



Н. В. Труфанова
Ю. А. Наумова
И. В. Гинзбург
В. А. Заравняев

ФГУНПП "ИРКУТСКГЕОФИЗИКА"
ФГУНПП "ИРКУТСКГЕОФИЗИКА"
ФГУНПП "ИРКУТСКГЕОФИЗИКА"
ФГУНПП "ИРКУТСКГЕОФИЗИКА"

ОПТИМИЗАЦИЯ ГЛУБИННО-СКОРОСТНОЙ МОДЕЛИ И ПОВЫШЕНИЕ ТОЧНОСТИ МИГРАЦИОННЫХ ПРЕОБРАЗОВАНИЙ НА ОСНОВЕ ДАННЫХ ВСП И ГИС

АННОТАЦИЯ. В работе обобщены и систематизированы результаты скважинной сейсморазведки (ВСП, СК) и ГИС, полученные более чем за полувековой период геофизических исследований на юге Сибирской платформы. Построены более точные модели средних, пластовых и интервальных скоростей для территории площадью более 100 тыс. км². На конкретных примерах показано, что использование априорных моделей скоростей при формализации позволяет повысить точность миграционных преобразований сейсмических данных и качество прогноза коллекторских свойств потенциально продуктивных интервалов осадочного чехла [4].

ВВЕДЕНИЕ. Повышение точности построения глубинных сейсмогеологических моделей осадочного чехла на юге Сибирской платформы на сегодняшний день продолжает оставаться актуальной научно-производственной задачей.

Причины снижения точности сейсмического метода в сложных сейсмогеологических условиях связаны как с методическими и методологическими ограничениями, так и с применением неадекватных моделей распространения волн.

Как известно, фундамент юга Сибирской платформы является гетерогенным образованием. Глубинными разломами он разбит на блоки с различным вещественным составом. Осадочный чехол платформы по структурно-литологическим признакам делится на три комплекса: нижний - подсолевой, терригенно-карбонатный; средний - соленосный, карбонатно-галогенный; верхний - надсолевой, карбонатно-терригенный. Подсолевой комплекс характеризуется пликативными формами отложений. Его толщина меняется только в самой нижней, базальной части разреза. К этой части разреза приурочены почти все газоконденсатные месторождения Иркутской области. Соленосный комплекс характеризуется проявлением соляной тектоники и разрывных нарушений. Пластичными солями нижней усольской свиты образованы валы, чаще северо-восточного направления, протяжён-

ABSTRACT. In the report VSP, well-velocity survey and GIS data, received more than for 50 years of geophysical researches in the south of the Siberian platform are presented. More exact models of average and interval velocity for territory by the area more than 100 sq. km are constructed. On concrete examples it is shown, that use of aprioristic models of velocity allows to raise accuracy of migration of seismic data and quality of the forecast of a pool.

ностью от нескольких десятков до первых сотен километров, шириной 5 - 30 км и амплитудой до 500 - 700 м. Вышележащие отложения соленосного комплекса залегают унаследованно. Отложения надсолевого комплекса несколько сглаживают, нивелируют рельеф соленосных отложений.

Резкие изменения рельефа земной поверхности, структурно-литологические неоднородности верхней части разреза (ВЧР), широкое распространение соляной тектоники и траппового магматизма обуславливают значительные изменения скоростей продольных волн как по латерали, так и с глубиной. Погрешность структурных построений без учёта неоднородностей перекрывающей толщи достигает 160 м.

Одной из трудных и важных задач сейсморазведки является определение скоростных характеристик среды. Только успешное решение этой задачи позволяет получить достоверную пространственно-литологическую геологическую модель. На рис. 1 сопоставляются карты глубин, построенные без учёта и с учётом скоростных изменений. Из него видно, что учёт скоростных изменений в среде позволил выделить локальные изменения в поведении горизонта Б. Таким образом, карта глубин, трансформированная из времён с постоянной скоростью, уступает в детальности и точности карте, полученной миграцией времён в глубины с использованием скоростной модели.

Наиболее точный учёт локальных скоростных изменений для целей миграционных преобразований возможен при наличии данных скважинной сейсморазведки (ВСП, СК) и АК. Однако на исследуемой обширной территории, соединяющей северную часть Ангаро-Ленской ступени с южной частью Непско-Ботуобинской антеклизы, скважины расположены неравномерно, число их незначительно и не во всех из них выполнены сейсмические и геофизические исследования.

Для создания объёмной модели средних, пластовых и интервальных скоростей, отражающей закономерности их латерального и вертикального распределения не только в точках скважин, но и межскважинном пространстве, авторами были проанализированы и обобщены результаты скважинной сейсморазведки (ВСП, СК) и ГИС в 400 скважинах на территории площадью более 100 тыс. км². Наличие такой модели очень важно для повышения точности миграционных преобразований, и, кроме того, она имеет самостоятельное значение для создания стратиграфической фоновой модели при выполнении инверсии и расчёте куба импеданса.

ПОСТРОЕНИЕ МОДЕЛЕЙ СКОРОСТЕЙ

Районирование скоростей выполнялось по основным устойчивым интервалам разреза, расположенным между опорными отражающими границами и характеризующимся одинаковым возрастом и однотипным литологическим составом. Картопостроение включало получение региональных скоростных трендов и детализацию скоростей на локальных объектах.

Региональное скоростное районирование территории соответствовало принципу выявления основных тенденций скоростных изменений на базе геологических представлений о характере напластования осадков, простирации региональных структур, тектоническом строении. С этой точки зрения формировалась исходная выборка скважинных данных для каждого скоростного интервала. По результатам корреляционного анализа тщательно проверялись и при необходимости исключались аномальные значения, не укладывающиеся в общую закономерность. При анализе исходных данных приоритет отдавался скважинам с результатами ВСП и СК (рис. 2).

Картопостроение выполнялось в системе Geodepth (Paradigm Geophysical). С целью повышения точности и достоверности построений использовались геостатистический (универсальный кригинг) и расчётный методы.

При геостатистическом подходе использовалась сферическая модель семивариограммы с радиусом около половины пространственного периода предполагаемых априорных скоростных осцилляций и с учётом тектонических особенностей территории и анизотропии параметров.

В качестве контроля правдоподобия полученных региональных трендов скоростей строились и анализировались карты мощностей интервалов (DH и DT). Кроме того, для проверки качества интерполяции применялась

перекрёстная проверка со статистической оценкой погрешностей в точках скважин как участвующих, так и исключённых из картопостроения [2].

Детализация региональных (трендовых) карт скоростей выполнялась в пределах поисковых площадей с учётом особенностей структурно-тектонического строения осадочного чехла (рис. 3). Очевидно, что локальные представления о скоростных изменениях должны укладываться в рамки региональных закономерностей. При этом, не противореча представлениям о региональной модели, детализация должна обеспечить выявление особенностей строения и повышение точности результата. Детализационные карты интервальных скоростей рассчитывались с использованием имеющихся данных по скважинам (ВСП, СК, АК, пластово-акустического моделирования - ПЛАМ) в пределах конкретных площадей. В соответствии с кондиционностью сети наблюдений выбирался метод геостатистического картирования (кокригинг, совместный кокригинг, кригинг с внешним дрейфом). В качестве полиномиального тренда использовались региональные скоростные карты.

Модель и параметры кросс-вариограммы подбирались на основе критерия геологического правдоподобия. Чаще использовалась сферическая модель с радиусом 6 - 12 км и порогом, допускающим значительные вариации интерполируемых параметров. Группирование исходных значений выполнялось в глобальной окрестности с шириной интервала 500 × 500 м. Погрешность интерполяции оценивалась статистически. Для региональных карт среднеквадратическая ошибка составила 100 - 150 м/с. При детализации погрешность уменьшилась до 5 - 30 м/с. Для площадей с достаточно равномерным размещением скважин найдены вероятностные оценки картопостроения (стандартное отклонение кригинга и доверительный интервал). Ошибка прогноза скорости в межскважинном пространстве меняется в широких пределах - от 1 до 10%.

По результатам регионального районирования построен куб скоростей. Объёмное представление информации позволяет в рамках толстослойной модели количественно оценить изменения скоростей в любой точке региона как с глубиной, так и вдоль любого направления.

ПРИМЕНЕНИЕ АПРИОРНЫХ МОДЕЛЕЙ ДЛЯ ОПТИМИЗАЦИИ СКОРОСТЕЙ ПРИ МИГРАЦИИ ВРЕМЁН В ГЛУБИНЫ

В настоящее время на площадях юга Сибирской платформы в структурной сейсморазведке применяется методика итеративного построения толстослойной модели осадочной толщи при совместном использовании результатов МОГТ и априорной информации [1, 7]. Методика реализуется на основе программных продуктов системы Geodepth (Paradigm Geophysical). Как известно, минимизация погрешностей определения глубин осуществляется посредством лучевого учёта неоднородностей в перекрывающей толще, включая приповерхностные

Объёмная модель, отражающая закономерности латерального и вертикального распределения скоростей не только в точках скважин, но и в межскважинном пространстве, может использоваться для создания стратиграфической фоновой модели при выполнении инверсии и расчёте куба импеданса.

Важными методическими перспективами использования базы данных в сейсмических условиях юга Сибирской платформы являются: расширение базы для учёта результатов скважинной сейсморазведки по всей территории региона, картирование распространения значительных трапповых интрузий и создание трёхмерной модели на основе интегрированного структурно-тектонического каркаса.

Выводы. В результате выполненных работ:

- обобщены и систематизированы результаты скважинной сейсморазведки (ВСП, СК) и ГИС, полученные более чем за полувековой период геофизических исследований на юге Сибирской платформы, сформирована база данных;
- построены более точные модели средних, пластовых и интервальных скоростей для обширной территории (более 100 тыс. км²), включающей земли с высокой и средней плотностями разведанных и потенциальных запасов углеводородов;
- выполнена прогнозная оценка распределения скоростей на площадях с низкой плотностью (либо отсутствием) разведочных скважин;

КОРОТКО ОБ АВТОРАХ

Нина Васильевна ТРУФАНОВА - ведущий геофизик ФГУНППП “Иркутскгеофизика”, Геоинформационный центр, кандидат геол.-минер. наук.

Юлия Александровна НАУМОВА - геофизик I категории ФГУНППП “Иркутскгеофизика”, Геоинформационный центр.

Иосиф Вениаминович ГИНЗБУРГ - ведущий геолог ФГУНППП “Иркутскгеофизика”, Геоинформационный центр.

Вадим Александрович ЗАРАВНЯЕВ - геолог ФГУНППП “Иркутскгеофизика”, Геоинформационный центр.

- повышены точность миграционных преобразований сейсмических данных и качество прогноза коллекторских свойств потенциально продуктивных интервалов осадочного чехла.

ЛИТЕРАТУРА

1. Барышев С. А., Клыкова В. Д., Труфанова Н. В., 2004, Особенности сейсмогеологических исследований на юге Сибирской платформы: Технологии сейсморазведки, **2**, 48 - 52.
2. Дюбрул О., 2002, Использование геостатистики для включения в геологическую модель сейсмических данных: SFG, EAGE, European association of geoscientists I engineers.
3. Левянт В. Б., Ампилов Ю. П., Глоговский В. М., Колесов В. В., Коростышевский М. Б., Птецов С. Н., 2006, Рекомендации по использованию данных сейсморазведки (2D, 3D) для подсчёта запасов нефти и газа: Технологии сейсморазведки, **3**, 96 - 127.
4. Наумова Ю. А., Труфанова Н. В., Гинзбург И. В., Заравняев В. А., 2007, Оптимизация глубинно-скоростной модели и повышение точности миграционных преобразований на основе данных ВСП и ГИС: Гальперинские чтения-2007, VII ежегодная международная конференция “ВСП и трёхмерные системы наблюдений в сейсморазведке”, Тезисы докладов, 101 - 105.
5. Сысоев А. П., 2007, О структурировании сейсморазведочных работ: Технологии сейсморазведки, **3**, 96 - 98.
6. Труфанова Н. В., 2006, Глубинные построения по сейсмическим данным на площадях юга Сибирской платформы, мало изученных глубоким бурением: Технологии сейсморазведки, **3**, 61 - 64.
7. Труфанова Н. В., Казанцева Е. Е., 2005, Построение и оптимизация глубинно-скоростной модели в сейсмогеологических условиях юга Сибирской платформы: Технологии сейсморазведки, **2**, 37 - 41.