Записки Ленинградского ордена Ленина, ордена Октябрьской Революции
и ордена Трудового Красного Знамени горного института им. Г.В.Плеханова,
т. LXXXIX, 1981 г.

УДК 550.834

ВОЗМОЖНОСТИ ПОВЫШЕНИЯ ГЛУБИННОСТИ СЕЙСМОРАЗВЕДОЧНЫХ РАБОТ НА НЕФТЕГАЗОПЕРСПЕКТИВНЫХ РЕГИОНАХ СИРИЙСКОЙ АРАБСКОЙ РЕСПУБЛИКИ НА ОСНОВЕ ИССЛЕДОВАНИЙ ПО МЕТОДУ ЭФФЕКТИВНОЙ СЕЙСМИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ

Р.НАССЕР, Р.К.КУРБАНОВ,
А.Л.ЛИВАНЦОВА

В нефтегазоперспективных регионах Сирии апробированы многочисленные современные методы сейсморазведки, использовалась современная регистрирующая аппаратура и применялись передовые способы обработки результатов наблюдений. Однако только на отдельных площадях удалось проследить от двух до четырех опорных отражающих горизонтов, главным образом, в терригенных отложениях верхнего мела – палеогена. На временах, превышающих 1,1 с, не удается повсеместно выделить и корреляционно увязать отраженные волны. Именно в этом временном окне регистрируются поля отраженных волн от наиболее нефтегазоперспективной системы толщ перми – нижнего мела. Сложность волнового поля объясняется значительной интенсивностью на сейсмограммах полей волн-помех и многократных волн [4].

В практике сейсмических исследований в САР до сих пор рассматривались только сейсмические модели, состоящие из системы толстых слоев. На сложных геологических объектах, какими, как показал опыт работ, являются нефтегазоперспективные районы САР, толстослоистые модели приводят к значительным расхождениям между данными бурения и сейсморазведки. В связи с этим возникла необходимость сопоставлять реальной среде такие модели, которые отразили бы наличие сейсмических неоднородностей и тонкой слоистости. Учитывая опыт СССР, настоящие исследования выполнены в рамках метода эффективной сейсмической модели (ЭСМ) [1-3, 5].

Для нефтегазоперспективных площадей САР основные черты ЭСМ исследованы в предположении о горизонтальной слоистости изучаемых разрезов. При этом процесс построения ЭСМ существенно упростился, и задача свелась к поиску эффективных сейсмических колонок (ЭСК). Ввиду ограниченности фактического материала для площадей Холь I, Холь II, Маркада, Тишрин, Джибси, Гбейбе и Алан были построены только начальные приближения эффективных сейсмических моделей. Каждая ЭСМ – это многослойная система слоев, формирующая интерференционное сейсмическое поле сложной природы.

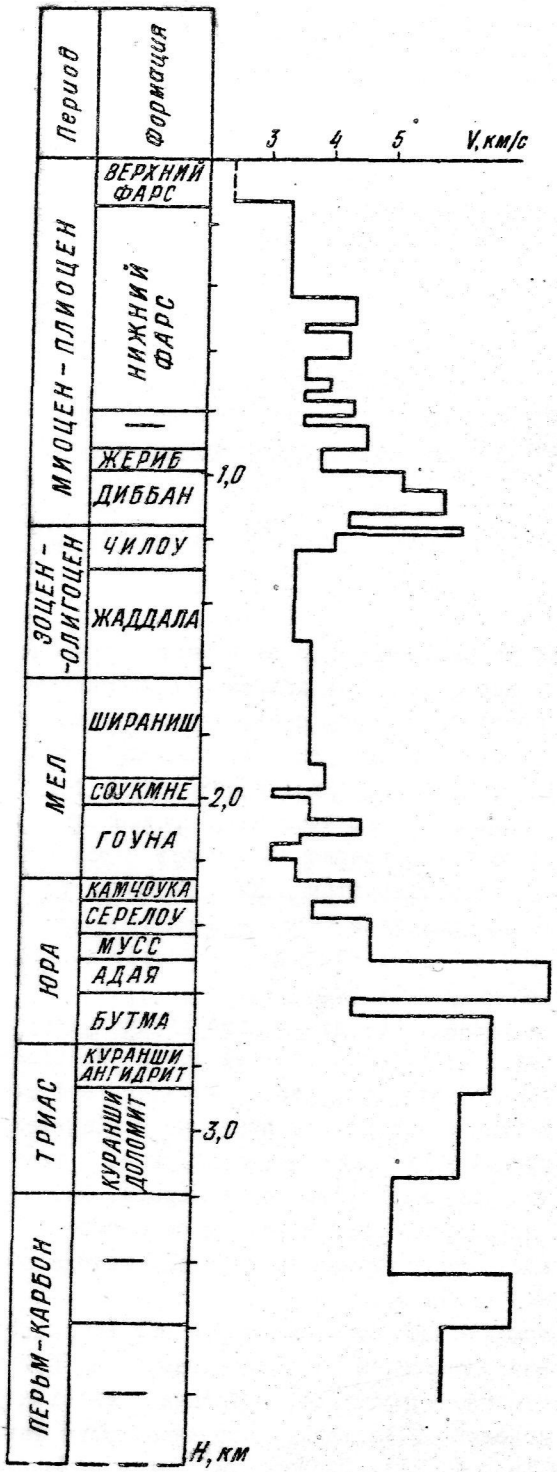


Рис.1. Эффективная сейсмическая модель (ЭСМ) площади Маркада

В данной работе анализ поля и модели дается на примере площади Маркада, имеющей типичное для исследуемого региона строение (рис.I). Сейсмогеологическая интерпретация эффективных сейсмических моделей выполнена по результатам расчетов и анализа следующей совокупности данных: импульсной сейсмограммы, рассчитанной для точки X = = I00 м на дневной поверхности; сейсмограмм поля отраженных, кратных и суммарных волн, рассчитанных для дневной поверхности до X = 2400 м с шагом ΔX = I00 м (рис.2); кривых спада во времени уровня интенсивности отраженного, кратного и суммарного полей (рис.2).

Примечательной особенностью исследуемых ЭСМ является сильная дифференциация по эффективным параметрам и относительная региональная устойчивость сейсмических образов комплекса отложений до формации чилоу. В этом интервале разреза формируется сложный интерференционный волновой пакет LF. По интенсивности он значительно превосходит почти все полезные отражения от глубинных горизонтов. С удалением от источника от волнового пакета отделяется отражение, сформированное на подошве зоны малых скоростей (ЗМС).

На площадях, где мощность толщи диббане - нижний фарс достигает 800-I000 м, волновой пакет распадается на две части и ситуация еще более осложняется. На площади Маркада, в частности, начиная с X = = 600 ÷ I000 м, эти волны вхо-

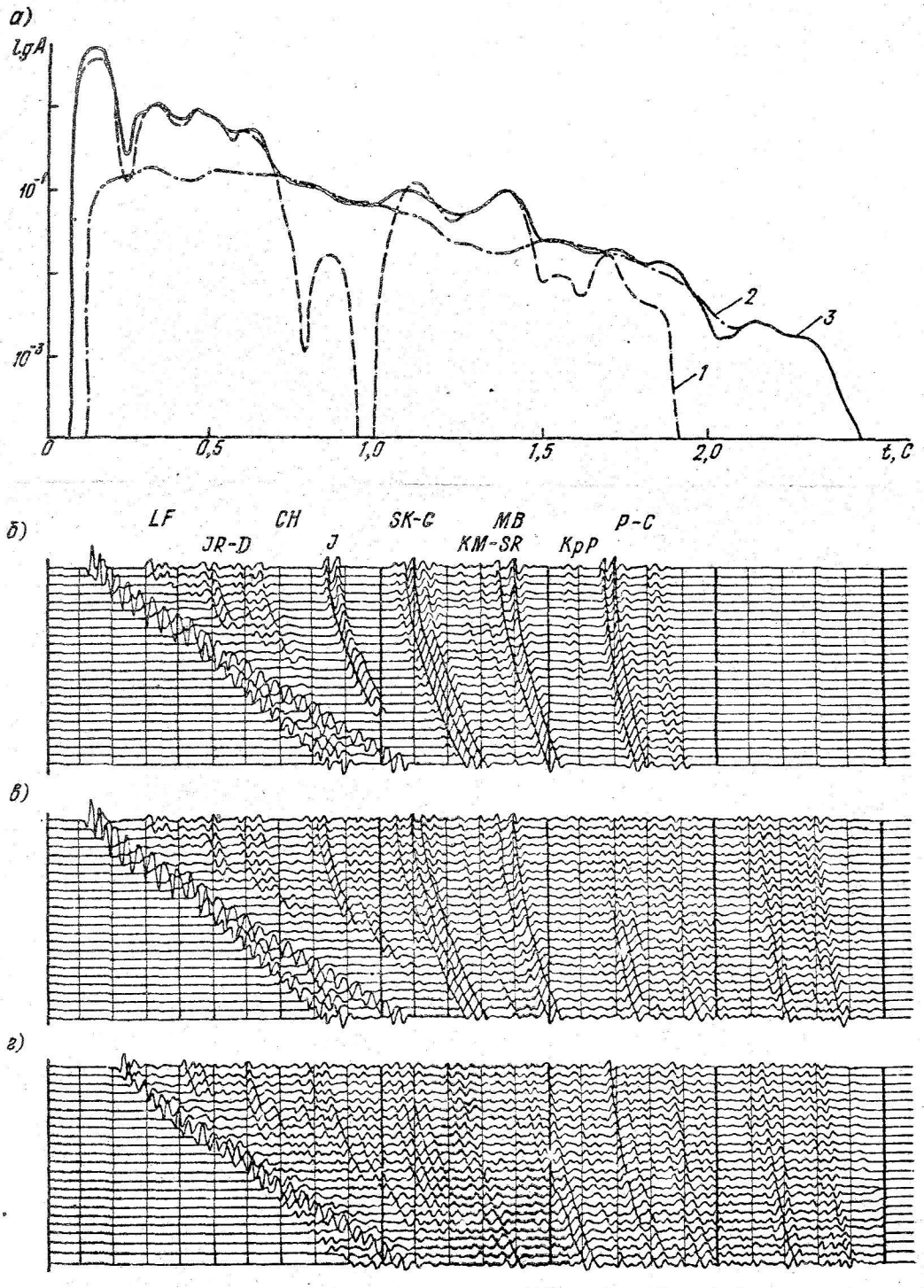


Рис.2. Кривые спада уровня интенсивности поля (а) отраженных (1), кратных (2) и суммарных (3) волн и теоретические сейсмограммы отраженных волн (б), суммарного поля (в) и поля кратных волн (г)

дят в тесную интерференцию как между собой, так и с отражениями от подст лающих комплексов. Вследствие этого на больших удалениях от источника по всеместно создается почти неразрешенная и трудно интерпретируемая волновая картина.

В области прихода волны LF регистрируется множество полей кратных волн (рис.2). Некоторые кратные волны по интенсивности сравнимы с однократными отражениями, однако их суммарное поле в 5-10 раз слабее. Незначительные глубины залегания этих комплексов, тесная интерференция многих отражений позволяет безошибочно утверждать, что результаты интерпретации всегда будут неоднозначны и сомнительны.

Волновой пакет CH формируется в приконтактной зоне между формациями чилоу и диббане. Основной вклад в поле определяется регионально устойчивыми элементами в подошве чилоу. На площадях Холь I и Тишрин волна CH имеет компактную двух-трехфазовую устойчивую форму. На площади Маркада этот пакет - очень сложное многофазовое колебание, сужающееся с удалением от пункта взрыва. Исследуемая волна, начиная с $X = 500 \div 1000$ м, входит в интерференцию с волнами, формирующимися в верхних комплексах, и полностью теряет выразительность. В области полезных волн регистрируется цуг кратных волн, происхождение которых связывается с формациями диббане - нижний фарс. Интенсивности многих кратных волн сравнимы с интенсивностью волнового пакета CH. Суммарное же кратное поле значительно слабее волны CH. Скорости подавляющего большинства кратных волн на 400-700 м/с меньше скорости полезного отражения. Совокупность этих данных позволяет сделать вывод, что волна CH может быть повсеместно уверенно выделена на сейсмограммах МОВ. Полученные данные позволяют считать оптимальной базу наблюдения 800-1000 м.

В процессе исследований моделей верхней части разреза (до формации жаддала) выяснилось, что во всех реализациях кратные волны, вносящие доминирующий вклад в суммарное поле, формируются в одноименных, регионально устойчивых элементах среды и имеют примерно равные интенсивности. Это позволяет в дальнейшем рассматривать поле кратных волн как постоянную составляющую и учесть ее влияние при последующих исследованиях, не выполняя трудоемких вычислений. Для этого достаточно рассмотреть различные случаи наложения этих полей с однократными отражениями, формирующимися в отложениях жаддала - шираниш для некоторого набора временных сдвигов.

Волновой пакет J формируется во внутренних границах комплекса жаддала и в 10-15 раз слабее предшествующих волн. Суммарное поле кратных волн на целевых временах на порядок сильнее волны J, и вследствие этого для изучения последнего создаются исключительно неблагоприятные условия. На площадях Холь I и Тишрин наложение этих полей приводит к почти полному разрушению полезной волны и интенсивность суммарного поля снижается до уровня волнового фона.

Волновой пакет $SK-G$ формируется в системе отложений соукмне - гоун подверженной значительным изменениям в направлении с севера на юг. При переходе от площадей Тишрин и Холь I на юг к площадям Гбейбе и Джибиси мощность формации соукмне сокращается, а формации гоуна увеличивается.

Еще далее к югу наблюдается обратная картина: сокращается мощность формации гоуна, и очень медленно растет мощность соукмне. В направлении с запада на восток мощности рассматриваемых толщ почти не изменяются.

Сложный режим осадконакопления отразился на сейсмических полях следующим образом. На площадях, где формация соукмне представлена увеличенной мощностью, волновой пакет *SK-G* состоит из 8-10 уверенно коррелируемых фаз. Однако расчленить этот цуг колебаний на отдельные волны и однозначно определить их природу не представляется возможным. На площадях, где формация соукмне мала по мощности, волновой пакет *SK-G* существенно упрощается, становится более компактным, но все же остается довольно сложным.

Кратные волны по интенсивности равны или очень близки элементарным отражениям, входящим в пакет *SK-G* . Однако суммарное поле кратных волн примерно в 5-8 раз слабее поля полезной волны. На площади Холь I наложение полей кратных волн и волнового пакета *SK-G* приводит к формированию двух разделенных во времени колебаний, уверенно коррелируемых по всей сейсмограмме. Первое из них, с полным основанием, может быть отнесено к полезной волне. В формирование полезной волны на северных площадях главный вклад вносят элементы модели, относящиеся к формации гоуна. Однако, следует иметь в виду, что даже небольшие изменения разреза могут заметным образом изменить описанную волновую картину.

В изменчивой по региону толще отложений камчоука - серелоу формируется волновой пакет *KM-SR* . В направлении с севера на юг происходит постепенное уменьшение мощности обеих формаций. Это мало сказывается на волновом пакете, так как он формируется в приграничной области этих комплексов, имеющей повсеместно примерно одинаковую внутреннюю структуру. Вследствие этого волновой пакет *KM-SR* во всем регионе имеет одинаковую форму (см. рис.2).

Однако на северных и южных площадях соотношение между суммарным полем кратных волн и полезным отражением выглядит по-разному. Для юга можно уверенно прогнозировать возможность изучения рассматриваемых отложений методами сейсморазведки, для севера эта возможность ставится под сомнение. На северных площадях у большинства кратных волн продольная скорость на 200-400 м/с меньше, чем у полезного отражения. Это позволяет предполагать, что многократное накапливание может разрушить поле кратных волн и усилить целевое отражение. На южных площадях разность между скоростью сигнала и помехи не превышает 100-150 м/с. Различие в скоростных параметрах на северных и южных площадях находит следующее объяснение: на севере суммарная мощность относительно низкоскоростных формаций чилоу - жаддала - ширанш примерно в 2,5 раза больше, чем на юге.

Волновой пакет *M-B* - результат интерференции нескольких элементарных отражений, формирующихся в отложениях мусс - адая - бутма, сильно дифференцированных по эффективным параметрам. На южных площадях (Маркада, Тиширин) исследуемый пакет на небольших удалениях от пункта взрыва представлен двумя разрешенными во времени волнами. С удалением они сливаются и формируют довольно интенсивную двух-трехфазовую волну. Здесь полезная

волна примерно в 5–10 раз сильнее поля помех, что благоприятствует изучению отложений мусс – бутма сейсморазведкой. На севере волновая картина иная. Здесь пакет в 5–8 раз слабее суммарного поля кратных волн. Скорости распространения последних лишь на 150 м/с отличаются от скорости полезной волны. Сказанное позволяет предполагать, что применение интерференционных систем наблюдения вряд ли приведет к существенному улучшению отношения сигнал – помеха.

Отражение $K_P P$ от кровли пермских отложений слабее суммарного поля кратных волн примерно в 5–8 раз (рис.2). На суммарных сейсмограммах с трудом коррелируется всего одна фаза. Скорости кратных волн на 300–500 м/с меньше скорости полезного отражения, и это создает предпосылки для изучения поверхности пермских отложений методом общей глубинной точки (ОГТ).

Волновой пакет P-C, формирующийся в толще отложений перми – карбона, имеет равную интенсивность с суммарным полем кратных волн. Скорости кратных волн на 500–600 м/с меньше, чем у полезной волны. Наложение полей кратных и полезных отражений приводит к полному разрушению записи вплоть до удалений 1000–1200 м. Далее вследствие расхождения фронтов волн, уверенно коррелируются обе волны. На этом основании сделан вывод о целесообразности применения систем с длинными годографами для исследования волны P-C.

Помимо регионально устойчивых волновых полей на каждой площади формируется еще несколько локальных волн, особенности которых в данной работе не рассматриваются.

Выводы

1. Впервые для нефтегазоперспективных площадей Сирии построены эффективные сейсмические модели, показана геологическая эффективность метода ЭСМ и необходимость широкого внедрения его в практику сейсмических исследований САР.

2. Эффективные сейсмические модели позволили локализовать области формирования каждого волнового пакета, впервые объяснить природу полей волн, установить связь между эффективными параметрами модели и волновых полей с особенностями геологического строения среды.

3. Изучено соотношение интенсивностей полей кратных волн и полезных отражений. Установлено, что поля кратных волн вносят существенный, а иногда и доминирующий вклад в суммарное поле.

4. Выяснена принципиальная возможность изучения отложений перми – карбона – нижнего мела методами сейсморазведки.

ЛИТЕРАТУРА

1. Курбанов Р.К. Некоторые вопросы методики построения, обобщения и прогноза эффективных сейсмических моделей (ЭСМ). – В кн.: Вопросы динамической теории распространения сейсмических волн. Л., Наука, 1975. Вып. 19.

2. Метод эффективной сейсмической модели / Под ред. Б.Я.Гельчинского. Л., Изд-во ЛГУ, 1975.

3. *Модели реальных сред и сейсмические волновые поля* / Под ред. И.С.Берзон. М., Наука, 1967.

4. Нассер Р. Начальные приближения эффективных сейсмических моделей и применение их при сейсморазведке в нефтегазоносных районах северо-востока Сирийской Арабской Республики. Автореф. канд. дисс. Л., изд. ЛГИ, 1979.

5. Пузырев Н.Н. Интерпретация данных сейсморазведки методом отраженных волн. М., Гостехтолиздат, 1959.