



УДК 553.98

СКЛАДЧАТО-НАДВИГОВЫЙ ПОЯС ПРИПОЛЯРНОГО УРАЛА: АКТУАЛИЗИРОВАННАЯ ГЕОЛОГИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ И ПЕРСПЕКТИВЫ КРУПНЫХ ОТКРЫТИЙ

К.О.Соборнов (ООО «Северо-Запад»), **В.Н.Данилов** (филиал ООО «Газпром «Всероссийский научно-исследовательский институт природных газов и газовых технологий»), **П.И.Приймак** (ООО «Тимано-Печорская газовая компания»), **Н.И.Никонов** (ООО «Тимано-Печорский научно-исследовательский центр»)

Региональная интерпретация геолого-геофизических данных позволят существенно уточнить представления о строении и нефтегазоносности складчато-надвигового пояса Приполярного Урала. Новые данные свидетельствуют о значительно более широком развитии покровно-надвиговых деформаций. В разрезе осадочного чехла выделяется региональная поверхность срыва, приуроченная к солям верхнего ордовика. К зоне выклинивания этих солей приурочена гряда Чернышева. На основании уточненной структурной модели прогнозируются новые значительные объекты для поисковых работ на нефть и газ. Крупные ресурсы газа прогнозируются в зоне передовой складчатости Урала. Крупные скопления легкой нефти могут быть обнаружены в пределах сочленения гряды Чернышева и Косью-Роговской впадины. В этой зоне наиболее актуальным является опоскование Поварницкого поднятия, представляющего собой крупнейшую тупиковую ловушку в этой зоне нефтегазоаккумуляции. Интерпретация сейсмических данных показывает широкое развитие карстования в серпуховских отложениях, которые могут служить высокоемкими коллекторами.

Ключевые слова: Приполярный Урал; гряда Чернышева; сейсмическая интерпретация; складчато-надвиговой пояс; нефть; газ.

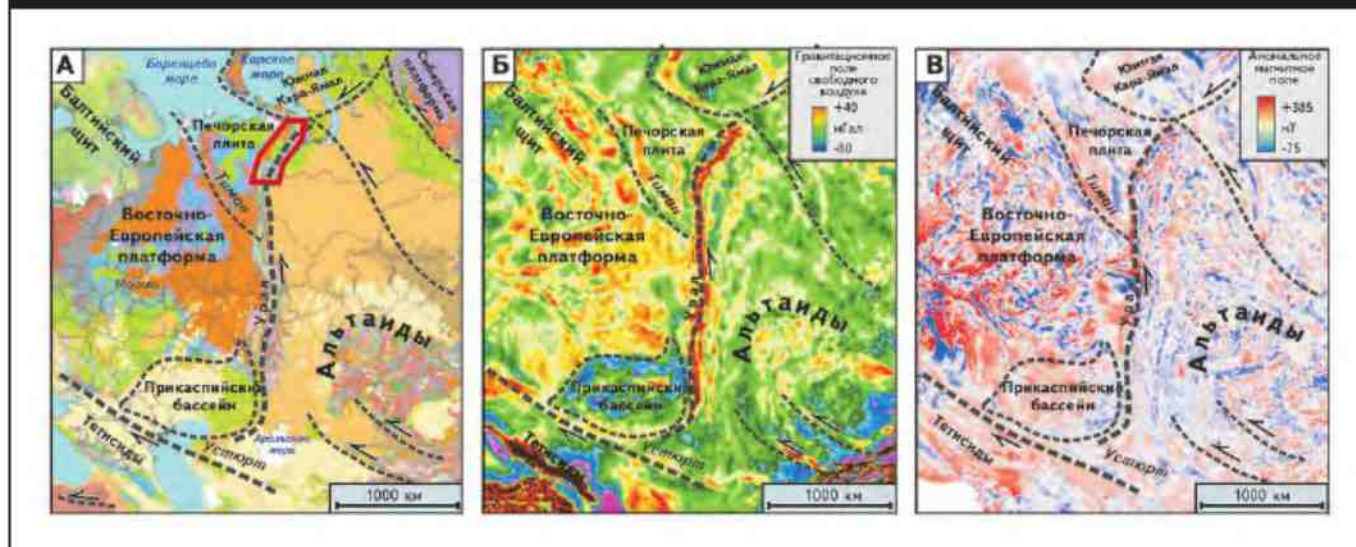
Предуральский прогиб протягивается от Баренцева до Каспийского моря. Его восточная часть интенсивно дислоцирована. Для перикратонной западной части характерно пологое моноклинальное погружение осадочного чехла на восток. В целом Предуральский прогиб представляет собой крупнейшую зону прогибания земной коры, наложенную на восточную окраину Восточно-Европейской платформы. В его состав входят Тимано-Печорский, Волго-Уральский и Прикаспийский бассейны. Эти бассейны обладают огромным нефтегазоносным потенциалом, который в России уступает только Западной Сибири ([1] и др.). Их формирование во многом определялось развитием Уральского океана в палеозое и последующими посторогенными внутриплитными деформациями в раннем мезозое. В современном структурном плане Урал представляет собой важнейшую шовную зону западной Евразии, разделяющую аккреционную систему альтаид от Восточно-Европейской платформы на востоке и присоединившейся к ней в позднем докембрии Печорской плиты на западе (рис. 1).

Богатейший нефтегазоносный потенциал Предуралья обусловлен благоприятным сочетанием основных факторов, определяющих условия формирования нефтегазовых систем. В пределах Предуралья широко развиты зрелые высокопродуктивные нефтематеринские свиты, которые произвели огромные объемы неф-

ти и газа ([2-4] и др.). В отличие от прилегающих платформ, здесь, в более мористых условиях, широко распространены горизонты-покрышки, в том числе и наиболее надежные соленосные. Длительное развитие Предуральского прогиба, сопровождавшееся проявлением различных геодинамических и седиментационных условий, привело к формированию самых разнообразных типов ловушек. Они залегают в большом диапазоне глубин, их стратиграфическая принадлежность изменяется от раннего палеозоя до юры. Наличие в пределах Предуралья уникальных месторождений, таких как Оренбургское и Вуктыльское, свидетельствует о благоприятных условиях нефтегазоаккумуляции. Крупные ресурсы УВ-сырья, кроме нефти и газа, могут быть представлены битуминозными сланцами.

Сложность геологического строения и многообразие типов залежей нефти и газа в Предуралье затрудняли быстрое освоение его нефтегазового потенциала. Технические средства геолого-разведочных работ, которые применялись в 50-80-х гг. прошлого столетия, во многих случаях не соответствовали сложности стоящих перед геологами поисковых задач. Это не позволяло «тиражировать» крупные открытия, так как это происходило в геологически более равномерных и предсказуемых условиях плитного чехла Западной Сибири. Следствием этого явилась продолжительная «консервация» нефтегазоносного потенциала Предуралья. Современ-

Рис. 1. СХЕМА ОСНОВНЫХ СТРУКТУРНЫХ ЗОН ЗАПАДНОЙ ЕВРАЗИИ



На основе: А – геологической карты, Б – карты гравитационного поля в свободном воздухе, В – аномального магнитного поля

ные представления о закономерностях нефтегазоносности складчатых поясов в совокупности с новыми техническими средствами дают основание прогнозировать высокую вероятность успешного освоения этого потенциала и создание на этой основе новых центров добычи нефти и газа в Предуралье.

Строение и нефтегазоносность пояса надвигов Приполярного Урала

Одним из наиболее перспективных районов для наращивания ресурсной базы добычи нефти и газа является складчатый пояс Приполярного Урала (рис. 2). Он представляет собой обширный (более 70 тыс. км²) и относительно слабоизученный район складчатого Предуралья, инфраструктурно связанный с крупными рынками потребления энергоресурсов. Современные представления о строении и нефтегазоносности этого региона рассмотрены в работах ряда исследователей, в том числе А.И.Антошкиной, В.И.Богацкого, Б.П.Богданова, К.Г.Войновского-Кригера, В.Н.Данилова, В.А.Дедеева, Б.Я.Дембовского, В.А.Жемчужовой, Н.А.Малышева, Н.И.Никонова, Н.И.Тимолина, М.А.Шишкина, В.В.Юдина и др.

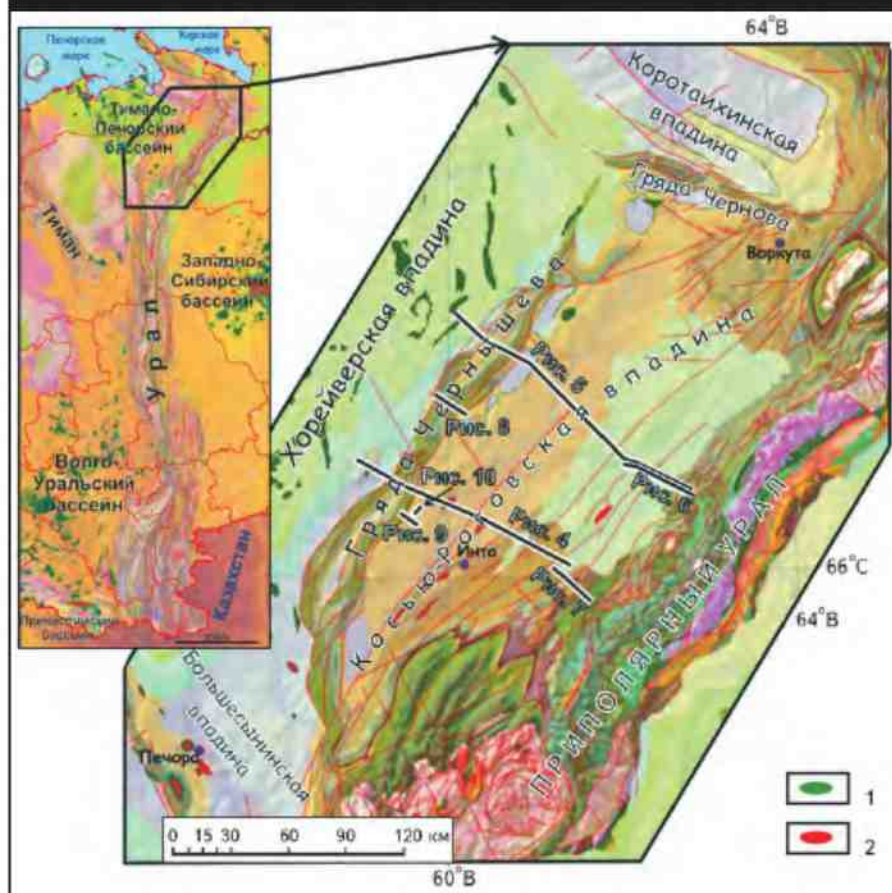
С точки зрения региональной геологии северный сегмент Уральского пояса надвигов расположен «на острие» системы альтаид, испытавшей столкновение с континентальной окраиной Восточно-Европейской платформы в позднем палеозое (см. рис. 1). Это явилось результатом полихронной косо коллизии на Урале, связанной с конфигурацией окраины платформы и коллажа островных дуг и микроконтинентов ([1, 5, 6] и др.). Данными особенностями орогении Урала объясняются мощнейшие деформации сжатия в его северном

сегменте. Они повлекли за собой наибольшее прогибание передового прогиба и формирование крупноамплитудной складчатости на обширной площади. Ширина зоны развития передовых складчато-надвиговых деформаций на Приполярном Урале достигает 180 км (рис. 3). В то же время в более южных сегментах Предуралья ширина складчато-надвиговых зон существенно меньше – 20-50 км. Это объясняется тем, что в этих районах преобладали транспрессионные (сжатие + сдвиг) деформации, особенностью которых является интенсивная складчатость в узких зонах.

В пределах рассматриваемой территории традиционно выделяются структурные зоны, различающиеся составом осадочного выполнения и стилем деформаций (см. рис. 3). В его восточной части развита область передовой складчатости, протягивающаяся вдоль Уральского орогена. Она включает Лемвинскую и Интинскую складчатые зоны. В центре расположена обширная изометричная Косью-Роговская впадина. Ей соответствует асимметричный, относительно слабодислоцированный предгорный прогиб, выполненный мощной толщей синорогенных пермских осадков. От платформенной части Тимано-Печорского бассейна ее отделяет гряда Чернышева, которая представляет собой дугообразную складчатую зону, сложенную сложнодислоцированными ордовик-пермскими отложениями.

Систематическое изучение складчато-надвиговых зон Приполярного Урала начато в послевоенные годы ([7] и др.). Исследования начального периода были ориентированы на изучение угольных ресурсов. Работы на нефть и газ были начаты позже и осуществлялись главным образом в 70-80-е гг. прошлого столетия. В результате был открыт ряд месторождений нефти и газа.

Рис. 2. ГЕОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТА СКЛАДЧАТО-НАДВИГОВОГО ПОЯСА ПРИПОЛЯРНОГО УРАЛА



Месторождения: 1 – нефти, 2 – газа; на врезке – положение района исследования на карте Урала и прилегающих бассейнов

Большинство залежей приурочено к легко выявляемым антиклинальным складкам, которые картируются геологической съемкой. К сожалению, крупных высокопродуктивных залежей обнаружено не было. Представления о строении этого региона строились главным образом на ограниченном объеме бурения и данных сейсморазведки, информативность которой в то время была невысокой. Эти материалы в целом удовлетворительно освещали строение слабодислоцированных районов, однако в складчато-надвиговых зонах надежность структурных построений была явно недостаточной для успешного проведения поисковых работ.

Геологический разрез, построенный на основе данных бурения и сейсморазведки, вполне корректно отражает строение Косью-Роговской впадины (рис. 4). Вместе с тем, по вполне объективным причинам, интерпретация складчатых зон носит предположительный характер, преимущественно отражая общие теоретические представления о тектонике района. Из-за низкой

результативности геолого-разведочных работ интерес к этому району со временем снизился. Ряд крупных поисковых структур, таких как Поварницкая, Лемвинская и др., остался в категории объектов с невыясненными перспективами. Как показывает критический анализ результатов работ, многие возможно продуктивные интервалы разреза не были качественно испытаны.

Актуализированная геологическая модель и нефтегазоносный потенциал

Появление новых геолого-геофизических материалов, особенно данных многоканальной сейсморазведки, а также комплексная интерпретация накопленной информации позволили существенно уточнить представления о строении складчатых предгорий Приполярного Урала. Кроме того, новые методы исследования дали возможность расширить площадь района поисков за счет зон сложного строения, изучение которых в прошлом было затруднено из-за низкой информативности применявшихся методов. Совместно с новыми представлениями о строении и нефтегазоносности складчатых поясов эти

данные позволяют наметить новые крупные поисковые объекты.

Основным выводом новых представлений о строении данного региона является признание значительно более широкого распространения покровно-надвиговых деформаций и их более сложной внутренней структуры (рис. 5). В зоне передовых складок Урала в надвиговых деформациях участвуют смятые в линейные складки палеозойские отложения континентальной окраины, а также мощные пакеты покровов, образованные батинальными турбидитами, метаморфическими и интрузивными породами океанического сектора Урала (зона Лемвинских покровов) [7, 9]. Современные геофизические технологии позволяют значительно повысить достоверность структурной интерпретации строения доорогенных складчатых комплексов, образованных преимущественно трещиноватыми карбонатами. В результате появляется возможность выявления крупных складчато-надвиговых структур, которые не имеют

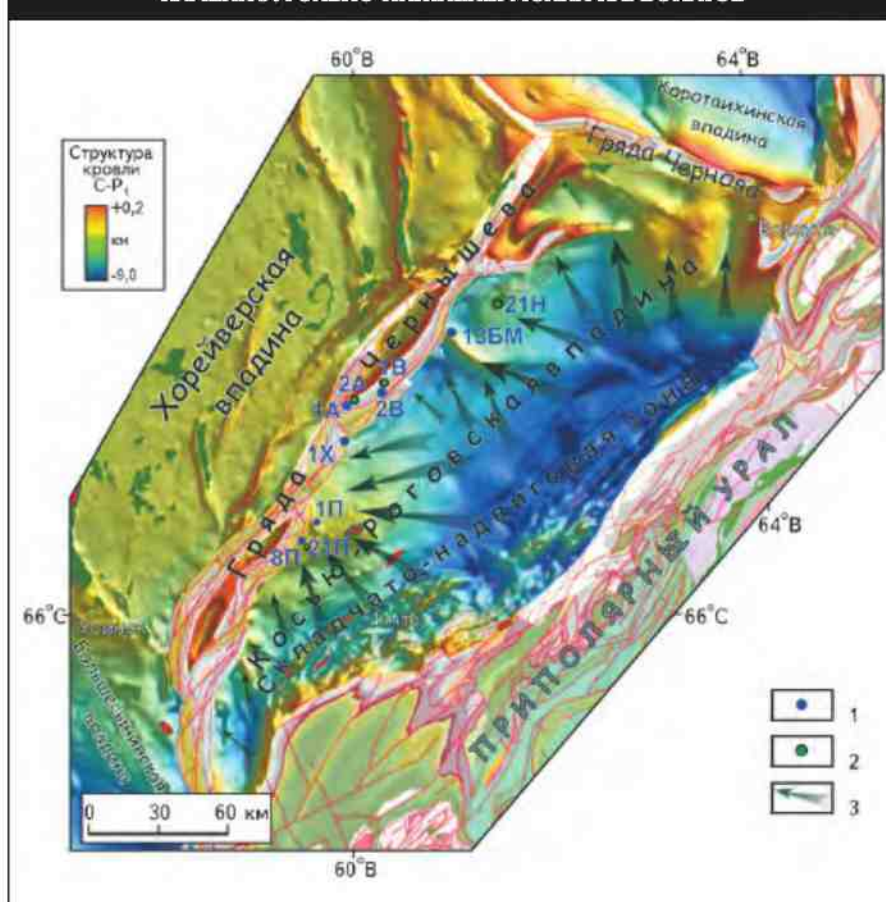
отражения в приповерхностных слоях, а также более точной интерпретации известных месторождений.

Помимо значительного развития представлений о строении передовых складок Предуралья, современная информация позволяет охарактеризовать глубинное строение районов, которое было практически не изученным. Речь идет о поднадвиговых зонах Урала, обрамляющих эту зону с востока. В рассматриваемом районе этой структурной зоне отвечает полоса Лемвинских покровов [9]. На раннем этапе исследований аллохтонные позиции этих структур предполагались по материалам полевого картирования ([7, 9, 10] и др.). Их глубинное строение оставалось предметом гипотез. Новые геофизические данные позволяют более определенно судить об их тектонической природе. Так, результаты магнитотеллурического зондирования (МТЗ) свидетельствуют о том, что платформенный осадочный чехол продолжается на десятки километров к востоку под зоной Лемвинских покровов (рис. 6). При этом, судя по постепенному изменению удельного электрического сопротивления пород, происходит последовательное замещение карбонатных отложений на терригенные.

Оно отражает изменения палеоседиментационных условий на окраине континента, связанное с переходом шельфа в континентальный склон. Ценность этих данных состоит в том, что они «заполняют» информационные пустоты там, где получение качественной сейсмической информации затруднено из-за сложных поверхностных условий и высокой дислоцированности пород. Эти данные дают основание предполагать, что обширное поднадвиговое продолжение Предуральского прогиба было способно производить крупные объемы УВ. В этой связи более высокой оценки заслуживает ресурсный потенциал ловушек складчатой зоны, расположенной в передовых складках Урала.

В фронтальной зоне Лемвинских покровов отмечается значительное утолщение комплекса пород с высокими электрическими сопротивлениями. Учитывая данные сейсморазведки (рис. 7), это интерпретируется как тектоническое наслоение надвиговых пластин, сложенное преимущественно высокоомными карбонатными

Рис. 3. СТРУКТУРНАЯ КАРТА КОСЬЮ-РОГОВОЙ ВПАДИНЫ И ПРИЛЕГАЮЩИХ РАЙОНОВ ПО ПОВЕРХНОСТИ КАМЕННОУГОЛЬНО-НИЖНЕПЕРМСКИХ КАРБОНАТОВ

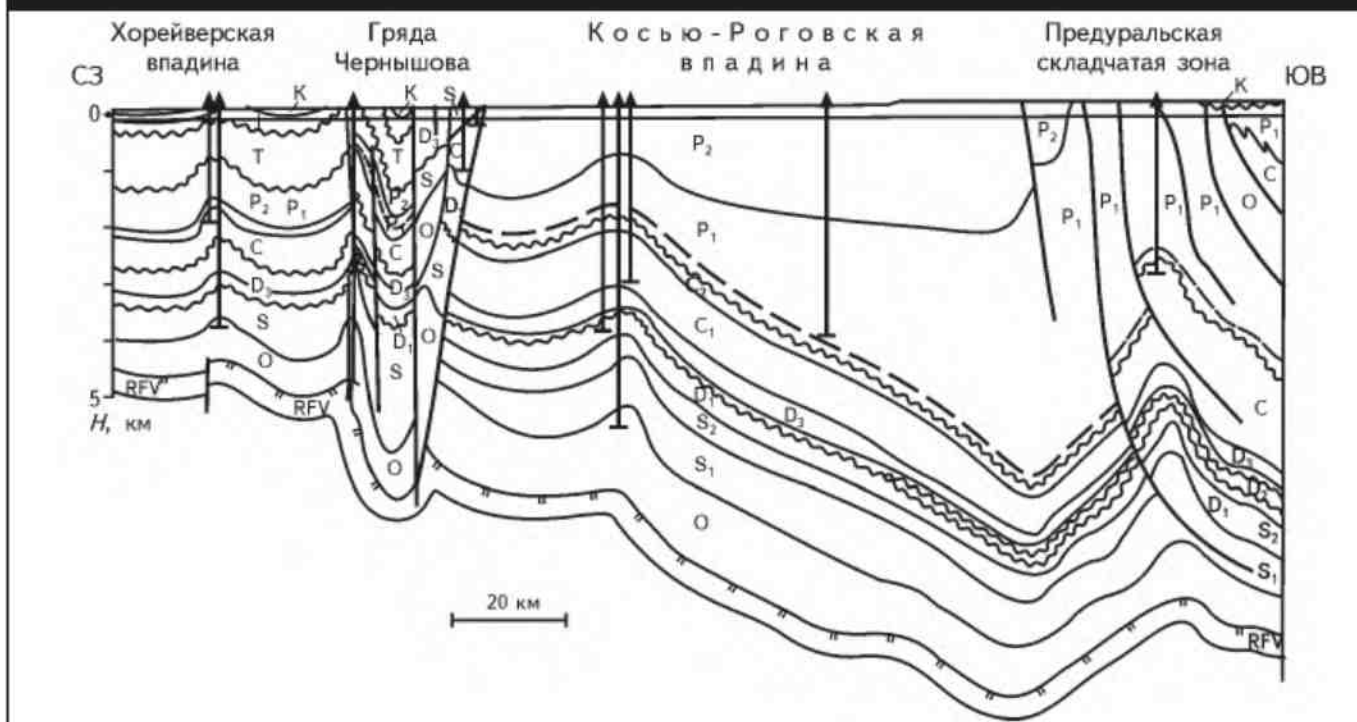


1, 2 – скважины; 3 – направление миграционных потоков из очага нефтеобразования; площади: П – Поварнишская, Х – Харугамылькская, А – Адак, В – Воргамусюр, БМ – Бергантымылькская, Н – Нерцетинская

породами. На представленном сейсмическом разрезе отчетливо прослеживаются высокоамплитудные надвиговые структуры, образованные девон-нижнепалеозойскими карбонатными отложениями.

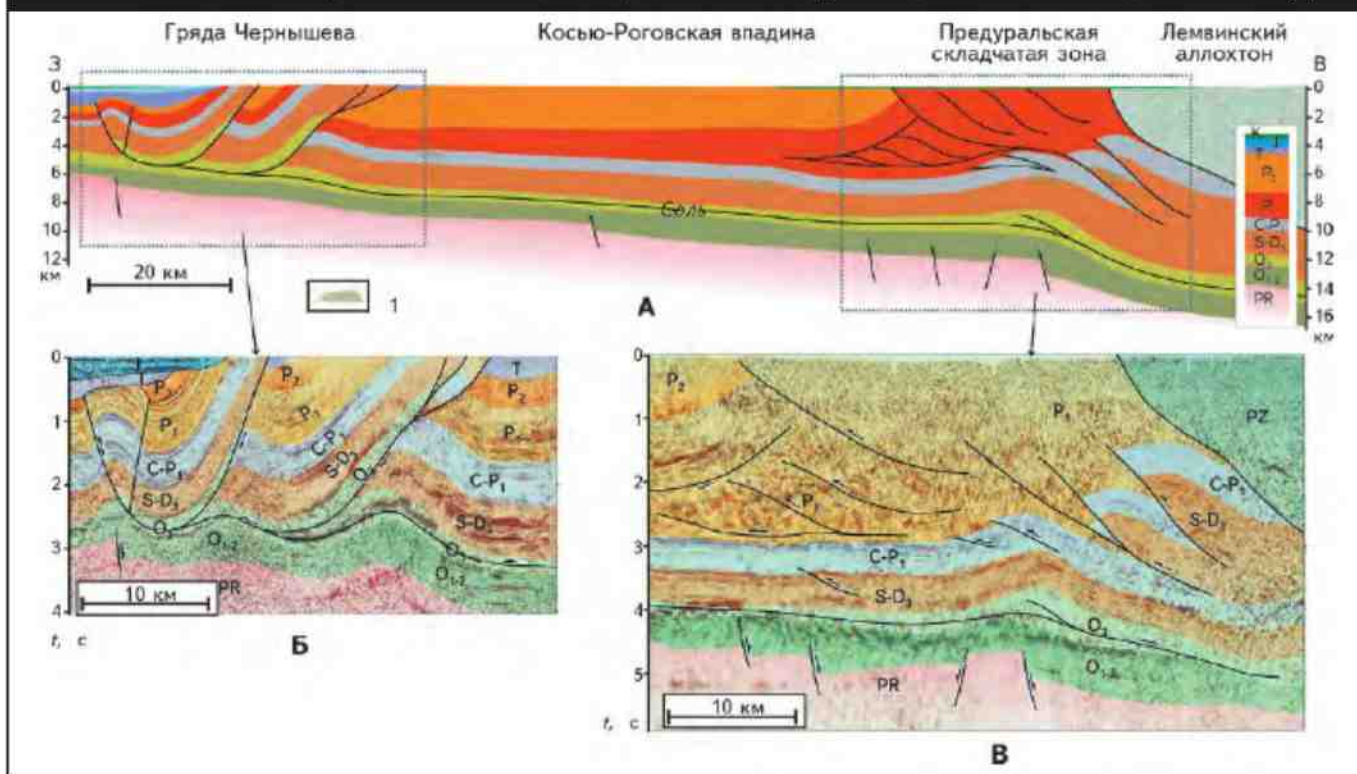
Несмотря на весьма ограниченный объем исследований, продуктивность складчатых зон Приполярного Урала подтверждается открытиями Интинского, Кожимского, Романельского месторождений. Кроме этого, в скв. Лемва-3 был получен фонтанный приток газа дебитом около 1 млн м³/сут из нижне-среднекаменноугольных отложений. Девонские рифовые карбонаты вскрыты также скв. Левогрубейюская-1. Верхнедевонская часть рифового массива скв. Левогрубейюская-1 по данным ГИС продуктивна. В результате испытания объекта в интервале глубин 2910-3039 м получен кратковременный, но интенсивный приток газированного бурового раствора. Изучение этого объекта может привести к крупному открытию. Признаки крупных рифовых массивов в зоне передовой складчатости Припо-

Рис. 4. ГЕОЛОГИЧЕСКИЙ РАЗРЕЗ СКЛАДЧАТО-НАДВИГОВОГО ПОЯСА ПРИПОЛЯРНОГО УРАЛА ПО [8]



Положение разреза см. на рис. 2

Рис. 5. ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ РАЗРЕЗЫ СКЛАДЧАТО-НАДВИГОВОГО ПОЯСА ПРИПОЛЯРНОГО УРАЛА, СОСТАВЛЕННЫЕ НА ОСНОВЕ ПЕРЕИНТЕРПРЕТАЦИИ ГЕОЛОГО-ГЕОФИЗИЧЕСКИХ ДАННЫХ (А), ИНТЕРПРЕТИРОВАННЫЕ, СООТВЕТСТВУЮЩИЕ ГРЯДЕ ЧЕРНЫШЕВА (Б) И ПРЕДУРАЛЬСКОЙ СКЛАДЧАТОЙ ЗОНЕ (В)



1 – риф; положение разреза см. на рис. 2

лярного Урала установлены также в скв. Юньяхинская-1. Здесь отмечен крупный нижнефранско-визейский рифовый массив мощностью около 1500 м [2]. Притоков нефти или газа в этой скважине получено не было, что, возможно, связано с низкой пористостью матрицы карбонатного массива.

В целом способность надвиговых структур, образованных карбонатными толщами, содержать уникальные залежи доказана открытием уникального Вуктыльского газоконденсатного месторождения, расположенного в более изученной южной части складчатого борта Тимано-Печорского бассейна. Есть все основания предполагать, что в восточной складчатой зоне Косью-Роговской впадины возможны открытия сопоставимого размера. Важно отметить, что из-за дисгармоничного строения, связанного с покровными перекрытиями, многие из выделяемых складок этой структурной зоны не имеют выражения в приповерхностных слоях. Очевидно, что их выявление и целенаправленное опоскование стали возможными только в последнее время за счет появления новых геофизических и буровых технологий. Структурный анализ и материалы изучения зрелости ОВ дают основание прогнозировать в предгорьях Приполярного Урала преимущественное развитие залежей газа.

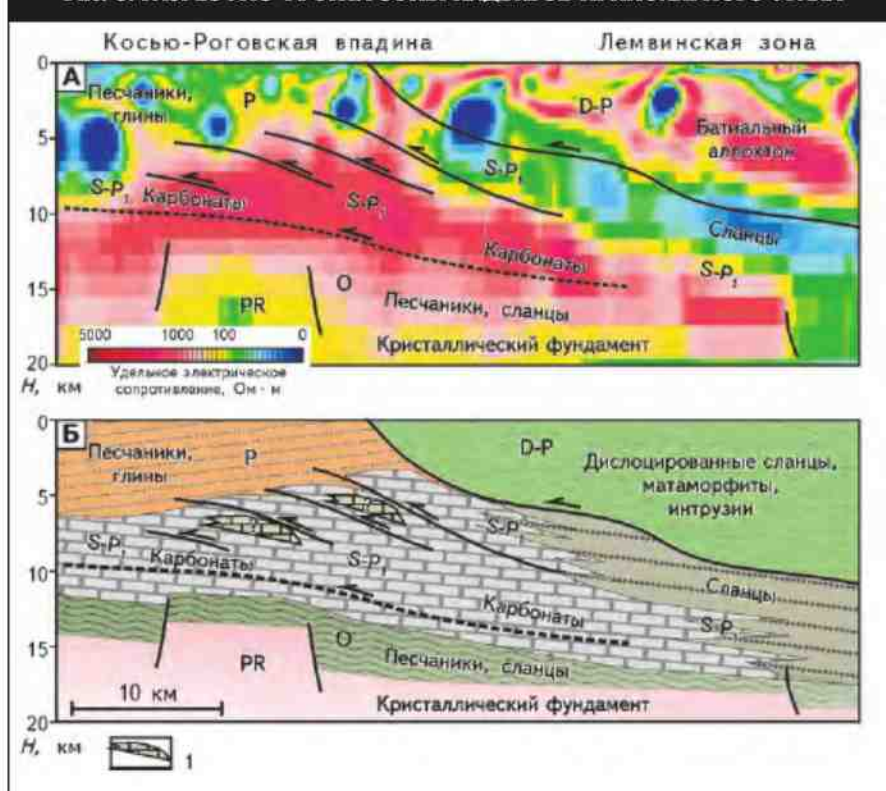
Другим перспективным районом складчатого пояса Приполярного Урала является гряда Чернышева. Геологическое строение этого уникального образования было предметом длительных дискуссий [2, 4, 8, 10-12]. К числу наиболее острых тем относились следующие: 1 – природа интенсивной складчатости гряды, которая значительно удалена от Урала; 2 – происхождение крупных надвигов восточной (антиуральской) вергенции, широко распространенных на ее восточном фланге; 3 – причины широкого распространения в этой зоне крупных интервалов брекчированных карбонатных пород в низах силура – верхах ордовика.

Анализ современных данных позволяет предполагать, что складчатость в этой зоне, вероятно, во многом обусловлена расслоением осадочного чехла Косью-Роговской впадины вдоль солей верхнего ордовика (см. рис. 5). Впервые это предположение было высказано В.В.Юдиным на основании региональных геологических исследований [10]. Позднее появились сейсмиче-

ские данные, подтверждающие эту гипотезу ([13] и др.). Представляется, что локализация деформаций в районе гряды Чернышева обусловлена выклиниванием в ее пределах солей верхнего ордовика. Это, по всей видимости, препятствовало дальнейшему расслоению осадочного чехла Предуральского прогиба и привело к образованию складчато-надвиговых деформаций в зоне гряды Чернышева. Антиуральские надвиги (ретронадвиги) связаны с образованием вдвиговых дуплексных структур, которые расщепляют осадочный чехол [13]. Структурные аналоги этой зоны известны в ряде районов мира ([14, 15, 16] и др.). Зоны интенсивного брекчирования карбонатов нижнего силура – верхнего ордовика, по всей видимости, вызваны надвиговыми деформациями и выщелачиванием этих пород в зонах выклинивания верхнеордовикских солей.

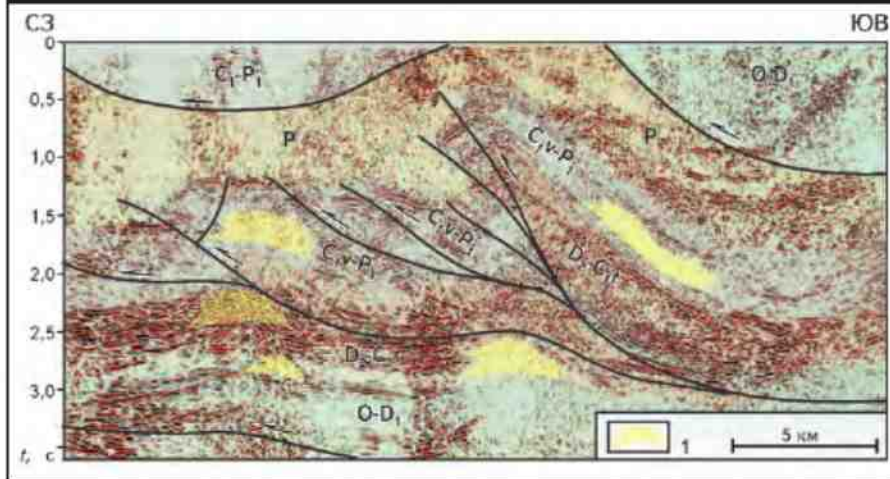
Первые попытки опоскования зоны сочленения гряды Чернышева и Косью-Роговской впадины предпринимались в 80-х гг. прошлого столетия на основе ограниченной информации. Вместе с тем, в скв. Поварническая-21 был получен приток нефти дебитом 4,9 м³/сут. Многочисленные признаки нефтенасыщения установлены по каротажу и керну в целом ряде интервалов верхнего девона – нижней перми в скважинах Поварнические-1, 8, Бергантымылькская-13, Нерцетинская-12.

Рис. 6. РАЗРЕЗ МТЗ ФРОНТА ЗОНЫ НАДВИГОВ ПРИПОЛЯРНОГО УРАЛА



А – с геологической интерпретацией (данные ООО «Северо-Запад»), Б – с наложением вероятного состава отложений; 1 – риф; положение разреза см. на рис. 2

Рис. 7. ИНТЕРПРЕТИРОВАННЫЙ СЕЙСМИЧЕСКИЙ РАЗРЕЗ ФРОНТА ЗОНЫ НАДВИГОВ ПРИПОЛЯРНОГО УРАЛА



1 – предполагаемые рифовые постройки; положение разреза см. на рис. 2

Промышленные открытия в этот период сделаны не были. Согласно современным представлениям, эти неудачи были обусловлены несовершенными технологиями вскрытия и испытания сложных карбонатных резервуаров, а также неточностью структурно-седиментационной модели региона, определившей неоптимальное размещение скважин.

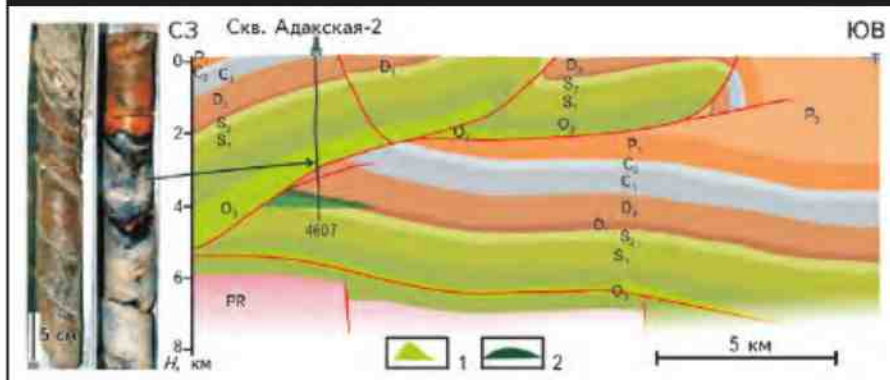
В 90-х гг. прошлого столетия новые сейсмические данные позволили полагать, что наиболее интересные поисковые возможности гряды Чернышева связаны с теми участками ее восточного фланга, где ретронадвиги перекрывают моноклинально залегающий осадочный чехол Косью-Роговской впадины. Перспективы этой зоны обусловлены тем, что она представляет собой типичный

связан с карбонатными отложениями, перекрытыми верхнеордовикскими солями. В скв. Адакская-2 установлено нефтенасыщение в керне, из нижнедевонских и верхней части верхнесилурийских отложений получен приток газированной нефти дебитом 0,4-0,8 м³/сут по подъему уровня [17]. Суммарная нефтенасыщенная толщина коллектора составляет 33,1 м, высота залежи – около 330 м. [17]. Промышленная значимость залежи не определена, так как бурение скважины осуществлялось на тяжелом растворе, а испытание в эксплуатационной колонне проведено спустя год после вскрытия пласта. Похожие данные получены по скв. Харутамыльская-1. Геохимические исследования показали преобладающее распространение в этой структурной зоне легких

нефтей, источником которых являются высокобитуминозные доманиковые и силур-нижнедевонские отложения, находящиеся в благоприятных катагенетических условиях [2].

Анализ результатов поисковых работ в этом районе со всей определенностью показывает, что отсутствие промышленных открытий отражает не скудность ресурсного потенциала этого направления поисков, а является следствием недостаточной подготовки объектов бурения. В первую очередь это обусловлено практиковавшимся в прошлом подходом к выбору точек бурения на основе данных, ограни-

Рис. 8. СЕЙСМИЧЕСКИЙ РАЗРЕЗ ЗОНЫ СОЧЛЕНЕНИЯ ГРЯДЫ ЧЕРНЫШЕВА И КОСЬЮ-РОГОВСКОЙ ВПАДИНЫ В РАЙОНЕ скв. АДАКСКАЯ-2 (по [17] с дополнениями)

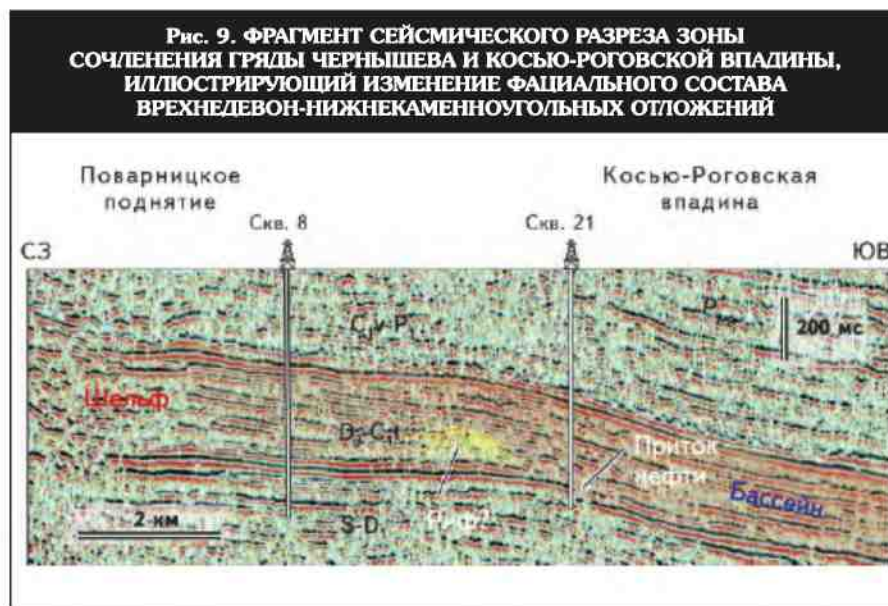


1 – соль; 2 – нефть; положение разреза см. рис. 2; на фотографиях образцы керна верхнеордовикских солей в основании аллохтонных пластин

ченными небольшими лицензионными участками. Совершенно очевидно, что при работе с подобным принципиально новым типом поисковых объектов необходимо понимание регионального структурно-седиментологического контекста и флюидодинамических условий формирования залежей. К сожалению, компании-недропользователи создавали геологические модели, не имея при этом достаточных данных о структурной и нефтяной геологии прилегающих районов. Кроме того, в большинстве случаев для выбора поисковых объектов использовались данные сейсморазведки 2D низкой плотности, информативность которой в данных условиях была явно недостаточной. Определенную роль сыграла и недооценка специфики проведения поисков в зонах надвигов. Дело в том, что в условиях тектонического удвоения высокоскоростных отложений формируются сильные скоростные эффекты, создающие на временных разрезах ложные поднятия. Недооценкой этого объясняется значительное несоответствие проектных и фактических глубин целевых объектов в пробуренных скважинах. В этой связи критический анализ регионального геологического строения и развития нефтегазоносной системы представляется исключительно важным при «работе над ошибками» и оценке ресурсного потенциала рассматриваемого района.

Согласно современным представлениям, крупнейшая зона нефтенакопления тупикового типа прогнозируется в районе Поварницкого поднятия [11]. Оно является наиболее крупной долгоживущей положительной структурой в зоне сочленения гряды Чернышева и Косью-Роговской впадины (см. рис. 3). В течение длительного времени эта ловушка была способна улавливать потоки флюидов из прилегающей Косью-Роговской впадины. По существу она представляла собой «центр притяжения» для УВ. Формирование залежей в этих условиях возможно в широком стратиграфическом диапазоне отложений силура – перми. Это подтверждают многочисленные признаки нефтенасыщения в скважинах, пробуренных в 80-х гг. прошлого века на восточном погружении этого поднятия.

Длительность существования Поварницкого поднятия находит отражение в фациальной зональности. На сейсмическом разрезе видно, что депрессионные верхнедевон-нижнекаменноугольные отложения Косью-Роговской впадины в пределах этого поднятия переходят в шельфовые (рис. 9). Этот переход подчеркивается клиноформной проградацией, характерной для подобных зон.

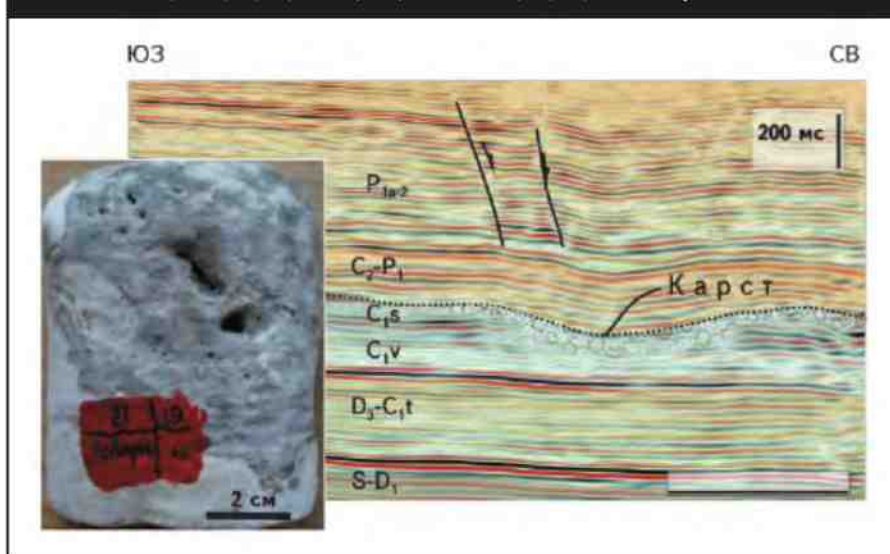


Положение разреза см. на рис. 2

Одновременно с наблюдаемыми фациальными изменениями отмечается увеличение суммарной толщины коллекторов в направлении свода структуры. По данным интерпретации коротажных данных, выполненной ТП НИЦ, в скв. 8 выделяется 150 м возможно нефтенасыщенных пород в разрезе нижнего девона – верхней перми, а расположенной в 4 км восточнее скв. 21 – всего 67 м.

Одним из важных факторов формирования резервуаров в пределах Поварницкого поднятия является карстование карбонатных толщ. Особенно ярко оно проявляется на уровне отложений серпуховского яруса, образованного ангидритами и карбонатами. Сейсмические данные показывают наличие крупных депрессий в вышележащих слоях, которые, вероятно, связаны с растворением ангидритов и доломитизацией известняков. Карстование этих отложений можно видеть в образцах керна (рис. 10). Наблюдаемые по сейсмическим данным соотношения слоев свидетельствуют о том, что растворение и кровельное проседание над карстовыми полостями происходили после осадконакопления. Это видно из того, что карстовая депрессия не компенсируется перекрывающими слоями среднего карбона, а прослеживается и в пермских отложениях, указывая на прогрессирующее постседиментационное выщелачивание серпуховских карбонатов и ангидритов. Это явление, вероятно, связано с активным гидродинамическим режимом, установившимся здесь в пермское время в условиях формирования надвиговых структур и быстрого погружения предгорного прогиба. Этим обеспечивалось поступление флюидов из обширной Косью-Роговской впадины в направлении Поварницкого поднятия. Выщелачивание и доломитизация известняков могли существенно повысить качество коллекторов

Рис. 10. СЕЙСМИЧЕСКИЙ РАЗРЕЗ ЗОНЫ СОЧЛЕНЕНИЯ ГРЯДЫ ЧЕРНЫШЕВА И КОСЬЮ-РОГОВСКОЙ ВПАДИНЫ С ВЫДЕЛЕНИЕМ ЗОНЫ КАРСТОВАНИЯ В СЕРПУХОВСКИХ ОТЛОЖЕНИЯХ скв. ПОВАРНИЦКАЯ-21



Положение разреза см. на рис. 2; скв. Поварницкая-21 находится в стороне от приведенного разреза; на врезке – фотография ядра закарстованных отложений серпуховского яруса из скв. Поварницкая-21

в районе этого поднятия. Возможно, что значительные объемы нефти могут быть сосредоточены в неструктурных ловушках, контролируемых зонами карстования, находящихся на путях миграции флюидов.

Высокое качество коллекторских горизонтов в подверженных карстованию серпуховских отложениях отмечается на Вуктыльском, Усинском, Мастерфельском, Южно-Шапкинском, Лаявожском и ряде других месторождений, где они сложены преимущественно пористыми, кавернозными доломитами. Согласно мнению специалистов ТП НИЦ, мощный аварийный приток нефти в скв. Воргамусюр-1 мог быть связан с закарстованными карбонатами серпуховского яруса в поднадвиге структу-

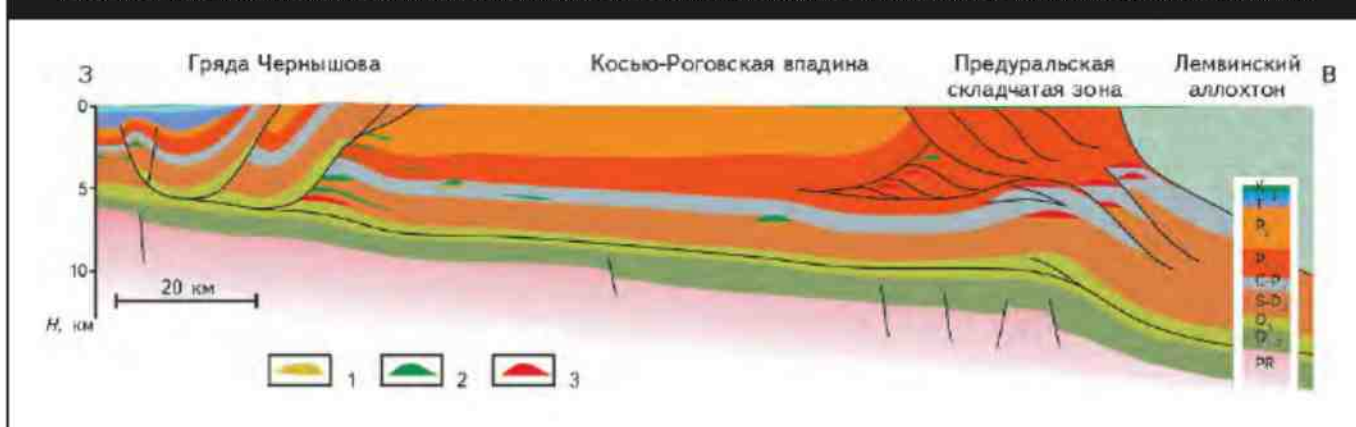
ры. Возможно, что данный тип коллектора может обеспечивать получение высоких притоков нефти. Примеры формирования обширных зон карстования известны в различных нефтегазоносных районах мира, в том числе и богатейшем бассейне Персидского залива ([18] и др.).

Общие представления о перспективах нефтегазоносности складчато-надвигового пояса Приполярного Урала суммируют разрез с выделением основных известных и предполагаемых типов ловушек нефти и газа (рис. 11). По видимому, они сконцентрированы в передовых складках Предуралья и на восточном фланге гряды Чернышева. В пределах Косью-Роговской впадины ожидается преимущественное развитие ловушек, связанных с рифами и их облеканиями, а также зонами выклинивания коллекторов.

Заключение

Ретроспективный анализ поисково-разведочных работ в районе складчатых предгорий Приполярного Урала показывает, что невысокая эффективность поисковых работ в прошлом не отражает нефтегазоносный потенциал региона. Она была обусловлена: 1 – недооценкой технических трудностей проведения работ в условиях сложного геологического строения и 2 – отсутствием целостной нефтегеологической модели данного региона. Последнее было вызвано фрагментарностью исследований, ограниченных лицензионными участками компаний. В этой свя-

Рис. 11. ГЕОЛОГИЧЕСКИЙ РАЗРЕЗ ПРИПОЛЯРНОГО УРАЛА С ВЫДЕЛЕНИЕМ ПРЕДПОЛАГАЕМЫХ ТИПОВ ЗАЛЕЖЕЙ



1 – риф; 2 – нефть; 3 – газ

зи важны создание и развитие комплексной бассейновой модели данного региона. Вероятно, этот подход может быть важен и для других районов сложного строения.

Переинтерпретация данных по геологическому строению складчатых зон Приполярного Урала показывает, что его нефтегазоносный потенциал весьма высок. Крупные ресурсы газа прогнозируются в зоне передовой складчатости Урала. Здесь выделяются объекты, сопоставимые по размерам с уникальным Вуктыльским месторождением. «Повторная инвентаризация» перспективных объектов этого района с применением современных технических средств и научных достижений может привести к ряду весьма крупных скоплений легкой нефти, которые могут быть обнаружены в пределах сочленения гряды Чернышева и Косью-Роговской впадины. В этой зоне наиболее актуальным является опоскование Поварницкого поднятия, представляющего собой крупнейшую тупиковую ловушку в этой зоне нефтегазоаккумуляции.

Анализ результатов проведенных ранее поисковых работ позволяет сделать вывод, что их успешное проведение в сложных геологических условиях требует максимально полного использования современных технологий. В противном случае успешность бурения будет оставаться неприемлемо низкой. Для подготовки поисковых объектов к бурению в складчато-надвиговых зонах с изменчивыми карбонатными резервуарами представляется целесообразным проведение сейсморазведки 3D. Этот метод требует больших затрат, чем традиционная сейсморазведка 2D. Вместе с тем российский и мировой опыт показывает, что вероятность успешного поискового бурения на основе 3D увеличивается в 2 раза и более ([19] и др.). Это достигается за счет более точного определения целей бурения, а также прогноза геомеханических свойств разреза, что крайне важно для качественного бурения и испытания скважин. Учитывая значительно более высокую стоимость бурения скважин по сравнению с сейсморазведкой, это дает значительную экономию средств при подготовке запасов. Дополнительный эффект данных 3D связан с их использованием при последующей разработке месторождения.

Таким образом, изучение пояса надвигов Приполярного Урала на основе новых научных представлений с применением современных геофизических и буровых технологий, вероятно, позволит существенно нарастить ресурсную базу и создать новый центр добычи нефти и газа на востоке Тимано-Печорского бассейна.

Литература

1. **Шеин В.С.** Геология и нефтегазоносность России / В.С.Шеин. — М: Изд-во ВНИГНИ, 2012.
2. **Данилов В.Н.** Основные результаты изучения органического вещества и УВ-флюидов Адакской площади [Электронный ресурс] / В.Н.Данилов, Л.В.Огданец, И.Р.Макарова и др. // Нефтегазовая геология. Теория и практика. — 2011. — № 6(2). — Режим доступа: http://www.ngtp.ru/rub/2011/22_2011.html.
3. **Кирюхина Т.А.** Доманиковые отложения Тимано-Печорского и Волго-Уральского бассейнов / Т.А.Кирюхина, Н.П.Фадеева, А.В.Ступакова и др. // Геология нефти и газа. — 2013. — № 2.
4. **Атлас геологических карт** Тимано-Печорского седиментационного бассейна / Ред. Н.И.Никонов и др. — Ухта: ТП НИЦ, 2002.
5. **Пучков В.Н.** Геология Урала и Приуралья (актуальные вопросы стратиграфии, тектоники, геодинамики и металлогении) / В.Н.Пучков — Уфа: ДизайнПолиграфСервис, 2010.
6. **Sengör A.M.C.** Evolution of the Altai tectonic collage and Paleozoic crustal growth in Eurasia / A.M.C.Sengör, B.A.Natal'in, V.S.Burtman // Nature. — 1993. — V. 364.
7. **Войновский-Кригер К.Г.** Кечь-пельская свита пермских отложений на западном склоне Полярного Урала / К.Г.Войновский-Кригер // Материалы II геол. конф. Коми АССР. — Сыктывкар, 1947.
8. **Структурно-тектоническая карта** Тимано-Печорского нефтегазоносного бассейна / Гл. ред. В.И.Богацкий. — 1:1 000 000. — М.: Центргеология, 1985.
9. **Данилов В.Н.** Геологическое строение и перспективы газосности Западного склона Полярного и Приполярного Урала (по результатам геолого-разведочных работ) / В.Н.Данилов, А.А.Гудельман, О.Л.Уткина и др. / Ред. В.Н.Данилов. — СПб: Изд-во ВНИГРИ, 2015.
10. **Юдин В.В.** Послойные срывы в чехле востока Печорской плиты — возможный объект поиска углеводородов / В.В.Юдин // Печорский нефтегазоносный бассейн. — Тр. Института геологии Коми ФАН СССР. — Вып. 52. — Сыктывкар, 1985.
11. **Соборнов К.О.** Строение и перспективы нефтегазоносности гряды Чернышева (Тимано-Печорский бассейн) / К.О.Соборнов, В.Н.Данилов // Геология нефти и газа. — 2014. — № 5.
12. **Тимонин Н.И.** Тектоника гряды Чернышева / Н.И.Тимонин. — Л.: Наука, 1975.
13. **Соборнов К.О.** Гряда Чернышева — фронт вдвиговой пластины? / К.О.Соборнов, Л.В.Пильник // Докл. АН СССР. — 1991. — Т. 318.
14. **Colleta B.** Tectonic inheritance, crustal architecture, and contrasting structural styles in the Venezuela Andes / B.Colleta, F.Roure, B.DeToni et al. // Tectonics. — 1997. — V. 16.
15. **King R.** Halite microstructures reveal deformation mechanisms occurring in salt detachments underlying resource-rich fold-thrust belts [Электронный ресурс] / R.King, A.S.Collins, S.M.Reddy et al. // Search and Discovery Article. — 2015. — V. 51210. — Режим доступа: http://www.searchanddiscovery.com/documents/2015/51210richards/ndx_richards.pdf.
16. **Wang X.** Cenozoic structure and tectonic evolution of the Kuqa fold belt, southern Tianshan, China / X.Wang, J.Suppe, S.Guan et al. / Eds: K.McClay, J.Shaw, J.Suppe // Thrust fault-related folding: AAPG Memoir 94. — 2011.
17. **Данилов В.Н.** Перспективы нефтегазоносности центральной части поднятия Чернышева по результатам геолого-разведочных работ на Адакской площади [Электронный ресурс] / В.Н.Данилов, В.В.Иванов, А.А.Гудельман и др. // Нефтегазовая геология. Теория и практика. — 2011. — № 6 (2). — Режим доступа: http://www.ngtp.ru/rub/2011/21_2011.html.

18. **Burberry C.M.** Seismic expression of karst-related features in the Persian Gulf and implication for characterization of carbonate reservoirs [Электронный ресурс] / C.M.Burberry, S.R.Chandler, C.A.-L.Jackson // Search and Discovery Article 2015. – V. 30411. – Режим доступа: http://www.searchanddiscovery.com/documents/2015/30411burberry/ndx_burberry.pdf.

19. **Gray D.** Quantify the economic value of geophysical information [Электронный ресурс] / D.Gray // CSEG Recorder. – 2011. – V. 36. – N. 3. – Режим доступа: <http://csegrecorder.com/articles/view/quantify-the-economic-value-of-geophysical-information>.

© Коллектив авторов, 2016

Константин Олегович Соборнов,
главный геолог,
доктор геолого-минералогических наук,
KSobornov@yandex.ru;

Владимир Николаевич Данилов,
заместитель Генерального директора,
кандидат геолого-минералогических наук,
v.danilov@sng.vniigaz.gazprom.ru;

Петр Иванович Приймак,
главный геолог,
p.prijmak@tpgc.ru;

Николай Иванович Никонов,
заместитель генерального директора,
кандидат геолого-минералогических наук,
nikonov@tpnic.ru.

FOLD-THRUST BELT IN THE POLAR URALS FORELAND: UPDATED STRUCTURAL MODEL AND PROSPECTS OF SIGNIFICANT DISCOVERIES

Sobornov K.O. (ООО "Nord West" Ltd), *Danilov V.N.* (branch of Gazprom VNIIGAZ), *Prijmak P.I.* (Timan Pechora Gas Company), *Nikonov N.I.* (TP NIC)

Integrated interpretation of geological and geophysical data provided a new insight into structure and petroleum habitat of the Polar Urals foldbelt. The study shows that the deformations observed in the Polar Urals foreland are mainly related to the thrusting and detachment faulting. The principal detachment in the sedimentary cover is provided by the Upper Ordovician evaporates pinching out in the area of the Chernyshov swell. The updated structural model permits the identification of the new large exploration opportunities. Bulk of the new gas reserves is predicted in the folded zone in front of the Urals involving large thrust-related closures. Significant oil discoveries are expected in the transition zone between the Chernyshov swell and the Kosyu Rogov foredeep which is a focus of regional hydrocarbon migration. New seismic data provide evidence for the considerable development of the hypogenic karst and dolomitization of the Serpukhovian sulphates and carbonates capable of increasing the reservoirs porosity.

Key words: polar Urals foreland ; Chernyshov swell; seismic interpretation; fold-thrust belt; oil; gas.