейсмокаротажа. Так, при формировании выборок в пределах зон, однотипных по количеству слоев, уравнения регрессии, соответствующие трех- и четырехслойной ВЧР для Золотовской площади, имеют вид:

$$T = -160,11 + 0,489A + 0,00239A^2; \quad (25)$$

($\sigma = 2,9$)

$$T = -175,40 + 0,496A + 0,00243A^2. \quad (26)$$

($\sigma = 3,2$)

По Кедровской площади для трех- и четырехслойной ВЧР аналогичным образом получены соотношения:

$$T = -21,40 + 0,1051A + 0,00104A^2; \quad (27)$$

($\sigma = 4,2$)

$$T = -192,47 + 1,5590A - 0,00171A^2. \quad (28)$$

$$(\sigma = 5,6)$$

Погрешности вычисления поправок по уравнениям (25)—(28) близки к погрешностям, отвечающим формулам (19)—(24), полученным с привлечением материалов районирования территорий по картам четвертичных отложений. Таким образом, можно сделать вывод о том, что районирование исследуемых территорий по картам четвертичных отложений и по количеству слоев в ВЧР приводит к приблизительно одинаковому повышению точности прогнозирования статических поправок.

Следовательно, можно говорить о целесообразности использования имеющихся на территории исследований геологических карт и, прежде всего, карт четвертичных отложений для уточнения осо-

бенностей распределения по площади статических поправок, полученных по косвенным данным.

ЛИТЕРАТУРА

1. Михеев С.И., Морозов В.Ю. Основные направления изобретательской деятельности в области сейсмических методов изучения верхней части разреза // Разведка и охрана недр. — 1989. — № 2.
2. Михеев С.И., Старовойтов В.С. Некоторые пути повышения точности определения статических поправок // Недра Поволжья и Прикаспия. — 1994. — Вып. 7.
3. Степанов Ю.И., Поносков В.А. Применение электро-разведки при изучении ВЧР при сейсмических работах // Геофизические методы поисков и разведки — Пермь, 1983.
4. Шварцман Ю.П., Старобинец М.Е. Учет поверхностных неоднородностей при сейсморазведке — М.: ВНИИОЭНГ, 1986.

УДК 550.8.072

ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ ОПТИМИЗАЦИИ ИЗУЧЕНИЯ СЛОЖНОПОСТРОЕННЫХ СКОПЛЕНИЙ УГЛЕВОДОРОДОВ И КОМПЛЕКСА ГРАФИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ГЕОИНФОРМАЦИИ

В.В. Поспелов, И.В. Истратов, Г. М.-А. Рагех
(РГУ нефти и газа им. И. М. Губкина)

При решении нефтегазопромысловых задач из различных моделей принятия решений, составленных в условиях полной или неполной информации, используют оптимизационные модели. Суть оптимизации нефтегазового производства выразим через критерий качества — добиться максимума добычи УВ сырья с минимальными затратами. Цель управления производством можно сформулировать на языке оптимизации в терминах максимизации или минимизации некоторой функции. Таким образом, решение оптимизационных задач — это вычислительный процесс, который приводит к максимизации или минимизации определенных математических функций.

Основная задача геолого-математического моделирования на ЭВМ — построить модель, максимально приближающуюся к реальной природной системе. Дж. Харбух и Г. Бонэм-Картер (1974) процедуру подгонки модели для минимизации отклонений от реальной среды назвали процессом оптимизации. В этом контексте она рассматривается и в настоящей работе.

При моделировании из нескольких вариантов особенностей строения объекта или процесса разработки залежи нефти, газа и конденсата обосновывают наиболее оптимальный. Известные методы оптимизации (последовательного поиска, касательных,

Рассмотрено несколько месторождений: Северо-Уренгойское, Восточный Аюкар, Белый Тигр и Дракон на шельфе южного Вьетнама. Суть оптимизации нефтегазового производства выразим через критерий качества — добиться максимума добычи УВ сырья с минимальными затратами. Предлагается задача: построение и апробация геолого-математических оптимизационных моделей различных вариантов разработки продуктивных объектов.

Some fields are reviewed: Northern Urengoi, Eastern Akgar, White Tiger and Dracon on the shelf of southern Vietnam. The sense of optimization of oil and gas production is expressed through the yardstick of quality — to achieve the maximum level of a mining and bulks of hydrocarbon raw with minimum expenditures. The following problem is proposed: constructing and approbation of geologic-mathematical optimization models of different alternatives of mining of productive plants.

подъема, спуска, наименьших квадратов, симплекс-метод и др.) сводятся к нахождению максимума или минимума оптимизационной функции. На этой основе выполняется оптимизация комплексного процесса разработки многопластовых нефтегазоконденсатных месторождений, производительности скважин и т.п.

При подготовке залежи к разработке, особенно нетрадиционного типа скопления УВ флюидов, выявляют и изучают особенности ее строения и добычные возможности на основе современных программ компьютерного моделирования — обработки сейсмических материалов (2D, 3D, 4D) и данных ГИС. К основным моделируемым характеристикам сложнопостроенных залежей относим: размеры зон тектонического и стратиграфического ограничения, литологического замещения, тип ловушки, форму и объем залежи (общий, эффективный); закономерно-