

ГЕОЛОГИЧЕСКОЕ СТРОЕНИЕ ОСАДОЧНОГО ЧЕХЛА И ОЦЕНКА НЕФТЕГАЗОНОСНОСТИ ВПАДИНЫ ДЕРЮГИНА (ОХОТСКОЕ МОРЕ)

В.В. Жигулев, В.Э. Кононов, Б.В. Левин

Институт морской геологии и геофизики ДВО РАН, г. Южно-Сахалинск

Поступила в редакцию 19 мая 2006 г.

Представлены результаты интерпретации материалов сейсморазведки методом преломленных волн, в южной части впадины Дерюгина. Приведена геолого-геофизическая модель и предложена схема эволюции бассейна (поздний мел–плейстоцен). Полученные данные свидетельствуют о высоком углеводородном потенциале, сопоставимом с таковым прилегающего нефтегазоносного шельфа северо-восточного Сахалина.

Ключевые слова: метод преломленных волн, сейсморазведка, углеводородный потенциал, впадина Дерюгина, Охотское море.

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время значительный интерес исследователей в плане оценки промышленных запасов углеводородов (УВ) вызывает район акватории Охотского моря, находящийся северо-восточнее сахалинского шельфа, включая его континентальный склон и прилегающую впадину Дерюгина (рис. 1). Расположенный в непосредственной близости от нефтегазоносных структур сахалинского шельфа, этот район изначально рассматривался как перспективный для проведения нефтепоисковых работ и в последнее двадцатилетие подвергся интенсивному исследованию различными геофизическими методами. Однако, несмотря на значительный объем полученного материала, данных для оценки углеводородного потенциала к настоящему времени накоплено недостаточно. В первую очередь это связано с отсутствием достоверных сведений о полной мощности осадочного чехла и его литофизических характеристиках, что, по мнению авторов, объясняется ограниченными возможностями метода, который был использован для их получения. Применяемый сейсмический метод сейсмических волн способом общей глубинной точки (МОВ-ОГТ) оказался недостаточно эффективным для решения нефтегеологических задач в сложных геолого-геофизических условиях района исследования. Основная причина заключается в том, что скоростные характеристики (интервальные скорости ОГТ), являющиеся необходимым условием для выде-



Рис. 1. Схема местоположения сейсмических профилей.

1 – профили МПВ, 2 – профили МОВ ОГТ треста “Дальморнефтегеофизика”, 3 – зона простиранья Дерюгинской горстовой системы.

ления в разрезе катагенетических зон, могут определяться этим методом только в диапазоне глубин про-

слеживания отражающих горизонтов. Но, как показал опыт работ, глубинность МОВ-ОГТ на Сахалинском шельфе и его восточном склоне обычно не превышает 4–5 км [1, 5, 31], что не позволяет определять скоростные параметры слоев в нижней части осадочного чехла. Более того, во впадине Дерюгина (особенно вдоль ее западного обрамления) повсеместно встречаются участки резкого ослабления энергии отраженных волн (до полного исчезновения записи [4, 30]), что полностью исключает возможность решения здесь нефтегеологических задач. Данный аномальный эффект, очевидно, обусловлен влиянием некоторых геолого-геофизических факторов (высокий тепловой поток, широкое распространение газогидратов, интенсивная карбонато-баритовая минерализация, аномальные эманации метана и т. д.), которыми изобилует Дерюгинский бассейн, выделяя его в ряду плавных морфоструктур Охотского моря [4, 5, 8, 12, 16, 19, 27, 28].

С учетом всего вышеизложенного, для изучения глубинной структуры земной коры южной части впадины Дерюгина, континентального склона, а также для получения дополнительной информации о скоростных характеристиках осадочного чехла данного района акватории в 1991 году Институтом морской геологии и геофизики (ИМГиГ) были проведены экспериментальные сейсмические исследования методом преломленных волн (МПВ). Выбор именно этого метода объясняется тем, что при аналогичных работах, ранее проведенных ИМГиГ на сахалинском шельфе (ПР I – ПР II, рис. 1), он положительно зарекомендовал себя при решении нефтегеологических задач [5, 9, 31]. С его помощью впервые в районе сахалинского шельфа была изучена полная мощность осадочного чехла, до поверхности консолидированного фундамента, а полученные сейсмические данные использовались для переоценки углеводородного потенциала всего региона.

МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЙ

Профили МПВ проектировались таким образом, чтобы наблюдениями были охвачены как глубоководная часть впадины, так и ее обрамляющие структуры (рис. 1). При этом один из профилей субширотного простирания (ПР 201) отрабатывался как связующий между абиссальной частью впадины Дерюгина и прилегающим сахалинским шельфом. Наблюдения проводились по стандартной методике, применяемой при работах МПВ на море. Расстояние между пунктами постановки донных станций составляло 2–3 км, между пунктами излучения (взрывной интервал) – 100 м. Для излучения сейсмических колебаний применялись пневматические пушки с объе-

мом рабочей камеры 30 и 60 дм³ и давлением в момент подрыва 15000 кПа, которые обеспечивали амплитуду первой волны давления на расстоянии 1 м от источника от 800 до 1300 кПа. В качестве приемо-регистрирующих систем использовались донные сейсмические станции серии “Базальт” с трехкомпонентной регистрацией сейсмосигнала при динамическом диапазоне 72 дБ. Обработка сейсмической информации и построение структурно-скоростных разрезов осуществлялись с помощью пакетов специализированных программ серии “SEIS” в варианте способа лучевого трассирования с использованием рефрагированных волн. Применение этих программ позволило выполнять моделирование сложных участков разреза, с выделением аномальных зон скоростных инверсий.

ГЕОЛОГИЧЕСКОЕ СТРОЕНИЕ ВПАДИНЫ ДЕРЮГИНА И СХЕМА ЕЕ ЭВОЛЮЦИИ

Предварительные результаты интерпретации в комплексе с сейсмическими данными МОВ-ОГТ, гравимагниторазведкой и термометрией приведены в работах [2, 3]. В них основное внимание уделено общему анализу выделенных структурных образований, характеристике их проявлений в геофизических полях. В настоящей статье основной акцент сделан на проблеме геологического развития района и перспективах нефтегазоносности.

В результате проведенных исследований впервые удалось изучить строение земной коры впадины Дерюгина (включая осадочный чехол) до поверхности верхнемантийных образований (рис. 2А). По скоростным характеристикам продольных сейсмических волн выделено пять сейсмоакустических комплексов (сейсмических слоев) и проведена их возрастная идентификация. Возраст каждого слоя определялся путем установления корреляционных связей с разрезом сахалинского шельфа, стратиграфия которого основана на материалах разведочного бурения с использованием эффективных сейсмогеологических моделей восточного побережья Сахалина [6, 9, 13, 16, 17, 23, 26, 30].

Как видно из приведенного материала, наиболее глубокий преломляющий горизонт со скоростью, близкой к верхнемантийной (7.4 км/с), получен на разрезах профилей 201 (ПК 110-150) и 202 (ПК 20-45), в интервале глубин 18–19 км (рис. 2, 3). Следует отметить, что такие высокие скоростные значения, обнаруженные на относительно небольшой глубине, встречаются впервые в пределах Дерюгинской впадины, но, по-видимому, их не следует считать неожиданными, поскольку, по данным [22], впадина расположена над астеносферным диапиром частичного

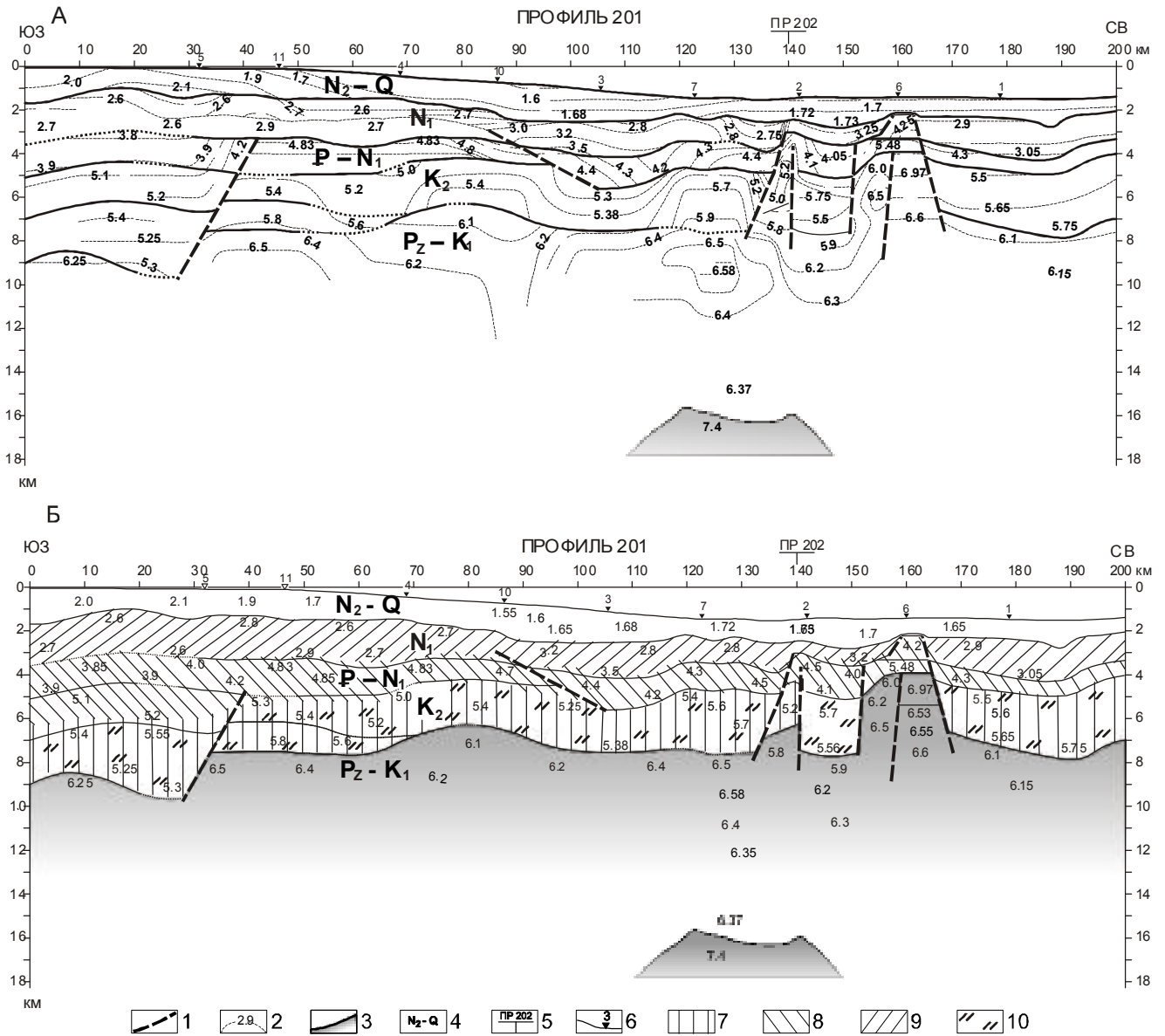


Рис. 2. А. Сводный геофизический разрез по профилю 201. Б. Основные катагенетические зоны осадочного чехла по геолого-геофизическому разрезу профиля 201.

1 – разломы; 2 – изолинии сейсмических скоростей и их значения; 3 – сейсмические границы; 4 – возраст слоев; 5 – пересечение профилей; 6 – пункты постановки донных станций; 7 – главная зона газообразования; 8 – главная зона нефтеобразования; 9 – главная зона аккумуляции углеводородов; 10 – глинисто-кремнистый комплекс.

плавления вещества, обнаруженном на глубине порядка 25 км. Наблюдаемые здесь высокие значения теплового потока [2, 3, 25], обнаруженные скоростные аномалии, наиболее вероятно, обусловлены внутрикоровым внедрением верхнемантийных образований.

Самый нижний слой, выделенный по сейсмическим характеристикам, прослеживается на глубине более 7 км. Он обладает максимальной мощностью, от 8 км и выше, и включает в себе широкий диапа-

зон скоростных значений (от 5.9 до 6.9 км/с). Граничные скорости вблизи поверхности 5.9–6.1 км/с оптимально соответствуют кровле консолидированного фундамента, который, по мнению многих исследователей [8, 9, 11, 17, 30], представлен гетерогенным комплексом вулканогенно-осадочных, сильно метаморфизированных образований допозднемелового возраста. Вышезалегающие отложения осадочного чехла, представляющие наибольший интерес при решении нефтепоисковых задач, по мощности варь-

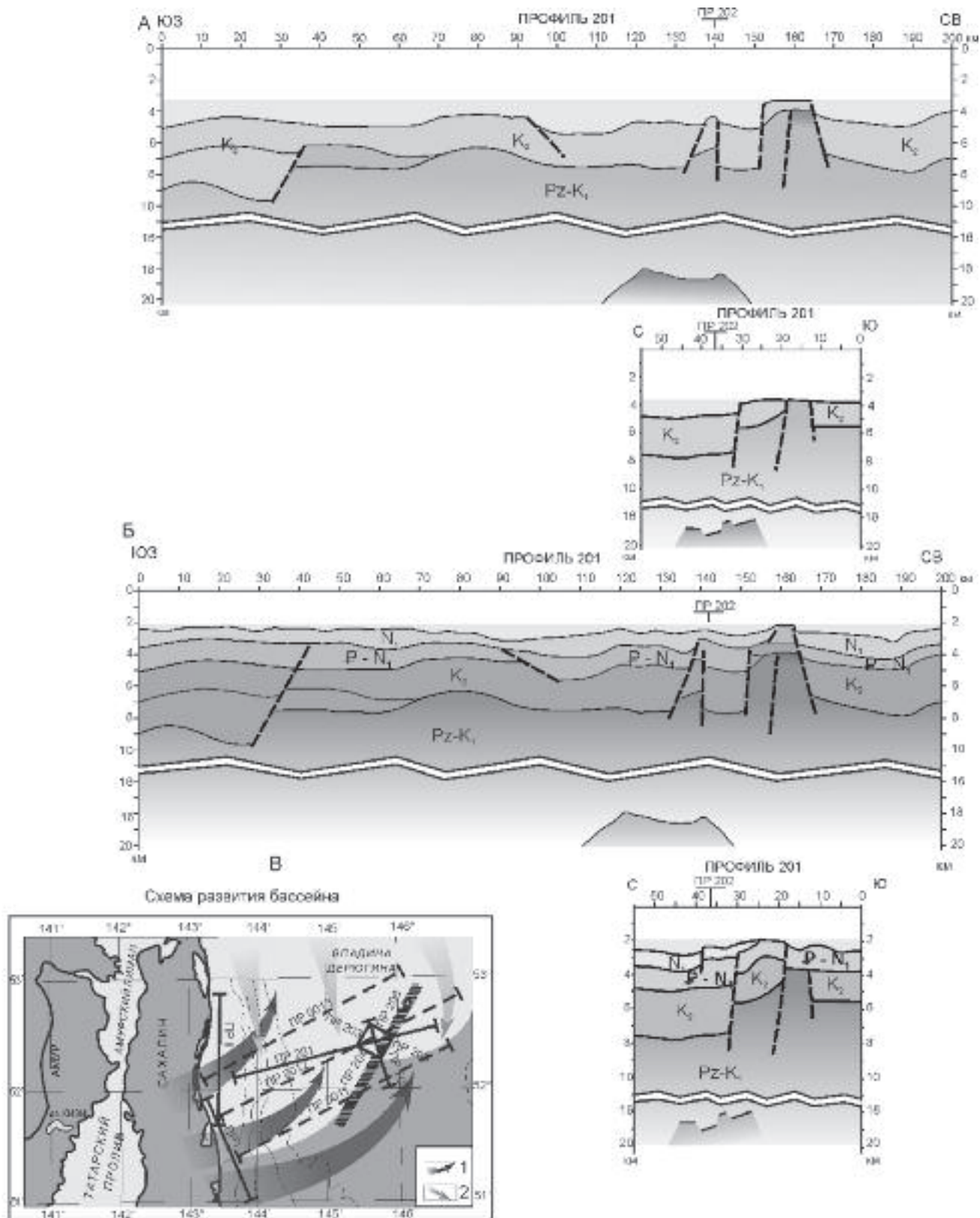


Рис. 3. Этапы эволюции коры Дерюгинского бассейна и направление сноса осадочного материала.

А. 3-й этап развития (граница позднего мела K₂ – раннего палеогена P₁). Б. 5-й этап развития (средний миоцен N₁² – начало плиоцена N₂¹). Условные обозначения на рис. 2. Уровень моря для каждого этапа развития показан затемненным фоном. В. Направление сноса осадочного материала. 1 – в мелу – палеогене; 2 – в квартере.

ируют от 9.5 км (в пределах сахалинского шельфа) до 5.5 км (на его восточном склоне). По скоростным параметрам здесь выделено четыре слоя. Нижний, с относительно выдержанной мощностью порядка 3 км километров, характеризуется скоростными значениями в интервале 5.4–5.6 км/с, величина которых при сопоставлении с эффективными сейсмогеологическими моделями восточного побережья Сахалина наиболее соответствует верхнемеловым образованиям. Выше по разрезу залегает слой мощностью от 1 км в центральной части впадины Дерюгина до 0.6 км – на ее восточном фланге. Здесь отмечается незначительный диапазон скоростей (4.3–4.4 км/с), которые по своим значениям позволяют отнести отложения этой толщи к образованиям палеоген-ранне-неогенового возраста. Покрывающий слой, второй сверху, мощностью от 1.2 до 2 км характеризуется повышенной дисперсией скоростей: от 2.5 км/с в его верхней части до 3.5 км/с – вблизи основания. Эти скоростные параметры хорошо коррелируются с осадочными отложениями нижнего неогена, вскрытыми скважинами разведочного бурения на прилегающем сахалинском шельфе. Венчает осадочный разрез низкоскоростной слой ($V=1.5-1.6$ км/сек) с выдержанной мощностью около 1 км. По скоростным характеристикам и материалам разведочного бурения на прилегающем шельфе его можно уверенно отнести к образованиям плиоцен-четвертичного возраста.

В процессе комплексной интерпретации была обнаружена и закартирована ранее неизвестная структура, представляющая собой систему протяженных линейно-вытянутых поднятий горстового типа, обрамляющая впадину Дерюгина на ее юго-восточном фланге – Дерюгинский горст (рис. 1). Данное геологическое образование оказалось весьма удачным объектом для изучения тектонических процессов в районе. Обнаружение в структурах этого горста нескольких уровней абрадированных поверхностей (эрозионных срезов, сформированных волновой абразией), принадлежащих различным по возрасту породным комплексам, позволило установить основные периоды его тектонической активности (время поднятия структур выше уровня моря) [2, 3]. Это послужило основой для составления схемы геологического развития исследуемого района во временном диапазоне от мела до четвертичного периода. По характерным особенностям проявления тектонической деятельности в эволюции коры Дерюгинского бассейна выделено шесть этапов геологического развития, основные из которых представлены на рис. 3А, Б.

Первый этап затрагивает период от палеозоя до окончания раннего мела. По всей видимости, его следует отнести к океанической стадии геологического

развития Охотоморского региона [20, 21, 29]. За это время сформировался нижний консолидированный слой коры мощностью более 8 км (нижняя толща, рис. 3А). В районе современного положения бровки континентального склона отмечаются первые признаки тектонической деятельности, которая, судя по конфигурации преломляющей границы кровли нижнемеловых образований (ПК 0-35, ПР 201), может быть связана с аккреционными процессами, происходившими в регионе, согласно утверждению [29], в данное геологическое время.

На втором этапе, охватывающем поздний мел, развитие бассейна происходило в морских условиях и в относительно спокойной тектонической обстановке. За этот период времени сформировался комплекс отложений мощностью до трех километров (верхний слой, рис. 3А).

На третьем этапе (рис. 3А), относящемся к границе позднего мела–раннего палеогена, наблюдается вторая и наиболее активная фаза тектонической деятельности, которая, согласно [20, 21, 29], характеризуется переходом от океанического к континентальному тектоническому режиму. На участке современного юго-восточного обрамления впадины Дерюгина данная фаза проявилась в виде субвертикальных поднятий блоков коры вдоль разломов на высоту до 4 км (ПР 201, ПК 140-165; ПР 202, ПК 10-30). При этом вершины некоторых блоков поднялись выше уровня моря и подверглись волновой эрозии, о чем свидетельствует значительное уменьшение мощности, а иногда и полное отсутствие верхнемеловых отложений в их сводовой части (ПР 202, ПК 10-15). По-видимому, тектонические процессы сопровождались внутрикоровым внедрением верхнемантийного материала под блоковыми поднятиями (ПР 201, ПК 110-150; ПР 202, ПК 20-5). В результате этих геологических событий на данном участке была заложена основа будущего Дерюгинского горста.

В несколько иной форме тектоническая деятельность в это же время проявилась на центральном и западном участках района. Характер разрывных нарушений, наблюдаемых вблизи современного положения бровки континентального склона и его подножия, свидетельствует о преобладании сбросовых подвижек, обусловленных механизмами растяжения коры (ПР 201, ПК 30-40; ПК 95-100). В то же время, геометрия преломляющих границ в районе современного положения сахалинского шельфа (ПР 201, ПК 0-30) дает основание говорить о влиянии на их формирование процессов конвергенции, с которыми, по данным [10], связано образование в это геологическое время Восточно-Сахалинской вулканической дуги, междуговых и преддуговых прогибов.

Четвертый этап охватывает период от позднего палеоцена до среднего миоцена. В относительно спокойной тектонической обстановке происходило плавное опускание земной коры бассейна и формирование осадочного чехла морских отложений мощностью до 2 км (второй сверху слой на рис. 3Б). При этом за пределами впадины Дерюгина, восточнее склонов горстового поднятия, осадкообразование происходило в более замедленном темпе, о чем свидетельствует приблизительно двукратное уменьшение мощности палеоген-нижнеогеновых отложений на восточном окончании профиля 201 (ПК 165-200). Уменьшение скорости осадконакопления в данном районе, очевидно, связано с влиянием структур Дерюгинского поднятия, которые служили частичным препятствием для переноса терригенного материала в более удаленную в восточном направлении область акватории. В южной части исследуемой акватории эти структуры не оказывали влияния на процессы осадконакопления, поскольку мощность палеоген-нижнеогеновых отложений здесь (ПР 202, ПК 0-20) примерно такая же, как во впадине Дерюгина (ПР 201, ПК 0-150; ПР 202, ПК 30-60). Из этого следует, что перенос осадков в данное геологическое время происходил преимущественно в восточном направлении, а источник сноса находился западнее района исследований.

Пятый этап (рис. 3Б) – средний миоцен – начало плиоцена – происходит повторное поднятие структур Дерюгинского горста выше уровня моря. Об этом свидетельствуют отсутствие нижнеогеновых отложений в сводовой части Дерюгинского горста и их плавное воздымание с постепенным выклиниванием на его склонах (ПР 201, ПК 155-165; ПР 202, ПК 20-40). Следует отметить, что данная фаза тектонической деятельности привела к полному перекрытию доступа осадочного материала в южный район акватории (отсутствие нижнеогеновых отложений южнее Дерюгинского горста, ПР 202, ПК 0-20, ПР 202). В то же время, на участке, прилегающем к восточному обрамлению впадины, отмеченные тектонические процессы практически не повлияли на характер осадконакопления (ПР 201, ПК 160-200). Такое резкое изменение в процессах осадкообразования за пределами южного и восточного бортов впадины Дерюгина, вероятно, можно объяснить только изменением направления перемещения взвешенного осадочного материала с восточного на юго-восточное.

В целом тектоническая деятельность данного этапа хорошо увязывается со среднемиоценовой структурной перестройкой, приведшей к смене тектонического режима во всех бассейнах Охотоморского региона [29].

Шестой этап (рис. 2А) включает плиоцен-плейстоценовый период. Он характеризуется постепенным опусканием региона, сопровождающимся формированием осадочного чехла современных морских отложений по всей акватории. На фоне общего плавного проседания абиссальной части бассейна структуры Дерюгинского горста претерпевают незначительные вертикальные поднятия, что отражается в повышении рельефа дна над его сводами.

На основании вышеизложенного можно заключить, что морфоструктурное формирование восточного сегмента впадины Дерюгина началось в раннем кайнозое путем ее отчленения от остального бассейна Дерюгинским горстом. Данное заключение имеет существенное значение, поскольку сам процесс образования этой структуры существенно повлиял на условия осадкообразования в различных районах исследуемой акватории.

Схема развития осадочного чехла, построенная на основе представленной модели геологической эволюции, показана на рис. 3В. Как следует из этой модели, заполнение бассейна до начала миоцена происходило в восточном направлении (темные стрелки). По-видимому, основным поставщиком материала в это время являлась мощная водная артерия (прото-Амур), выносящая взвешенный материал в районе оз. Кизи. Для транспортировки осадков в акваторию впадины Дерюгина в это время еще не существовало естественного препятствия на месте современного положения о. Сахалин. В течение указанного периода палеоген-миоценовые отложения примерно равномерно заполнили акваторию впадины Дерюгина и за ее южным обрамлением (южнее Дерюгинского горста). Однако на восточном удалении за пределы впадины формирование осадочного чехла осуществлялось менее интенсивно, поскольку структуры Дерюгинского поднятия в это время уже служили частичным препятствием для транспортировки терригенного материала в более удаленные от источника сноса районы.

Совершенно иная картина в развитии бассейна наблюдается после среднемиоценовой структурной перестройки, кардинально изменившей, в частности, тектоническую обстановку на западном обрамлении Охотоморского региона. Интенсивная тектоно-вулканическая деятельность на северном окончании Сихотэ-Алиня, перекрывшая устье прото-Амура в районе оз. Кизи (рис. 3В), и переместившая его в район современного местонахождения (Амурский лиман), а также последующее поднятие структур (сахалинская фаза складчатости) привели к удалению источника сноса на северо-запад и, соответственно, изменили направление пе-

реноса осадков в районе исследуемой акватории. Доказательством этому являются особенности распределения нижнеэоценовых осадков в пределах впадины Дерюгина и за ее южным и восточным обрамлениями. На разрезах профилей субширотного (ПР 201) и субмеридионального (ПР 202) простираний (рис. 3Б) отчетливо видно, что заполнившие акваторию впадины миоценовые осадки с такой же мощностью отложились за ее восточными пределами (ПР 201, ПК 170-200), куда они проникли, очевидно, огибая структуры Дерюгинского горста с северо-востока (светлые стрелки, рис. 3В). Однако за пределы южного обрамления впадины эти осадки не проникали (ПР 201, ПК 0-20; рис. 3Б), поскольку структуры Дерюгинского горста, возвышавшиеся в то время выше уровня моря, служили естественным препятствием. Другими словами, начиная с середины миоцена, накопление осадков происходит в юго-восточной части бассейна.

Развитие верхнего плиоцен-плейстоценового осадочного комплекса (рис. 2А) происходило относительно равномерно по всему региону, так как в это время вершина Дерюгинского горстового поднятия погрузилась на глубину до 2 км и уже не оказывала существенного влияния на процессы седиментации.

ПРЕДВАРИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА НЕФТЕГАЗОНОСНОСТИ

С позиции перспектив нефтегазоносности наибольший интерес, несомненно, представляет район акватории, охватывающий южную часть впадины Дерюгина и ее западное обрамление, переходящее в склон сахалинского шельфа. Прежде всего, это объясняется сходным строением разреза осадочного чехла данного района с тем, который был установлен в результате ранее проведенных аналогичных исследований МПВ на нефтегазоносном сахалинском шельфе (рис. 4А).

При сопоставлении разрезов обоих районов становится очевидным, что общие структурные особенности, характер залегания слоев, последовательность их напластования, мощность и скоростные значения являются во многом идентичными. Очевидно, это обстоятельство объясняется приблизительно одинаковыми геологическими условиями развития осадочного чехла обоих районов, основную роль в развитии которого сыграл вынос взвешенного материала Амурской речной артерии. Полученные данные предоставляют возможность провести определенную оценку нефтегеологических характеристик в исследуемом регионе.

Как показывает опыт нефтепоисковых работ в Сахалино-Охотском бассейне [7], узловыми момен-

тами при решении нефтегеологических задач являются определения: а) общей мощности осадочных отложений; б) объема глубоководных кремнистых образований; в) объема основных катагенетических зон (нефти и газогенерации, оптимального нефтегазонакопления).

Результаты опытно-экспериментальных сейсмических работ, выполненных на сахалинском шельфе, показывают, что эти задачи вполне успешно решаются методом преломленных волн. Поэтому апробированная на сахалинском шельфе методика анализа сейсмических материалов и выделения в сейсмическом разрезе главных катагенетических зон генерации и аккумуляции углеводородов [15, 31] используется нами для решения этих же задач в Дерюгинском бассейне. В качестве основы для геологической интерпретации полученных разрезов нами используется тот же график соотношения степени катагенеза отложений (отражающих способностей (R %) витринита) и скоростных характеристик (рис. 4Б), который применялся при решении нефтегеологических задач на сахалинском шельфе [15]. С учетом этой информации полученные сейсмические разрезы интерпретируются следующим образом (рис. 2Б):

1. За основание осадочной толщи (поверхность консолидированного фундамента) принимается преломляющая граница с $V = 5.9-6.3$ км/с.

2. Комплекс глубоководных глинисто-кремнистых вулканогенно-осадочных образований определяется скоростными значениями 5.2–6.0 км/с. Его мощность на сахалинском шельфе и во впадине Дерюгина примерно одинакова и изменяется от 2.0 до 3.3 км.

3. Главная зона газообразования, согласно приведенного графика, соответствует скоростным значениям выше 5.5 км/с. На разрезах она, практически, совпадает с толщиной глинисто-кремнистых образований и стратиграфически приурочена к верхнемеловым отложениям.

4. Главная зона нефтеобразования определяется скоростным интервалом 3.5–5.2 км/с, в пределах впадины представлена, главным образом, палеоген-нижнеэоценовыми отложениями, но на Сахалинском шельфе захватывает также значительную область верхнемелового комплекса.

5. Главная зона аккумуляции углеводородов (зона оптимального нефтегазонакопления) выделена нами в скоростном диапазоне 2.5–4.0 км/с. На сейсмических разрезах она расположена в верхней части осадочного комплекса и, в основном, приурочена к миоценовым отложениям. В пределах впадины Дерюгина мощность нефтегазоаккумулирующей зоны варьирует от 1.0 до 1.5 км, а за ее пределами (южнее Дерюгинского горста) полностью отсутствует.

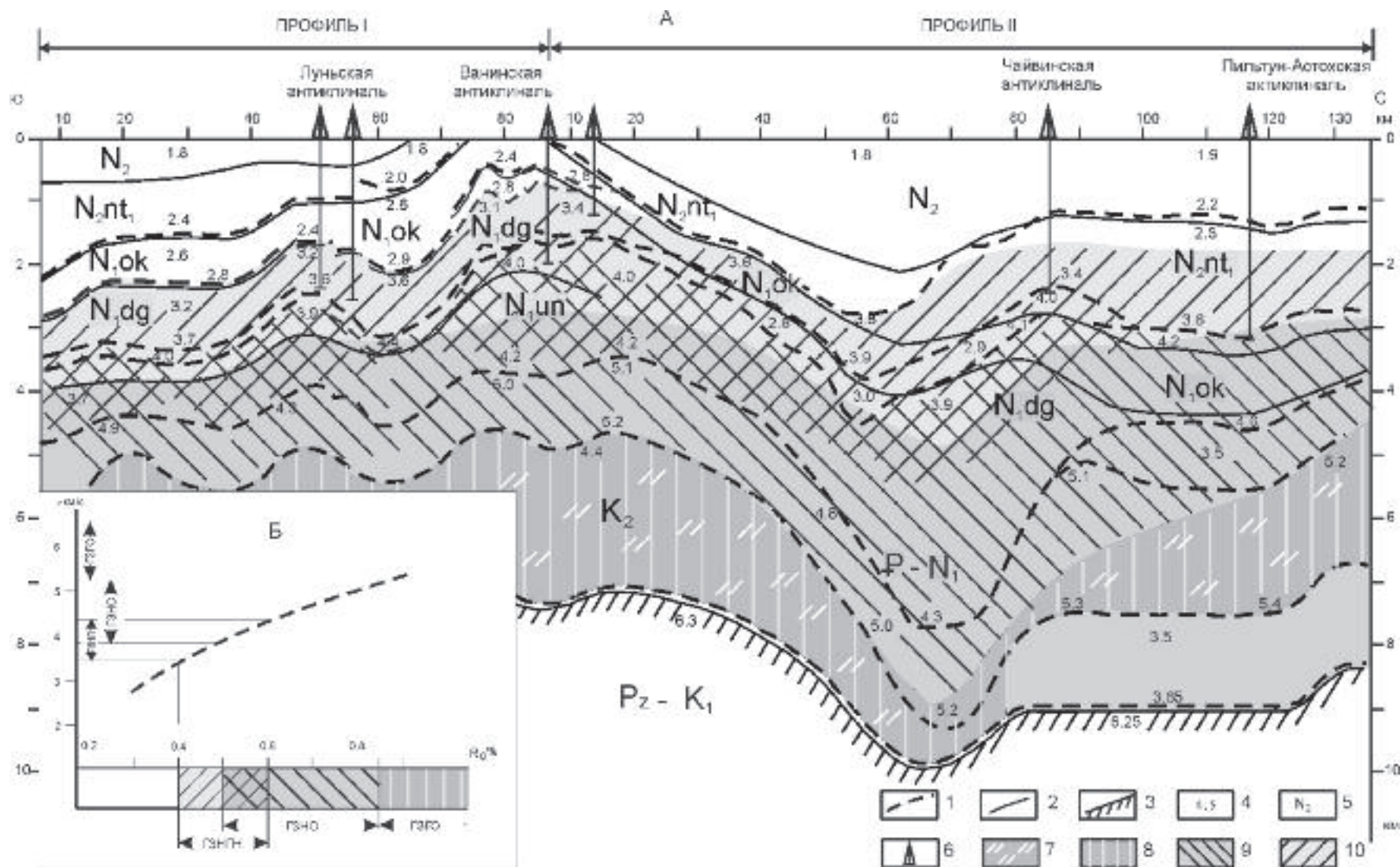


Рис. 4. А. Геолого-геофизический разрез по профилям МПВ на северо-восточном шельфе Сахалина.

1 – преломляющие сейсмические границы, 2 – отражающие сейсмические границы, 3 – поверхность консолидированного фундамента, 4 – значения сейсмических скоростей, 5 – возраст слоев, 6 – буровые скважины, 7 – глинисто-кремнистый комплекс, 8 – главная зона газообразования, 9 – главная зона нефтеобразования, 10 – главная зона аккумуляции углеводородов. Затемненным фоном обозначены зоны катагенеза.

Б. График зависимости скорости преломленных сейсмических волн от степени катагенеза и отражающей способности витринита ($R_0\%$).

ГЗНГН – главная зона нефтегазоаккумуляции, ГЗНО – главная зона нефтеобразования, ГЗГО – главная зона газообразования.

Таким образом, в осадочном чехле исследуемого района выделены основные генерационно-аккумуляционные комплексы, необходимые для образования и накопления углеводородов. При этом наиболее благоприятное, в плане нефтегазоносности, сочетание этих комплексов наблюдается в тех же регионах, которые уже были отмечены как перспективные на содержание углеводородов – осадочный чехол абиссальной части впадины Дерюгина и прилегающий участок континентального склона. Выделенные здесь зоны оптимального нефтегазообразования и нефтегазоаккумуляции по основным параметрам (глубина залегания, время образования, характер взаимодействия, мощность и скоростные значения) наиболее соответствуют тем, которые были установлены в осадочном чехле нефтегазоносного шельфа Сахалина.

Несмотря на то, что в пределах юго-восточной части впадины Дерюгина наблюдается некоторое уменьшение мощностей (на 0.5–0.6 км) нефтегазоматеринских и флюидоаккумулирующих слоев, мы полагаем, что углеводородный потенциал данного района достаточно высок и сопоставим с таковым на прилегающем шельфе. В пользу этого свидетельствуют повышенные значения теплового потока в ложе впадины, который может служить дополнительным катализатором, способствующим генерации углеводородов.

Повышенный тепловой поток, несомненно, обусловлен присутствием под впадиной астеносферного диапира с потенциальным плавлением вещества. Согласно [19], астеносферные диапиры представляют собой каналы, по которым горячие мантийные флюиды, несущие продукты дегазации мантии, проникают в осадочные бассейны, обеспечивая преобразование органического материала, и являются дополнительным источником углеводородов. Согласно выводам авторов [27], предельный прогнозируемый ресурс (ППР) Дерюгинского бассейна оценивается в 62 млрд тонн условного топлива. Основываясь на приведенных результатах исследований, мы считаем, что его следует увеличить, приблизив к запасам Северо-Сахалинского бассейна, ППР которого, по данным тех же авторов, оценивается в 12.4 млрд тонн.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Аргентов В.В. Результаты экспериментальных исследований методом преломленных волн на северо-восточном шельфе о. Сахалин / В.В. Аргентов, С.К. Биккенина, В.В. Жигулев и др. Препринт. Южно-Сахалинск, 1992. 49 с.
2. Аргентов В.В. Особенности геологического строения впадины Дерюгина по результатам комплексной интерпретации геофизических данных / В.В. Аргентов, В.В. Жигулев, О.В. Веселов и др. // Материалы междунар. науч. симпоз. 24–28 сентября 2002 г., Южно-Сахалинск. “Строение, геодинамика и металлогения Охотского региона и прилегающих частей Северо-Западной Тихоокеанской плиты”. Южно-Сахалинск, 2002. Т. 1. С. 16–22.
3. Аргентов В.В. Особенности геологического строения впадины Дерюгина по результатам комплексной интерпретации геофизических данных / В.В. Аргентов, В.В. Жигулев, О.В. Веселов и др. // Докл. Междунар. науч. симпоз. 24–28 сентября 2002 г., Южно-Сахалинск. “Геодинамика, геология и нефтегазоносность осадочных бассейнов Дальнего Востока России”. Южно-Сахалинск, 2004. Т. 1. С. 120–130.
4. Астахов А.С. и др. Распределение и скорости накопления марганца в донных осадках Охотского моря // Тихоокеан. геология. 2000. Т. 19, № 5. С. 47–60.
5. Астахова Н.В., Нарнов Г.А., Якушева И.Н. Карбонатно-баритовая минерализация во впадине Дерюгина (Охотское море) // Тихоокеан. геология. 1990. № 3. С. 37–42.
6. Биккенина С.К. Строение земной коры южной части Охотского моря по сейсмическим данным / С.К. Биккенина, Г.И. Аносов, В.В. Аргентов, К.Ф. Сергеев. М., 1987. 87 с.
7. Варнавский В.Г., Коблов Э.Г., Буценко Р.Л. и др. Литолого-петрофизические критерии нефтегазоносности. М., 1990. 270 с.
8. Веселов О.В. Структура теплового потока Охотоморского региона // Строение земной коры и перспективы нефтегазоносности в регионах Северо-Западной окраины Тихого океана: Сб. статей. Южно-Сахалинск, 2000. Т. 1. С. 107–129.
9. Гнибиденко Г.С. Тектоника дна окраинных морей Дальнего Востока. М., 1979. 164 с.
10. Гранник В.М. Реконструкция сейсмофокальной зоны Восточно-Сахалинской вулканической палеодуги по распределению редкоземельных элементов // Докл. РАН. 1999. Т. 366. № 1. С. 79–83.
11. Емельянова Т.А., Леликов Е.П., Съедин В.Т., Нарыжный В.И. Геология и особенности вулканизма дна Охотского моря // Тихоокеан. геология. 2003. Т. 22, № 4. С. 3–18.
12. Горбаренко С.А., Ковалюх Н.Н., Одиноква Л.Ю. и др. Верхнечетвертичные осадки Охотского моря и реконструкция палеоокеанологических условий // Тихоокеан. геология. 1988. № 2. С. 25–34.
13. Жильцов А.М. Скорости распространения упругих колебаний в кайнозойских отложениях Южного Сахалина // Земная кора и верхняя мантия Азиатской части Тихоокеанского кольца. Южно-Сахалинск, 1975. С. 101–107 (Тр. СахКНИИ. Вып. 37).
14. Журавлев А.В. Сравнительная характеристика впадин Дерюгина и ТИНРО Охотского моря // Тихоокеан. геология. 1984, № 1. С. 21–27.
15. Кононов В.Э., Сергеев К.Ф., Аргентов В.В. и др. Возможности сейсморазведки МПВ при нефтегазопоисковых исследованиях на северо-восточном шельфе о. Сахалин // Тихоокеан. геология. 1998. Т. 17, № 5. С. 27–38.
16. Кулинич Р.Г., Обжиров А.И. Барит-карбонатная минерализация, аномалии метана и геофизические поля во впадине Дерюгина (Охотское море) // Тихоокеан. геология. 2003. № 4. С. 35–40.
17. Леликов Е.П., Емельянова Т.А., Съедин В.Т. и др. Новые данные по радиоизотопному датированию вулканитов Японского и Охотского морей // Тихоокеан. геология. 2001. Т. 20, № 5. С. 118–122.

18. Лившиц М.Х. Внутренняя структура осадочного комплекса и морфология поверхности складчатого основания присахалинских акваторий по материалам сейсмических исследований // Глубинная структура дальневосточных морей и островных дуг: Материалы первого советско-японского симпозиума в г. Находка в октябре 1970 г. Южно-Сахалинск, 1972. С. 168–175. (Тр. СахКНИИ; № 33).
19. Обжиров А.И., Астахов А.С., Астахова Н.В. Генезис и условия формирования аутигенных карбонатов в четвертичном осадочном чехле района Сахалино-Дерюгинской газовой аномалии (Охотское море) // Океанология. 2000. № 2. С. 280–288.
20. Пущаровский Ю.М., Мелонхолина Е.Н., Разницын Ю.Н. и др. Сравнительная тектоника Берингова, Охотского и Японского морей // Геотектоника. 1977. № 5. С. 83–94.
21. Рихтер А.В. Структура и тектоническое развитие Сахалина в мезозое. М., 1986. 93 с.
22. Родников А.Р., Сергеева Н.А., Забаринская Л.П. Глубинное строение впадины Дерюгина (Охотское море) // Тихоокеан. геология. 2002. Т. 21, № 4. С. 3–8.
23. Скорикова М.Ф. Упругие свойства горных пород южной части Сахалина и их использование в интерпретации геофизических наблюдений. М., 1970. 176 с.
24. Соинов В.В., Веселов О.В., Кочергин А.В. и др. Тепловой поток Северо-Запада Тихого океана // Геофизические поля и моделирование тектоносферы. Южно-Сахалинск, 1977. С. 14–20. (Геодинамика тектоносферы зоны сочленения Тихого океана с Евразией. Т. III).
25. Соинов В.В., Соловьев В.Н., Власенко В.И., Сальман А.Г. и др. Тепловые потоки через дно впадины Дерюгина Охотского моря // Теоретические и экспериментальные исследования по геотермике морей и океанов. М., 1984. С. 63–66.
26. Суворов А.А. Глубинное строение земной коры Южно-Охотского сектора по сейсмическим данным. Новосибирск, 1975. 103 с.
27. Тектоника и углеводородный потенциал Охотского моря / Отв. ред. К.Ф. Сергеев. Владивосток. 2004. 159 с.
28. Туезов И.К. Литосфера Азиатско-Тихоокеанской зоны перехода. Новосибирск, 1975. 232 с.
29. Харахинов В.В., Туезов И.К., Бабошина В.А. и др. Структура и динамика литосферы и астеносферы Охотоморского региона. М., 1996. 338 с.
30. Чуйко Л.С. Комплексные региональные геофизические исследования в Охотском море // Отчет по объекту 11/86, трест “Дальморнефтегеофизика”. Южно-Сахалинск, 1988. 217 с.
31. Argentov V.V., Bikkenina S.K., Kononov V.A., Sergeev K.F., Zhigulev V.V., Zhiltsov A.G. / Possibility of seismic prospecting by refraction method for oil and gas exploration, North-East Sakhalin shelf // Geol. Pacific Ocean. 2000. V. 15. P. 931 A.G. 950.

Рекомендована к печати П.Г. Кулиничем

V.V. Zigulyov, V.E. Kononov, B.V. Levin

Geological structure of the sedimentary cover, and evaluation of oil-and-gas potential of the Deryugin basin (Sea of Okhotsk)

Results of interpretation of the refraction seismic survey materials obtained by the Institute of Marine Geology and Geophysics in the Deryugin basin southern part are cited. The geological-geophysical model is given, and a scheme of the sedimentary cover evolution of the study area (Late Cretaceous - Pleistocene) is offered. The data testify to a high hydrocarbon potential comparable to the adjacent oil- and gas-bearing shelf of northeastern Sakhalin.

Key words: seismic refraction method, seismic survey, hydrocarbon potential, oil- and gas-bearing shelf, Deryugin basin, Sea of Okhotsk.