

этом необходимо использование плотных систем не-продольного профилирования ПМ ВСП (наблюдений из большого числа ПВ — не менее 6...8).

В результате анализа всех данных увеличена площадь нефтегазоносности месторождения Южно-Ключевое (Восточный Узун) и рекомендовано бурение скважины с целью вскрытия нефтенасыщенных песчаных пачек среднего майкопа. Пробуренная скв. 414 дала приток нефти дебитом 26 м³/сут.

В целом можно отметить, что с использованием технологии промысловой сейсмики были рекомендованы и пробурены четыре скважины, оказавшиеся продуктивными.

ЛИТЕРАТУРА

1. Промысловая сейсмика — сейсмика околоскважинного пространства / А. Н. Амиров, Е. И. Гальперин и др. // Геоло-

гия, геофизика и разработка нефтяных месторождений. — 1987. — № 5.

2. Гальперин Е. И. Вертикальное сейсмическое профилирование. — М.: Недра, 1982.

3. Гальперин Е. И. Поляризационный метод сейсмических исследований. — М.: Недра, 1977.

4. Дорфман. Физические свойства горных пород и полезных ископаемых (петрофизики). — М.: Недра, 1984.

5. Пузырев Н. Н. Измерение сейсмических скоростей в скважинах // Тр. / ВНИИ Геофизика. — М., 1957. — Вып. 3.

6. Пат. 2169381 РФ, МКИ G 01 V 1/00. Способ сейсморазведки для прямого поиска и изучения нефтегазовых месторождений по данным регистрации, преобразования, обработки и анализа энтропии упругих волновых полей в частотной области / Д. М. Соболев. — Опубликовано 20.10.2001. Бюл. № 17.

7. Табаков А. А. Прогнозирование геологического разреза ниже забоя скважины // Геология и разведка недр. — М., 1986. — № 5.

УДК 551.24 (262.5): 551.77

ГЛУБИННО-СКОРОСТНАЯ МОДЕЛЬ ВАЛА ШАТСКОГО ПО ДАННЫМ МОГТ—МПВ

Б. Н. Гринько, С. А. Ковачев, А. В. Хортов
(Институт океанологии им. П. П. Ширшова РАН)

Сейсморазведочные работы методом отраженных волн (МОГТ), выполненные в последние годы в пределах вала Шатского (Черное море — северо-восточная часть), позволили детализировать его строение, определить первоочередные объекты для поисков углеводородов. Отработанный Институтом океанологии РАН в 2002 г. региональный профиль методом преломленных волн (МПВ) вдоль вала Шатского привнес новую информацию о его глубинной структуре. Анализ и сопоставление данных отраженных и преломленных волн позволили построить сейсмогеологическую модель вала Шатского, дать обоснованный прогноз вещественного состава и перспектив нефтегазоносности до начала дорогостоящего глубоководного бурения.

Seismic surveys by reflected waves carried out in last years within the limits of the Shatsky Swell (Black Sea — northeast part) have allowed to detail its structure to define prime objects for hydrocarbons searches. The regional profile with refractive waves along the Shatsky Swell, which was carried out by the Institute of Oceanology of RAS in 2002 has introduced the new information on its deep structure. The analysis and comparison of the reflected and refracted wave data has allowed to construct lithological model of the Shatsky Swell to give the reasonable prediction of rock structure and prospects in hydrocarbon depositing prior to the beginning expensive deep-water drilling.

Введение. Анализ сейсмических данных, полученных на структурах вала Шатского методом отраженных волн общей глубинной точки (МОГТ), показал, что отдельные из них (например, Южно-Дообская и Северо-Черноморская) по аналогии с близкими по ряду сейсмических характеристик месторождениями могут являться ловушками УВ с высокочастотным карбонатным коллектором [4]. Отсутствие до недавнего времени информации о граничных скоростях сейсмических волн различной природы (продольных и поперечных) не позволяло однозначно интерпретировать данные стандартной сейсморазведки МОГТ. Измерения скоростей в слоях осадочной толщи мало надежны из-за малой длины получаемых методом ОГТ годографов, что затрудняет их литологическую интерпретацию, тогда как одним из принципиальных вопросов поисков УВ в пределах вала Шатского является наличие или отсутствие карбонатных (рифогенных) отложений [5].

Другим имеющим практическое нефтегазопроисковое значение вопросом являлось определение общей толщины осадочного чехла в пределах вала Шатского, так как в волновом поле отраженных волн поверхность фундамента не находила какого-либо выражения.

Поэтому летом 2002 г. Институтом океанологии РАН были выполнены профильные сейсмические исследования методом преломленных волн (МПВ) с использованием донных сейсмических станций для уточнения литологического состава пород, составляющих структуру вала Шатского.

Методика работ МПВ и их результаты. Работы МПВ были выполнены в глубоководной части российского сектора Черного моря, где в пределах вала Шатского выделяются такие крупные объекты, как Южно-Дообская и частично уходящая в украинский сектор Черного моря Северо-Черноморская структу-

ры; Восточно-Черноморское и Адлерское поднятия на границе с Грузией.

Донные сейсмографы (ДС) были установлены в линию по профилю, пересекающему Южно-Добскую и Северо-Черноморскую структуры вала Шатского (рис. 1). Расстояния между ДС составляли от 9 до 18 км. Два прибора установили вкрест основ-

ному профилю на расстояниях около 10 км от него. После установки ДС была выполнена прострелка профиля 1 пневмоисточником с объемом камеры 30 л. Длина прострелки составила 183 км. Излучения производились с интервалом около 180 м. После первой прострелки была выполнена вторая вкрест простирающую вала Шатского, ее протяженность составила 80

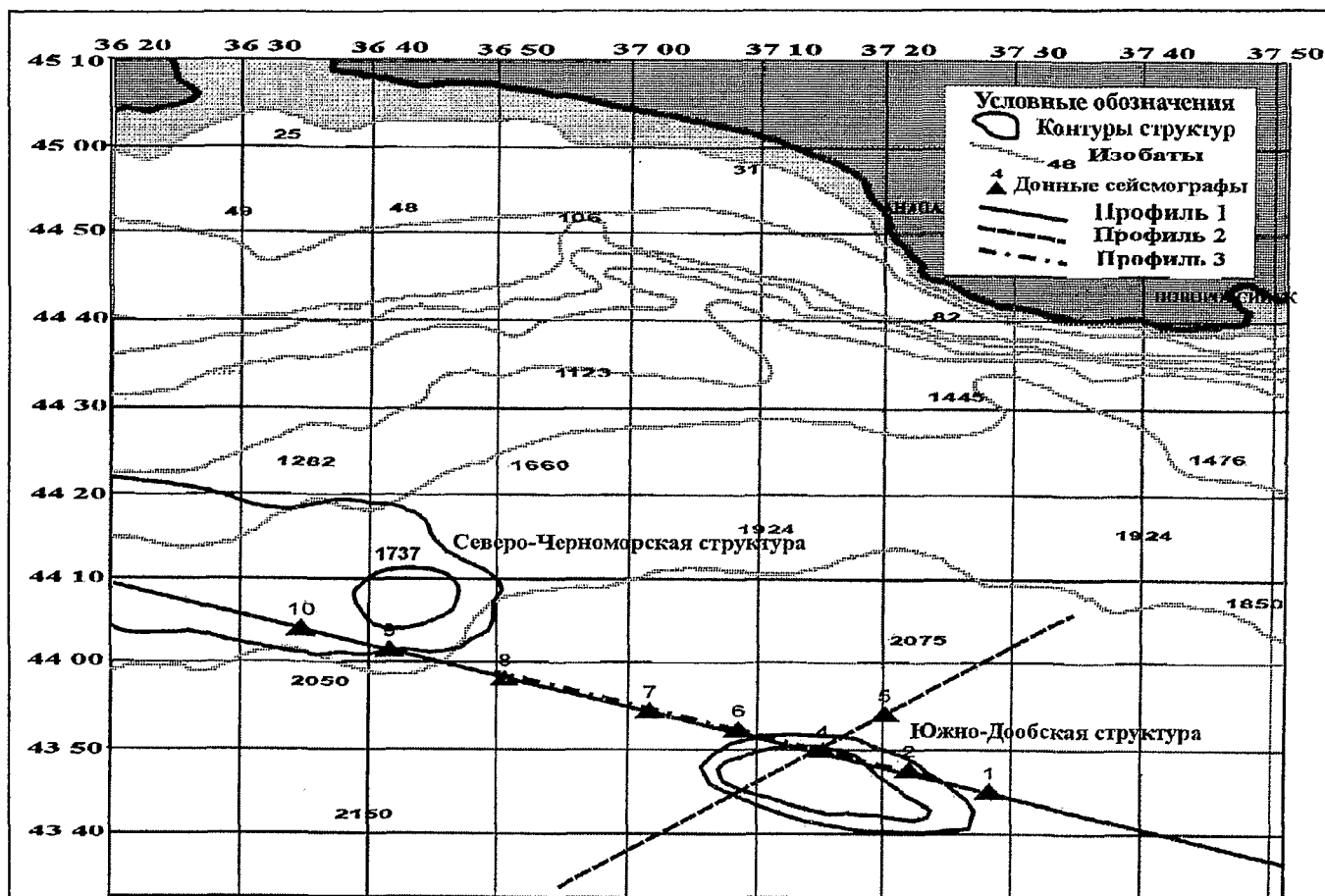


Рис. 1. Схема работ МПВ, выполненных Институтом океанологии РАН в 2002 г. на структурах вала Шатского

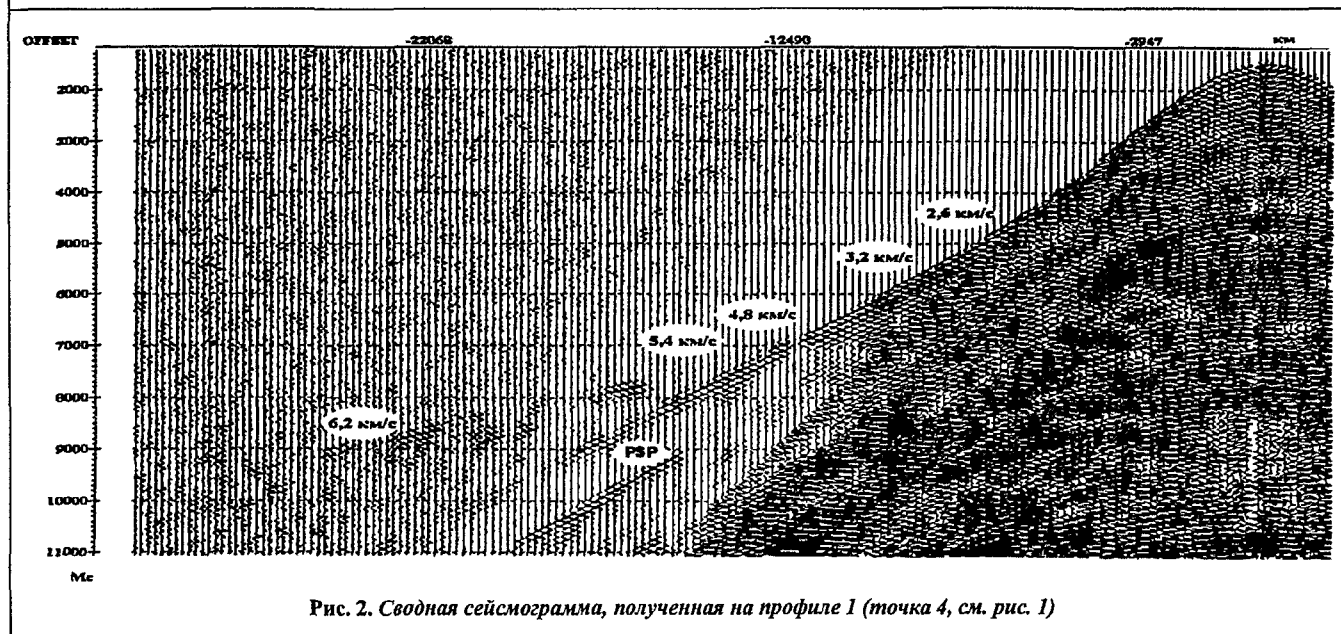


Рис. 2. Сводная сейсмограмма, полученная на профиле 1 (точка 4, см. рис. 1)

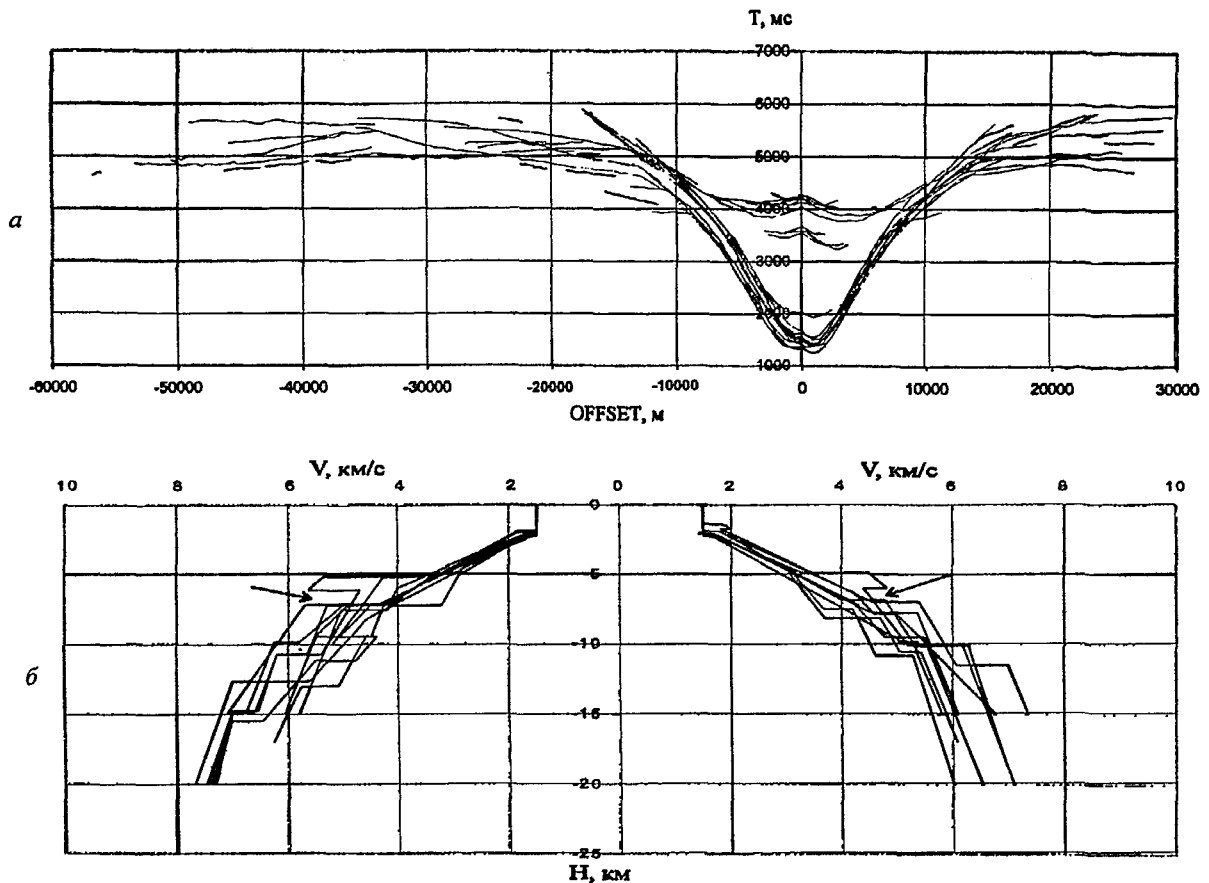


Рис. 3. Сводный годограф преломленных и отраженных волн (скорость редукции 6,0 км/с) (а) и одномерные скоростные модели (б)

км. Излучения здесь производились с тем же интервалом и на той же скорости.

О наиболее общих чертах волновых полей, зарегистрированных на ДС, можно судить на примере фрагмента сводной сейсмограммы для ДС — точка 4 профиля 1 (рис. 2). На большинстве сейсмограмм выделены преломленные волны с кажущимися скоростями 2,6...3,3, 4,2...4,4, 5,1...5,5, 6,2...6,3 и 7,0 км/с и интервалами прослеживания 6...13, 10...18, 15...24, 20...31 и 34...55 км. В последующих вступлениях на записях ДС выделяются отраженные волны в докритической области на временах 3,5...4,0 с. Сводный годограф преломленных в первых вступлениях и отраженных волн в докритической области (скорость редукции 6,0 км/с) приведен на рис. 3, а. Соответствующие им скоростные модели показаны на рис 3, б. Модели для двух ДС (точки 2 и 4) имеют слой пониженной скорости (на рис. 3, б это показано стрелками).

Интерпретация результатов. На основе 1D скоростных моделей по записям каждого ДС была построена стартовая 2D модель. На ее базе выполнен процесс моделирования и уточнения скоростных характеристик среды, при котором получено наилучшее совпадение наблюдаемых и расчетных годографов. На основе уточненной скоростной модели интерпретации построен сейсмогеологический разрез (рис. 4).

Снизу вверх по разрезу выделена серия основных горизонтальных и субгоризонтальных преломляющих поверхностей. Наиболее погруженная поверхность, прослеживаемая на глубине 13 км от поверхности дна, характеризуется скоростью 7,0 км/с. Геологическая природа этой границы в аналогичных сейсмогеологических условиях как в Черноморском регионе, так и в других районах до недавнего времени отождествлялась с поверхностью "базальтового" слоя. По-видимому, выделяемая поверхность обусловлена слоенностью литосферы, представление о глубинном состоянии которой остается дискуссионным. Другая глубинная граница, зафиксированная на глубине 8,7...9,0 км с подъемом в юго-восточном направлении, характеризуется граничной скоростью 6,2 км/с. По скоростным и волновым параметрам эта граница, по мнению авторов, приурочена к кровле "гранитного" слоя (т. е. кристаллического фундамента) и может быть определена как подошва осадочного чехла в пределах вала Шатского. Ранее работы методом преломленных волн, как и глубинное сейсмическое зондирование в центральной части вала Шатского, не проводились, поэтому поверхность доюрского кристаллического фундамента по данным сейсморазведки здесь была зарегистрирована впервые. Выше по разрезу на глубинах 5...8 км фиксируется высокоскоростная

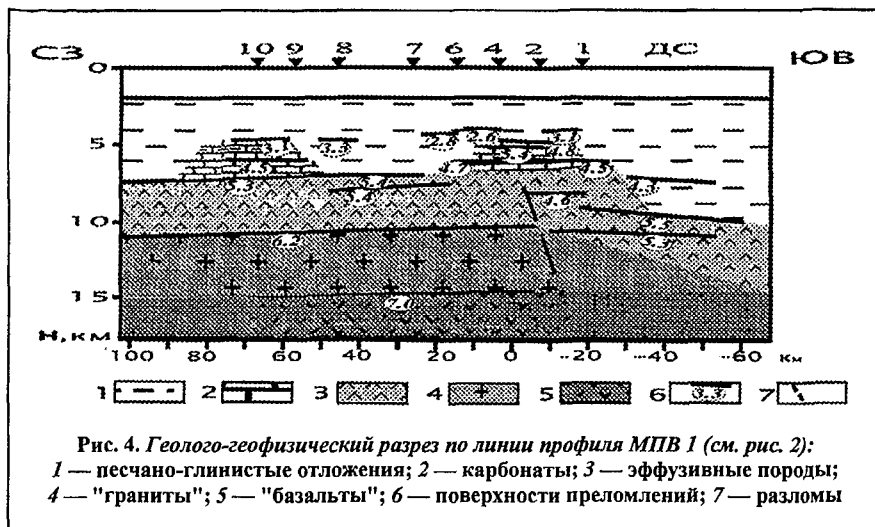


Рис. 4. Геолого-геофизический разрез по линии профиля МПВ 1 (см. рис. 2):
 1 — песчано-глинистые отложения; 2 — карбонаты; 3 — эффузивные породы;
 4 — "граниты"; 5 — "базальты"; 6 — поверхности преломлений; 7 — разломы

(5,3...5,5 км/с) граница, отождествляемая с поверхностью осадочно-эффузивных отложений среднеюрского и, возможно, раннеюрского возраста [5].

Выделенные поверхности "базальтового" слоя, кристаллического фундамента и вулканогенного комплекса в пределах вала Шатского позволяют более аргументированно рассматривать вопросы глубинного строения и истории развития Черноморского региона.

Резкое различие в глубинном строении западной и восточной частей вдоль профиля 1 можно объяснить либо блоковым строением фундамента, либо регистрацией в юго-восточной части профиля волн, преломленных уже за пределами вала Шатского в Восточно-Черноморском прогибе. Исследованиями прежних лет [1—3] установлено наличие "гранитного" слоя восточнее района работ, в грузинском секторе на Гудаутском своде. Поэтому принципиальную разницу в глубинном строении западной (вал Шатского) и восточной (Гудаутский свод) частей северо-востока Черного моря должны осветить будущие работы.

Следующим достаточно выразительным в разрезе репером является граница со скоростью преломленной волны 4,0...4,3 км/с, фиксируемая на глубине от 4 до 5 км. Эта граница уверенно отождествляется с поверхностью вала Шатского и датируется позднемиоценовым—эоценовым возрастом. В пределах Дообской структуры эта поверхность надстраивается серией высокоскоростных волн, обусловленных неоднородным строением поднятия. Наличие в этой части профиля высокоскоростных преломляющих границ (4,5...5,4 км/с) позволяет отождествлять их с развитием карбонатных отложений, возможно построек

атоллового типа [4, 5]. Отдельные преломляющие границы, выделяемые на глубине от 2 до 3 км со скоростями 2,6...3,3 км, уверенно приурочиваются к надмайкопским отложениям.

Выводы. В последнее десятилетие основным геофизическим методом, применяемым для изучения геологического строения и нефтегазоносности осадочных бассейнов, являлся метод отраженных волн (МОГТ). Использование других геофизических методов разведки, включая сейсморазведку методом преломленных волн (МПВ), было практически прекращено. В условиях тотальной сейсморазведки МОГТ

последних лет для них не находилось применения. Однако, как показывает опыт черноморских работ, значительная часть проблем геологии осадочных бассейнов выходит за границы возможностей метода отраженных волн. Применяемый в прежние годы на первом этапе работ преимущественно для картирования фундамента [1—3] МПВ в настоящее время используется и на заключительном этапе работ для прогноза вещественного состава пород. При этом получаемые результаты могут быть использованы в качестве дополнительного аргумента при выборе первоочередных объектов нефтегазопроискового бурения [4, 5].

ЛИТЕРАТУРА

1. Москаленко В.Н., Маловицкий Я.П. Результаты глубинного сейсмического зондирования на трансмеридиональном профиле через Азовское и Черное моря // Изв. АН СССР, сер. геол. — 1974. — № 9. — С. 23—31.
2. Непрочнов Ю.П., Москаленко В.Н. Сейсмические исследования строения черноморской впадины в прибрежной зоне между Сочи и Гудаутой по сейсмическим данным // Геотектоника. — 1969. — № 3. — С. 103—108.
3. Непрочнов Ю.П. Глубинное строение земной коры под Черным морем по сейсмическим данным // БЮЛ. МОИП. Отд. геол. — 1960. — Т. 35. — С. 30—35.
4. Павлов Н.Д., Хортов А.В. Структурно-сейсмофациальные особенности крупных нефтегазоперспективных и нефтегазоносных органогенных сооружений юга Прикаспийской впадины // Геология, геофизика и разработка нефтяных месторождений. — 1995. — № 8. — С. 21—31.
5. Пудовкин А.А., Хортов А.В. Сейсмостратиграфические особенности и перспективы нефтегазоносности вала Шатского // Геология, геофизика и разработка нефтяных и газовых месторождений. — 2002. — № 1. — С. 40—46.