

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. Заможняя

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 Баренцево-морской эпибайкальских плит, обнажаются на п-овах Рыбачий и Варангер, в нескольких выступах прибрежной зоны Кольского п-ова, на п-ове Каннин 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 [1, 2].

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-Комагелъв. По геофизическим данным, этот шов имеет характер крупного пологого надвига, по которому рифейские метаморфические комплексы байка-

лид системы на десятки километров надвинуты на свои платформенные аналоги области перикратонного опускания Русской плиты [1, 3, 4].

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 [5]. По данным аэромагнитных исследований [3, 4], Предтиманский прогиб протягивается вдоль побережья Кольского п-ова вплоть до п-ова Рыбачий (рис. 1, врезка); по данным морских сейсморазведочных работ МОВ ОГТ [6, 7], рифейские грабены в основании этого прогиба вырождаются 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 упомянутых 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), связавшие 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”).

Федеральное государственное унитарное геологическое научно-исследовательское предприятие по геофизическим работам “Спецгеофизика”, пос. Поварово Московской обл. Научно-производственный центр “Кольская сверхглубокая”, г. Заполярный Мурманской обл.

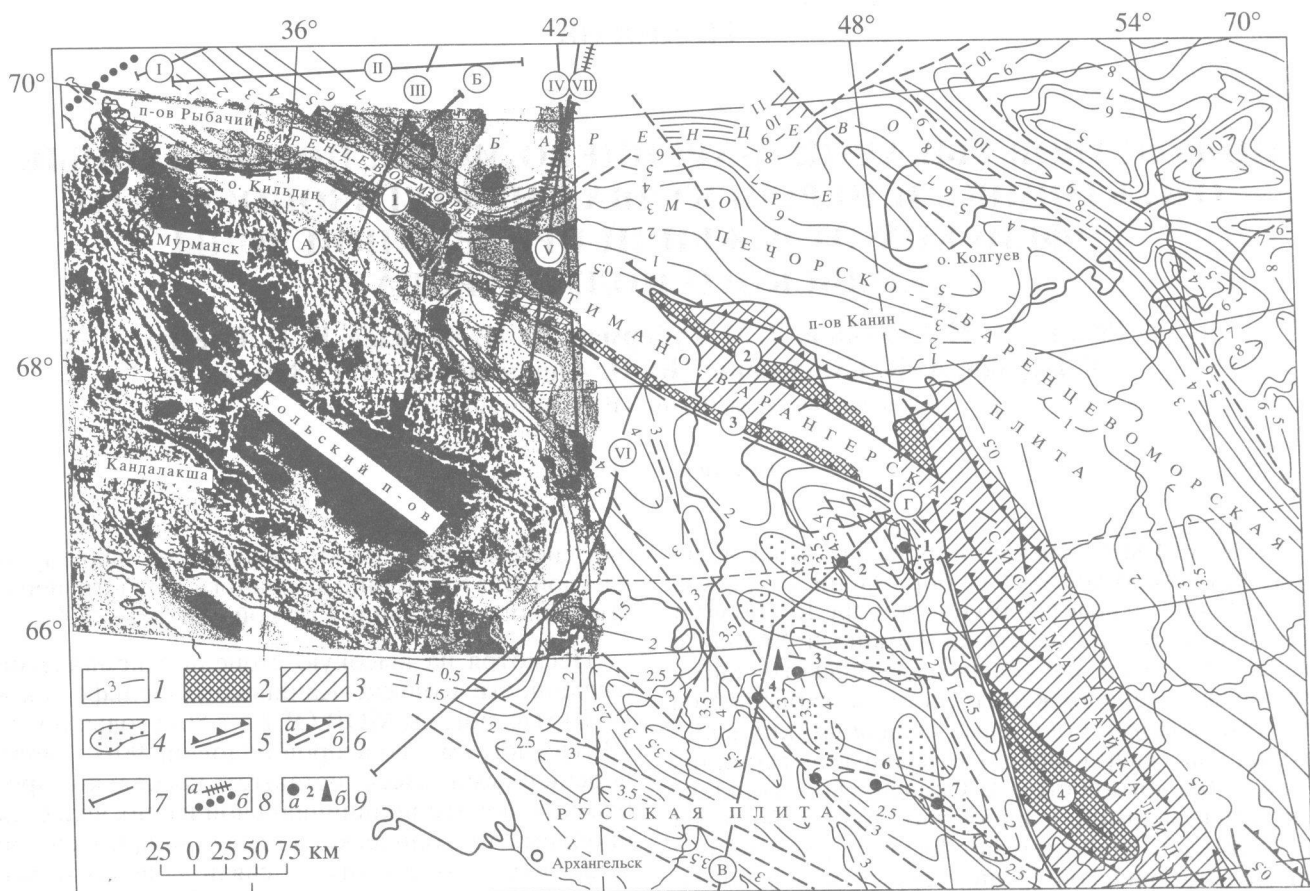


Рис. 1. Схема мощности осадочного чехла шельфа южной части Баренцева моря, смежных частей Тимано-Печорской и Русской плит [5]. 1 – изогипсы горизонта VII (PR₂₋₃) в кровле байкальского фундамента Печорско-Баренцевоморской плиты (Дараган-Сущева, 1991; материалы ФГУП “Севморнефтегеофизика”, 80-е годы), 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 – Четласский 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 – Лешуковская, 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 нефтегазоперспективных объектов в рифейских отложениях поднадвиговой 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 наблюдения 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 зонально аномально сложной геометрии отражающих

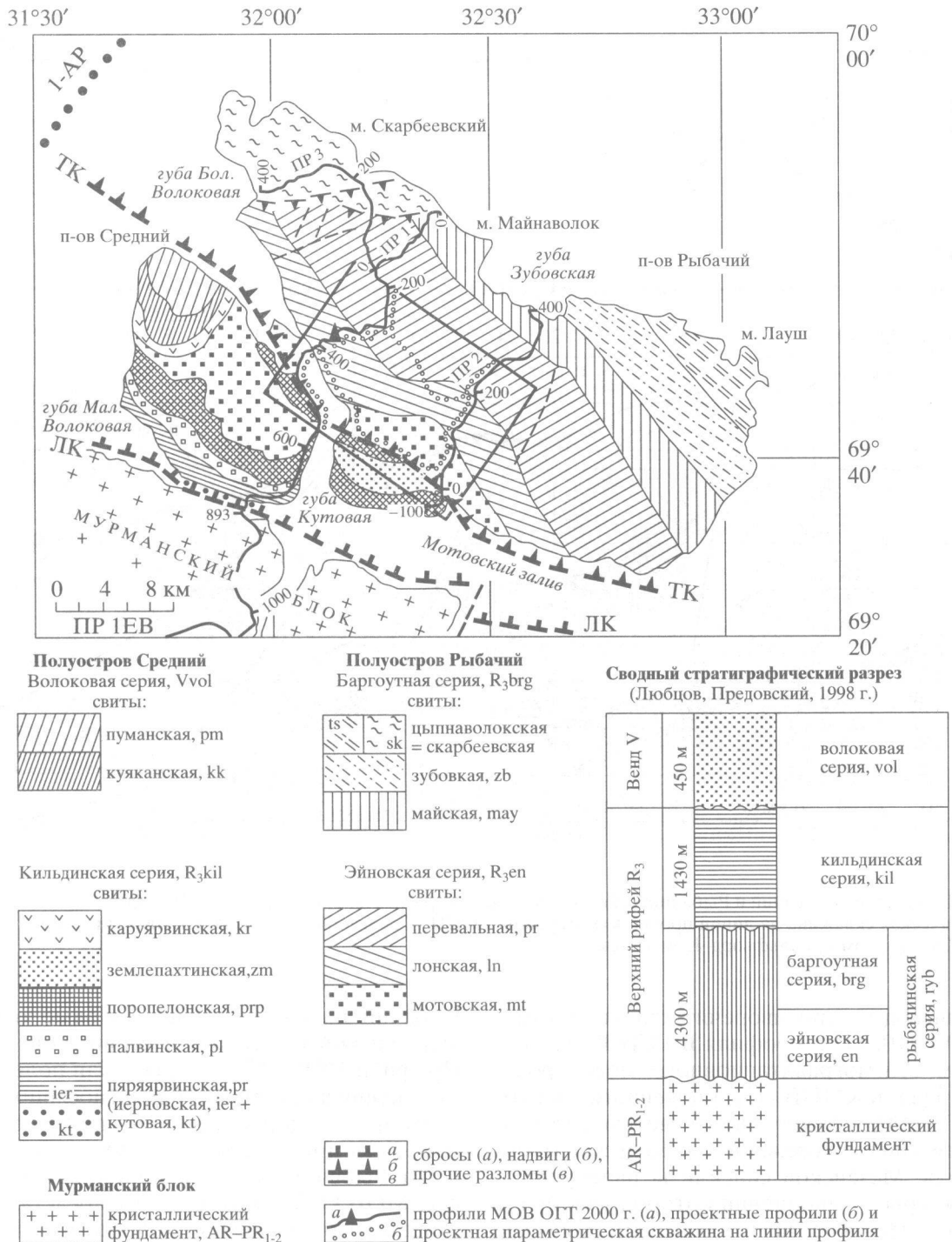


Рис. 2. Полуострова Средний и Рыбачий: геологическая карта и схема расположения сейсмических профилей МОВ ОГТ. Геологическая карта по [8], схема корреляции и сводный стратиграфический разрез по [9]. Прямоугольником выделен участок постановки дополнительных сейсморазведочных работ МОВ ОГТ в комплексе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

площадок, которая соответствует известному “линеamentу Карпинского”. По этому разлому архейский кристаллический фундамент Φ ($V_r = 6.2-6.3$ 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, которая в тектоническом отношении может принадлежать южному борту протерозойского палеорифта (авлакогена).

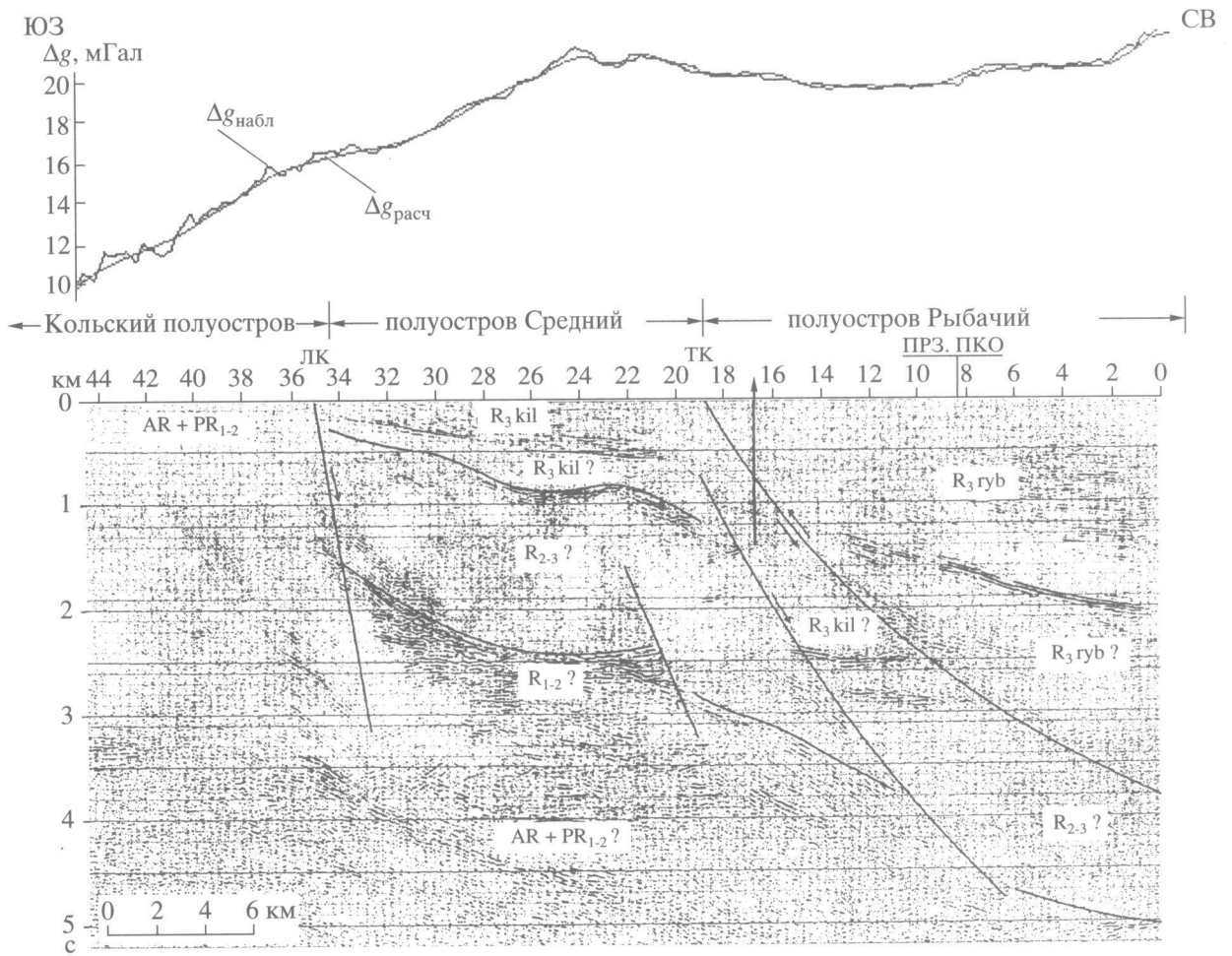


Рис. 3. Полуострова Средний и Рыбачий: сейсмогеологический разрез по линии профиля МОВ ОГТ 1 и проектная параметрическая скважина на линии профиля (материалы ГНПП "Спецгеофизика", 2000 г.). ЛК – линияaments Карпинского, ТК – разлом Тролльфьорд–Комагелльв.

Этот вывод не противоречит данным геотверса 1-АР [10, 11] и профиля ШГСП-II [12], результатам сейсмогравитационного моделирования материалов КМПВ [13] и новейшим данным МОВ ОГТ [14], 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 [9] (см. сводный стратиграфический разрез на рис. 2), вслед за [15] допускающим надвигание более древней рыбачинской (эйновская + баргоутная) серии п-ова

Рыбачий на сравнительно молодые отложения кильдинской и волоковой серий п-ова Средний. Профили МОВ ОГТ не пересекли поле развития отложений волоковой серии, относящихся к постбайкальскому циклу седиментации, поэтому возможность присутствия их в поднадвиговой зоне п-ова Рыбачий остается проблематичной. Данные МОВ ОГТ подтверждают представления [5] 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 ($\rho = 2.73\text{--}2.84 \text{ г/см}^3$) надвинут на блок менее плотных пород п-ова Средний ($\rho = 2.64\text{--}2.72 \text{ г/см}^3$). В этом случае локальный гравитационный минимум в цент-

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 волоковой) 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 $CH_4/\Sigma TU$ (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 [8]. 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 [5].

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 [5, 15]. В региональном плане эта модель согласована с выводом о том, что Тимано-Варангерская система байкалид представляет собой рифтогенную континентальную окраину Русской плиты (по [2], авлакогеосинклиналь), в процессе байкальской складчатости трансформированную в краевую складчатонадвиговую систему. По [5], эта трансформация явилась следствием закрытия Палеоазиатского океана, разделявшего в рифее Русскую, Сибирскую и Северо-Китайскую плиты (кратоны). Результаты работ подтвердили необходимость бу-

рения 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 [5, 8]. 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 вскрыть отложения волоковой(?) и кильдинской серий, которые на поверхности эрозионного среза отличаются аномально высокими содержаниями 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: 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. // Бюл. МОИП. Отд. геол. 1982. Т. 57. № 1. С. 40–50.
4. Еришов 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: (Тектоника и сейсмостратиграфия). Мурманск, 1993. С. 63–68.
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., Дараган-Суцова Л.А., Буценко В.В. // Геофизика. 1995. № 2. С. 55–61.
13. Козленко В.Г., Костюкевич А.С., Койфман Л.И., Корневич К.А. // Геофиз. журн. 1995. Т. 17. № 5. С. 20–29.
14. Берзин Р.Г., Сулейманов А.К., Андрющенко Ю.Н., Заможная Н.Г. Перспективы развития 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. // Пробл. сов. геологии. 1934. Т. 11. № 6. С. 201–221.