

УДК 552.57+552.5(470.21)

ПОЛУОСТРОВ РЫБАЧИЙ (БАРЕНЦЕВО МОРЕ): НОВЫЕ ДАННЫЕ О ТЕКТОНИКЕ И ПЕРСПЕКТИВАХ НЕФТЕГАЗОНОСНОСТИ РИФЕЙСКИХ ОТЛОЖЕНИЙ ПРИБРЕЖНОЙ ЗОНЫ КОЛЬСКОГО ПОЛУОСТРОВА© 2002 г. *А.П. Симонов, Д.М. Губерман, Ю.Н. Яковлев, П.П. Снетко, Р.Г. Берзин, А.К. Сулейманов, Ю.Н. Андрющенко, Н.Г. Заможная**ФГУ ГНПП «Спецгеофизика», пос. Поварово Московской обл.**НПЦ «Кольская сверхглубокая», г. Заполярный Мурманской обл.*

Представлено академиком В.Е. Хаиным 10.09.2001 г.

Поступило 17.09.2001 г.

Тимано-Варангерская система байкалид, являющаяся северо-восточным обрамлением Русской плиты, протягивается более чем на 1500 км от Полюдова Камня на стыке Тимана и Урала до п-ова Варангер на севере Балтийского щита. Фланговые продолжения системы скрыты под тектоническими покровами скандинавских каледонид (на северо-западе) и надвигами герцинид Урала (на юго-востоке). Складчатый комплекс системы видимой мощностью более 13-15 км представлен слабометаморфизованными (не выше зеленосланцевой фации) терригенно-карбонатными отложениями среднего(?)-верхнего рифея. Образования комплекса, погребенные под отложениями осадочного чехла Печорской и Баренцевоморской эпибайкальских плит, обнажаются на п-овах Рыбачий и Варангер, в нескольких выступах прибрежной зоны Кольского п-ова, на п-ове Канин и в ряде районов Тимана. Повсеместно на размытой поверхности складчатых образований рифея залегают платформенные отложения венда и палеозоя, что позволяет датировать возраст основных деформаций системы как довендский, т.е. байкальский [Хаин, 1979; Милановский, 1987].

Краевой шов Тимано-Варангерской системы байкалид прослеживается вдоль юго-западного склона Тимана, далее в море - вдоль побережья Кольского п-ова, затем на суше - между п-овами Средний и Рыбачий, далее вновь на п-ове Варангер - в виде разлома Тролльфьорд-Комагельв. По геофизическим данным, этот шов имеет характер крупного пологого надвига, по которому рифейские метаморфические комплексы байкалид на десятки километров надвинуты на свои платформенные аналоги области перикратонного опускания Русской плиты [Хаин, 1979; Гафаров и Прозоров, 1982; Ерошов и др., 1974].

Несмотря на высокую степень сейсмической изученности Кольско-Канинского шельфа

(около 10 тыс. пог. км МОВ ОГТ - в 80-е годы, более 10 тыс. пог. км - во второй половине 90-х годов), нерешенными здесь остаются несколько проблем. Наиболее принципиальной из них является проблема тектонического строения прибрежной зоны Кольского п-ова в связи с возможным продолжением в ее пределы Предтиманского прогиба [Симонов и др., 1999]. По данным аэромагнитных исследований [Гафаров и Прозоров, 1982; Ерошов и др., 1974], Предтиманский прогиб протягивается вдоль побережья Кольского п-ова вплоть до п-ова Рыбачий (рис. 1, врезка); по данным морских сейсморазведочных работ МОВ ОГТ [Крылов и Попова, 1993; Тектоническая карта..., 1996], рифейские грабены в основании этого прогиба вырываются в северной части Мезенской синеклизы, не продолжаясь далее пролива Воронка горла Белого моря (рис. 1, линия профиля VI).

Краевой шов Тимано-Варангерской системы байкалид расположен так близко к береговой линии Кольского п-ова, что оказался в своеобразной «транзитной» зоне, которая в силу этих объективных причин осталась практически неизученной как сухопутными, так и морскими сейсмическими работами. Поэтому п-ов Рыбачий является единственным участком на северном побережье Кольского п-ова, где имеется возможность решения упоминавшихся выше проблем (рис. 2).

Летом 2000 г. по заданию КПП по Мурманской области на п-овах Средний и Рыбачий выполнены регионально-зональные сейсморазведочные работы МОВ ОГТ (75 пог. км), связанные в «транзитной» зоне окончания опорных геофизических профилей 1-ЕВ и 1-АР. Исследования проводили в комплексе с высокоточными гравиметрическими наблюдениями (исполнитель работ - ФГУ ГНПП «Спецгеофизика»).

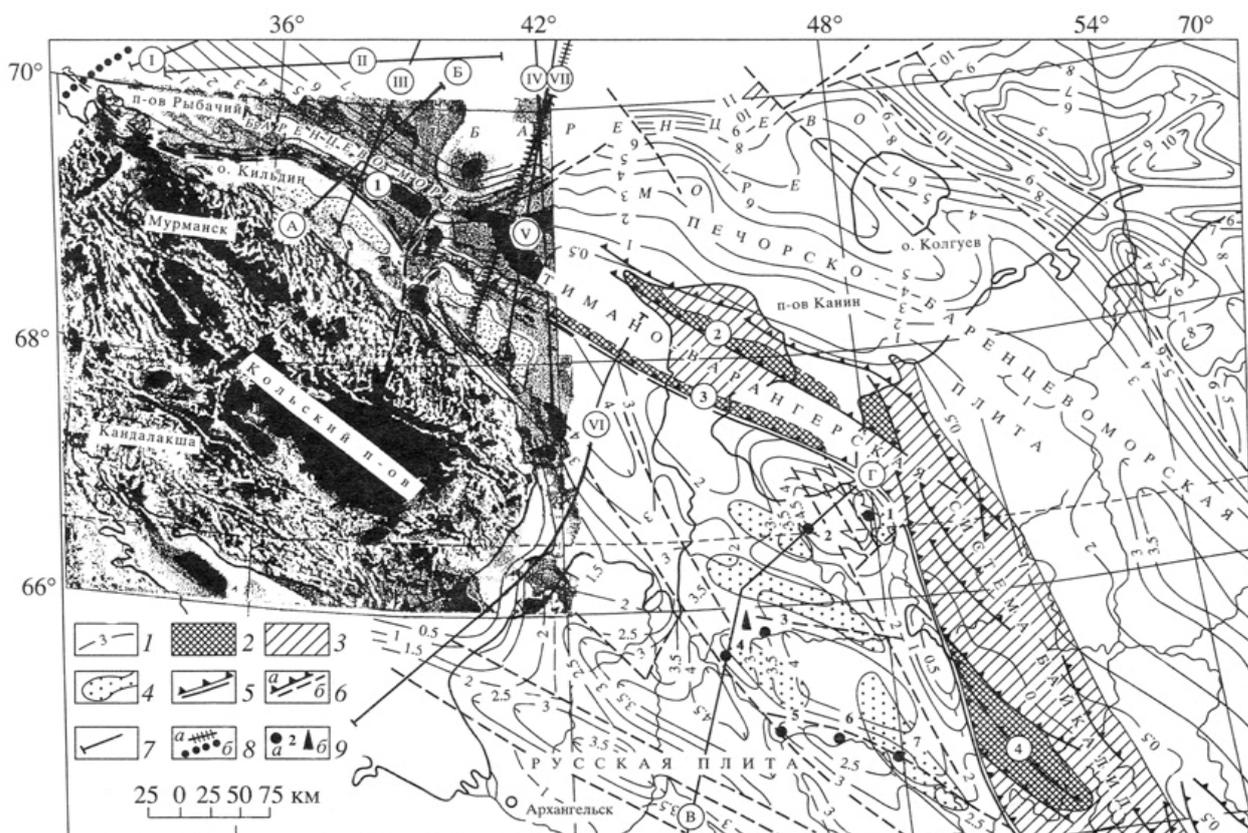


Рис. 1. Схема мощности осадочного чехла шельфа южной части Баренцева моря, смежных частей Тимано-Печорской и Русской плит [5]. 1 – изогипсы горизонта VII (PR₃₋₃) в кровле байкальского фундамента Печорско-Баренцево-морской плиты (Дараган-Сущева, 1991; материалы ФГУП “Севморнефтегеофизика”, 80-е годы), изогипсы кровли карельского фундамента (AR-PR₁₋₂) Русской плиты (Кузнецов, 1982); 2 – выступы складчатого комплекса Тимано-Варангерской системы байкалид (арабские цифры в кружках): 1 – Семиостровский выступ, 2 – Канинский вал, 3 – горст Мысов Лудоватых, 4 – Четлаский Камень; 3, 4 – элементы районирования магнитного поля (Дедеев, Запорожцева, 1985; материалы ГУП “Петербургская геофизическая экспедиция”, 1997 г.): зона отрицательного магнитного поля Тимано-Варангерской системы байкалид, осложненного узкими локальными аномалиями (3), положительные интенсивные аномалии магнитного поля Предтиманского прогиба и его морского продолжения (4); 5 – краевой шов Тимано-Варангерской системы байкалид; 6 – надвиги (а), прочие разломы (б); 7 – линии региональных сейсмических профилей МОВ ОГТ; 8 – линии сейсмических профилей ШГСП в двухсудовом варианте (а), с донными станциями (б); 9 – параметрические скважины (после названия – глубина и возраст пород на забое): а – законченные бурением в 70-х годах (1 – Нижняя Пеша, 1–4003 м, V; 2 – Ома – 1–3618 м, R₃; 3 – Сафоново, 1–2893 м, R₃; 4 – Усть-Няфта, 1–3803 м, R₃; 5 – Лешуконская, 1–352 м, R₃; 6 – Ценогора, 1–2797 м, AR-PR₁; 7 – Койнас, 1–2973 м, R₃), б – законченные бурением в 2001 г. (Средняя Няфта, 23–4300 м, R₃). На врезке – карта аномального магнитного поля Кольского п-ова и акватории Баренцева моря (материалы ГУП “Петербургская геофизическая экспедиция”, 1997 г.).

Цель работ - изучение региональной структуры складчато-надвигового пояса Тимано-Варангерской системы байкалид, выяснение положения и взаимоотношения различных серий рифейских отложений, выявление перспективных нефтегазопромысловых объектов в рифейских отложениях подна-двиговой зоны п-ова Рыбачий. Сейсморазведочные работы выполняли по методике вибросейсмических исследований с использованием 200-канальной регистрирующей системы Input/Output-2 и группы из пяти виброисточников СВ-10-180 с пиковым давлением на грунт 50 т. Граничные частоты управляющего сигнала (свип-сигнала) 12-70 Гц, длительность свип-сигнала 12 с, длительность полезной записи 6 с. Гравиметрические наблю-

дения вдоль профилей МОВ ОГТ проводили с шагом 200 м и точностью измерений 0.03-0.05 мГал.

В результате исследований установлено следующее (рис. 3).

1. По данным МОВ ОГТ, блок рифейских отложений п-ова Средний отделен от архейских кристаллических пород Мурманского блока зоной аномально сложной геометрии отражающих площадок, которая соответствует известному «линеamentу Карпинского». По этому разлому архейский кристаллический фундамент Ф ($V_r = 6.2-6.3$ км/с) ступенями погружается до глубины 8-12 км в пределах п-ова Средний и далее до глубины 16-18 км в пределах п-ова Рыбачий. Таким образом, в пределах района работ выделяется грабенообразная структура,

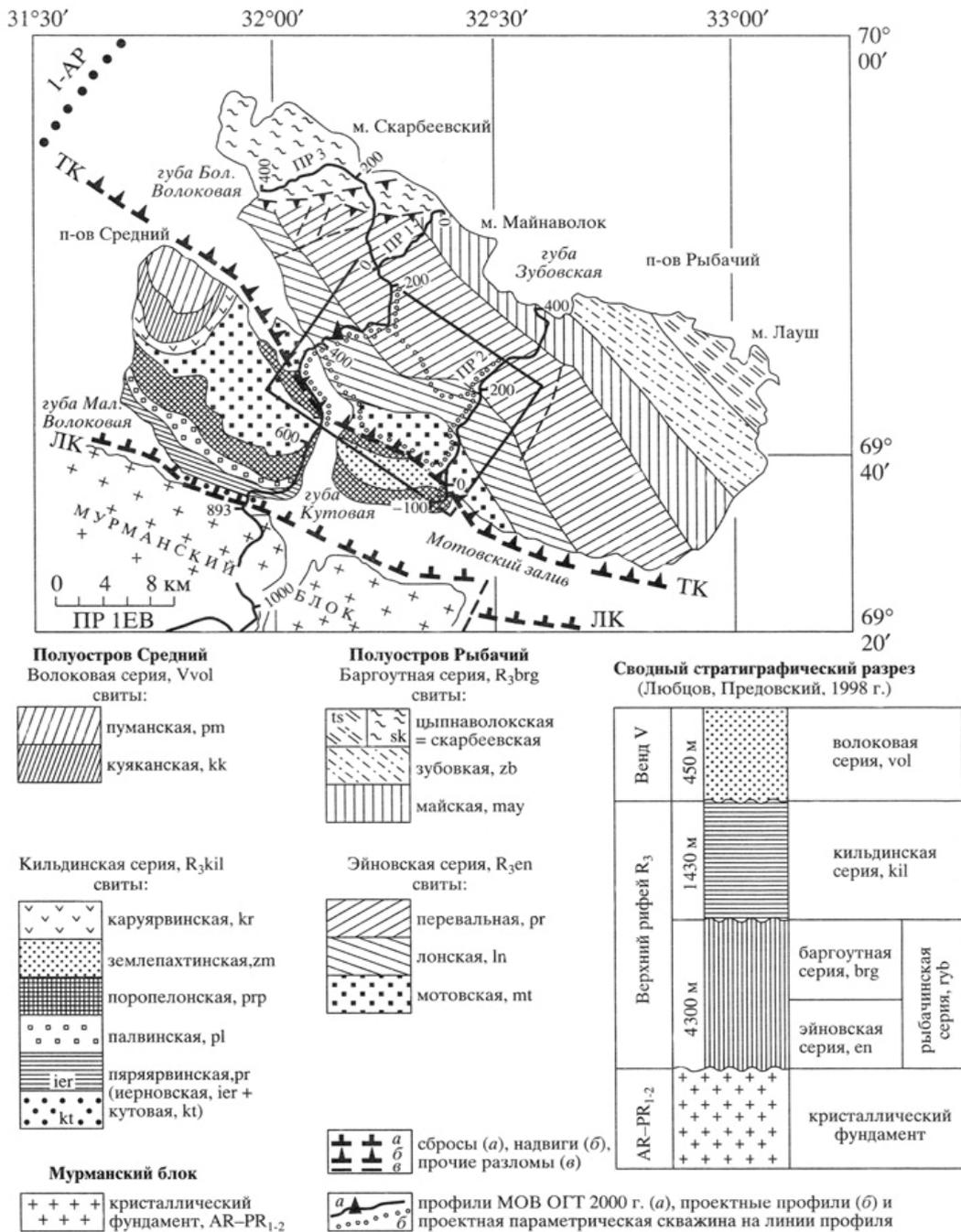


Рис. 2. Полуострова Средний и Рыбачий: геологическая карта и схема расположения сейсмических профилей МОВ ОГТ. Геологическая карта по [8], схема корреляции и сводный стратиграфический разрез по [9]. Прямоугольником выделен участок постановки дополнительных сейсморазведочных работ МОВ ОГТ в комплексе с электроразведкой МТЗ. ЛК – линеймент Карпинского, ТК – разлом Трольфельд–Комагелъ, 1-АР – фрагмент геотраверса 1-АР.

которая в тектоническом отношении может принадлежать южному борту протерозойского палеорифта (авлакогена).

Этот вывод не противоречит данным геотраверса 1-АР [Верба и др., 1998; Matveev et al., 2001] и профиля ШГСП-II [Поселов и др., 1995], результатам сейсмогравитационного моделирования материалов КМПВ [Козленко и др., 1995] и новейшим данным МОВ ОГТ [Берзин и др., 2000], в совокупности свидетельствующим о развитии в прибрежной зоне Кольского п-ова и на севере Мезенской синеклизы палеорифтовой

структуры, в заполнении которой участвуют не только рифейские, но и нижнепротерозойские формации суммарной мощностью не менее 15-18 км.

2. По данным МОВ ОГТ, рифейские блоки п-овов Средний и Рыбачий разделены надвигом, по которому сейсмически более однородный комплекс пород п-ова Рыбачий надвинут на слоистые отложения п-ова Средний. Эта модель тектонического строения согласована с новейшим вариантом корреляции рифейских отложений [Любцов и Предовский, 1998] (см.

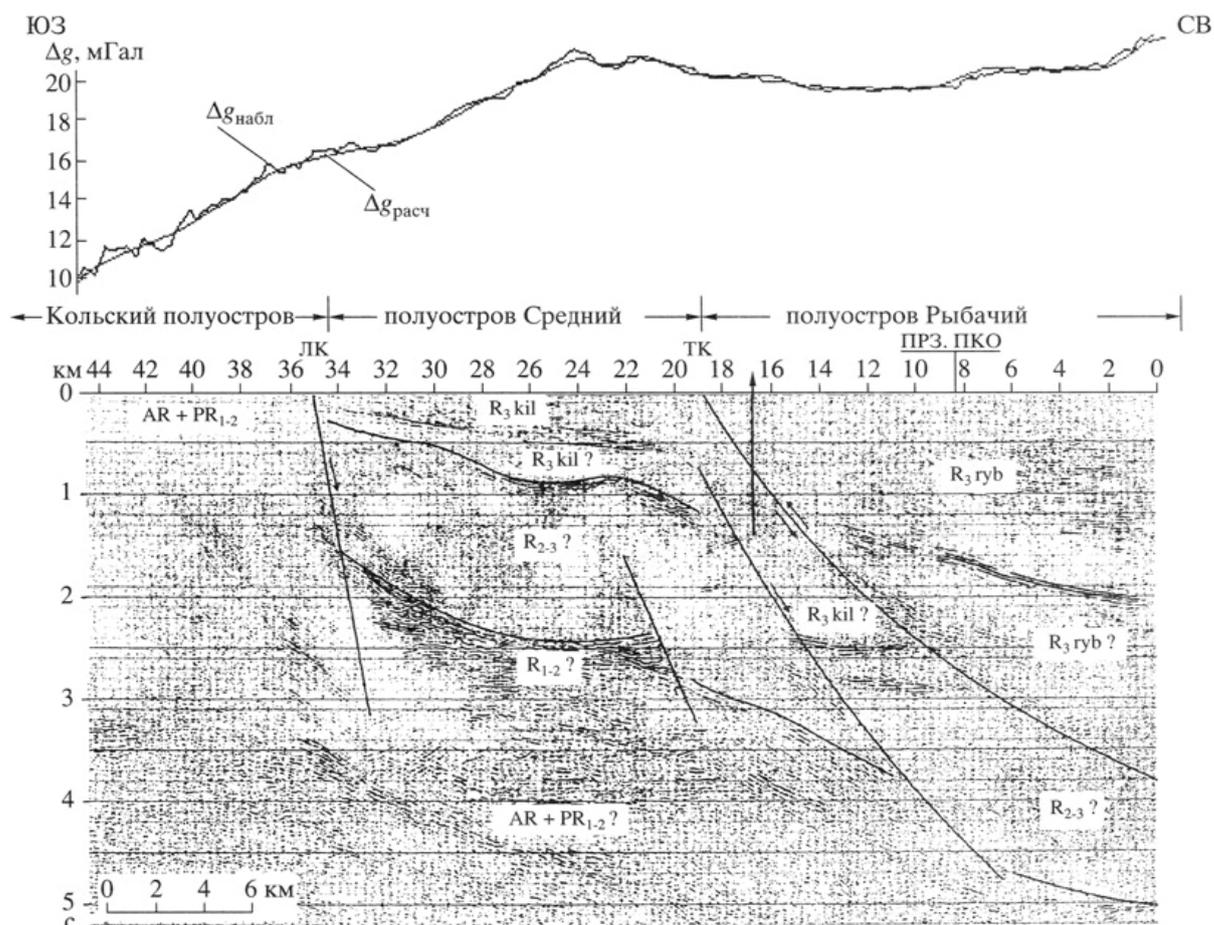


Рис. 3. Полуострова Средний и Рыбачий: сейсмогеологический разрез по линии профиля МОВ ОГТ 1 и проектная параметрическая скважина на линии профиля (материалы ГНПП "Спецгеофизика", 2000 г.). ЛК – линиямент Карпинского, ТК – разлом Тролльфьорд–Комагелъв.

сводный стратиграфический разрез на рис. 2), вслед за [Полканов, 1934] допускающим надвигание более древней рыбабинской (эйновская + баргоутная) серии п-ова Рыбачий на сравнительно молодые отложения кильдинской и волоковской серий п-ова Средний. Профили МОВ ОГТ не пересекли поле развития отложений волоковской серии, относящихся к постбайкальскому циклу седиментации, поэтому возможность присутствия их в поднадвиговой зоне п-ова Рыбачий остается проблематичной. Данные МОВ ОГТ подтверждают представления [Симонов и др., 1999] о надвиговом строении Кольско-Канинской моноклинали, в поднадвиговой зоне которой может находиться морское продолжение Предтиманского прогиба, протягивающегося вдоль побережья Кольского п-ова и выполненного мощной толщей рифейских отложений (см. рис. 1).

3. По результатам моделирования плотностного разреза (программа SIGMA), блок более плотных пород п-ова Рыбачий ($\rho = 2.73-2.84 \text{ г/см}^3$) надвинут на блок менее плотных пород п-ова Средний ($\rho = 2.64-2.72 \text{ г/см}^3$). В этом

случае локальный гравитационный минимум в центральной части п-ова Рыбачий может быть обусловлен как развитием менее плотных отложений кильдинской (возможно, и волоковской) серии, так и повышенной их трещиноватостью или тектонической расслоенностью в поднадвиговой зоне п-ова Рыбачий. Корректность плотностной модели района работ подтверждается результатами гармонических преобразований магнитного и гравитационного полей (программа PANGEA), на разрезах которых выделяются все рассмотренные выше структурно-тектонические элементы разреза.

4. По данным анализа вертикальных спектров скоростей, пластовые скорости в разрезе п-ова Средний изменяются в пределах 5.0-5.2 км/с, в разрезе п-ова Рыбачий - в пределах 5.4-6.0 км/с. С одной стороны, такой диапазон скоростей характерен для карбонатных пород, а с другой - может быть обусловлен широким развитием в разрезе грубозернистых кварцевых песчаников, гравелитов и конгломератов. Несмотря на сравнительно высокие значения пластовых скоростей, жесткая зависимость их от

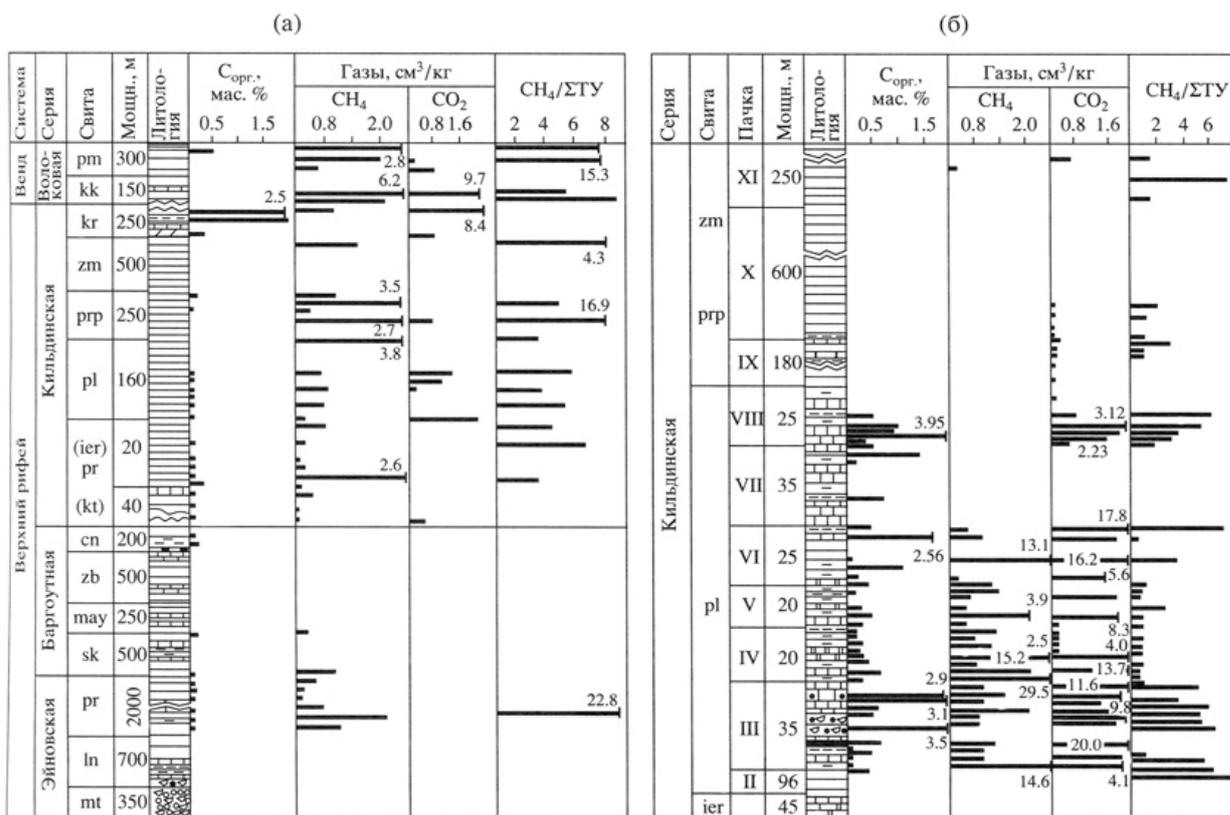


Рис. 4. Стратиграфическая колонка, распределение C_{орг} и углеводородных газов в разрезах рифейских отложений п-овов Средний, Рыбачий (а) и о. Кильдин (б). По [8], с изменениями [9], касающимися корреляции различных серий рифейских отложений.

глубины и небольшой разброс наблюдаемых значений от осредненной кривой свидетельствуют о том, что эта толща отложений однородна по составу и не утратила способности к уплотнению, что несвойственно глубоко метаморфизованным породам.

5. Геолого-геофизическая модель района работ (см. рис. 2, 3) согласована с региональной моделью Тимано-Варангерской системы байкалид (см. рис. 1), в строении которой определяющую роль играют надвиги, направленные в сторону Русской плиты. Еще в 70-80-х годах эта зона байкальской складчатости по стилю дислокаций, степени метаморфизма пород и характеру аномального магнитного поля подразделялась на внешнюю, прилегающую к Русской плите, и внутреннюю подзоны. В качестве границы между подзонами рассматривался Предтиманский краевой шов, который в Предтиманье, на п-овах Рыбачий и Варангер представлен серией разломов взбросово-надвигового типа [Хаин, 1979; Гафаров и Прозоров, 1982; Ершов и др., 1974]. Таким образом, являясь пограничной структурой, Тимано-Варангерская система байкалид включает в себя краевые элементы как Русской плиты (магнитный максимум Предтиманского прогиба и его морского продолжения в прибрежной зоне

Кольского п-ова), так и Печорско-Баренцевоморской плиты (магнитный минимум Тимана, прилегающей к нему Ижма-Печорской моноклинали и ее морского продолжения - Кольско-Канинской моноклинали).

6. Модель надвигового строения п-ова Рыбачий вполне удовлетворяет необходимым условиям для аккумуляции и сохранения залежей углеводородов в поднадвиговой зоне полуострова, зона разуплотнения (повышенной трещиноватости или тектонической расслоенности) в которой находится на технически доступных для бурения глубинах до 4-5 км. Весьма симптоматично, что более древний и плотный блок рыбачинской серии тектонически экранирует отложения кильдинской (возможно, и волоковской) серии, которые в поднадвиговой зоне п-ова Рыбачий характеризуются дефицитом плотности, а на поверхности (в пределах п-ова Средний, о. Кильдин и прибрежной зоны Кольского п-ова) - максимальными концентрациями углеводородных газов (рис. 4).

По составу тяжелых углеводородов (ТУ) и величине коэффициента CH₄/ΣТУ (от 2.4 до 40.0) эти газы ничем не отличаются от газов обычных газоконденсатных и газонефтяных месторождений фанерозоя (от 2.5 до 57.0). На основании этих данных был сделан вывод о

том, что в рифейских отложениях п-овов Рыбачий, Средний и о. Кильдин могут содержаться газообразные углеводороды, по составу аналогичные газам газоконденсатных и газонефтяных месторождений фанерозоя [Митрофанов и др., 1996]. В 80-х годах аналогичный факт был установлен для водной среды и толщи донных осадков прибрежной зоны Кольского п-ова, соответствующей полосе развития пород рифейских серий и зоне выклинивания на поверхности этих серий палеозойских отложений [Симонов и др., 1999].

Таким образом, в результате сейсморазведочных работ МОВ ОГТ на п-ове Рыбачий получены принципиально новые данные, подтвердившие положения ряда концептуальных моделей тектонического строения северо-восточной окраины Русской плиты. По результатам исследований составлена геолого-геофизическая модель района работ, согласованная с представлениями о надвиговом строении п-ова Рыбачий и Кольско-Канинской моноклинали [Полканов, 1934; Симонов и др., 1999]. В региональном плане эта модель согласована с выводом о том, что Тимано-Варангерская система байкалид представляет собой рифтогенную континентальную окраину Русской плиты (по [Милановский, 1987], авлакогеосинклиналь), в процессе байкальской складчатости трансформированную в краевую складчато-надвиговую систему. По [Симонов и др., 1999], эта трансформация явилась следствием закрытия Палеоазиатского океана, разделявшего

го в рифее Русскую, Сибирскую и Северо-Китайскую плиты (кратоны). Результаты работ подтвердили необходимость бурения параметрической скважины на п-ове Рыбачий и целесообразность постановки морских сейсморазведочных работ МОВ ОГТ для изучения тектоники и нефтегазоносности рифейских отложений прибрежной зоны Кольского п-ова [Симонов и др., 1999; Митрофанов и др., 1996]. Глубина скважины составит 4-5 км. После проходки в надвинутом козырьке отложений рыбачинской серии скважина в интервале глубин от 1 до 3 км должна будет пересечь плоскость надвига, а затем последовательно вскрыты отложения волоковой(?) и кильдинской серий, которые на поверхности эрозионного среза отличаются аномально высокими содержаниям углеводородных газов. Для локализации нефтегазопроисковых объектов в поднадвиговой зоне п-ова Рыбачий и выбора места заложения параметрической скважины необходима постановка дополнительных сейсморазведочных работ МОВ ОГТ в комплексе с электроразведочными работами МТЗ.

С учетом обнадеживающих результатов нефтегазопроисковых работ на севере Мезенской синеклизы создание новой ресурсной базы углеводородного сырья в европейской части России будет иметь чрезвычайно важное значение для решения топливно-энергетических проблем всего Северо-Западного экономического региона Российской Федерации.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Хаин В.Е. Региональная геотектоника: (Тектоника и сейсмостратиграфия). Мурманск, Внеальпийская Европа и Западная Азия. М.: Недра, 1979. 359 с.
2. Милановский Е.Е. Рифтогенез в истории Земли: (Рифтогенез в подвижных поясах). М.: Недра. 1987. 297 с.
3. Гафаров Р.А., Прозоров Ю.И. // Бюллетень МОИП. Отд. геол. 1982. Т. 57. № 1. С. 40-50.
4. Ершов Ю.П., Красильщиков А.А., Волк В.Э., Шимараев В.Н. Геотектонические предпосылки к поискам полезных ископаемых на шельфе Баренцева моря. Л.: НИИГА, 1974. С. 34-50.
5. Симонов А.П., Губерман Д.М., Яковлев Ю.Н. и др. Нефтегазовая геология на рубеже веков: Прогноз, поиски, разведка и освоение месторождений: Докл. юбилейной конф. 19-22 октября 1999. Т. 1. Фундаментальные проблемы нефтяной геологии. СПб., 1999. С. 133-148.
6. Крылов Р.И., Попова Л.А. Осадочный чехол Западно-Арктической метаплатформы:
7. Тектоническая карта Баренцева моря и северной части Европейской России. 1:2 500 000 / Под ред. Н.А. Богданова, В.Е. Хаина. М.: ПКО «Картография», 1996.
8. Митрофанов Ф.П., Любцов В.В., Предовский А.А., Припачкин В.А. // Геология и геофизика. 1996. Т. 37. № 6. С. 125-135.
9. Любцов В.В., Предовский А.А. // Стратиграфия. Геол. корреляция. 1998. Т. 6. № 3. С. 17-28.
10. Верба М.Л., Сакулина Т.С., Телегин А.Н. и др. Сейсмогеологическая модель литосферы Северной Европы: Баренц. регион. Апатиты: КНЦ РАН, 1998. Ч. 2. С. 40-81.
11. Matveev Yu.A., Telegin A.N., Sakulina T.S. et al. Exploration and Production Operations in Difficult and Sensitive Areas: Abstrs Poster Presentations of VNIGRI/AAPG Reg. Conf. 15-18 July 2001. St. Petersburg, 2001. P. 5-12.

12. Поселов В.А., Павленкин А.Д., Дарган-Суцова Л.А., Буценко В.В. // Геофизика. 1995. № 2. С. 55-61.

13. Козленко В.Г., Костюкевич А.С., Койфман Л.И., Кореневич К.А. // Геофиз. журн. 1995. Т. 17. № 5. С. 20-29.

14. Берзин Р.Г., Сулейманов А.К., Андрющенко Ю.Н., Заможняя Н.Г. Перспективы раз-

вития и освоения топливно-энергетической базы Северо-Западного экономического района Российской Федерации: Докл. II междунар. конф. 3-6 июля 2000. СПб., 2000. С. 24-29.

15. Полканов А.А. // Проблемы советской геологии. 1934. Т. 11. №6. С. 201-221.

Ссылка на статью:



Симонов А.П., Губерман Д.М., Яковлев Ю.Н., Снетко П.П., Берзин Р.Г., Сулейманов А.К., Андрющенко Ю.Н., Заможняя Н.Г. **Полуостров Рыбачий (Баренцево море): новые данные о тектонике и перспективах нефтегазоносности рифейских отложений прибрежной зоны Кольского полуострова** // Доклады академии наук. 2002. Т. 384. № 6. С. 795-801.