

DOI: https://doi.org/10.17353/2070-5379/9_2020

УДК 550.834.53:553.98(470.13)

Мартынов А.В.

Акционерное общество «Всероссийский нефтяной научно-исследовательский геологоразведочный институт» (АО «ВНИГРИ»); Санкт-Петербургский горный университет, Санкт-Петербург, Россия

ИТОГИ ГЕОЛОГОРАЗВЕДОЧНЫХ РАБОТ НА НЕФТЬ И ГАЗ В ПРЕДЕЛАХ ГРЯДЫ ЧЕРНЫШЕВА И ЗАПАДНОГО СКЛОНА ПРИПОЛЯРНОГО УРАЛА

Представлены результаты анализа геологоразведочных работ на нефть и газ в северной части Предуральского краевого прогиба и Западно-Уральской мегазоне линейных складчато-надвиговых дислокаций. В настоящее время с этими районами связывают высокие перспективы, так как проведен значительный объем поисковых работ, включая сейсморазведочные работы МОГТ-3D и бурение. Наибольшие ресурсы углеводородов прогнозируются в каменноугольно-нижнепермских карбонатных отложениях. Высокие риски при проведении работ связаны с широким развитием надвиговой тектоники и сложным характером карбонатных коллекторов.

Ключевые слова: *геологоразведочные работы на нефть и газ, ресурсы углеводородов, карбонатный коллектор, каменноугольно-нижнепермские карбонатные отложения, гряда Чернышева, Предуральский краевой прогиб.*

В новейший период изучения восточных районов Тимано-Печорской нефтегазоносной провинции (ТП НПП) основные объемы геологоразведочных работ (ГРР) на углеводородное сырье (УВС) сосредоточены в северной части Предуральского краевого прогиба. Лицензионные участки (ЛУ), в основном, охватывали центральную часть гряды Чернышева, а также внутреннюю зону Предуральского краевого прогиба и Западно-Уральскую мегазону линейных складчато-надвиговых дислокаций. Наиболее активно ГРР проводили дочерние компании ПАО «Газпром», ПАО «НК «Роснефть» и ООО «Тимано-Печорская газовая компания» (ООО «ТПГК»). Результаты работ этих компаний положены в основу представленного обобщения.

По нефтегазогеологическому районированию площади поисково-разведочных работ охватывали Хоседаюско-Воргамусюрский нефтегазоносный район (НГР), Интинско-Лемвинский НГР Северо-Предуральской нефтегазоносной области (НГО) и Восточно-Лемвинский перспективный газonosный район (ПГР) Западно-Уральской перспективной газonosной области (ПГО) (рис. 1).

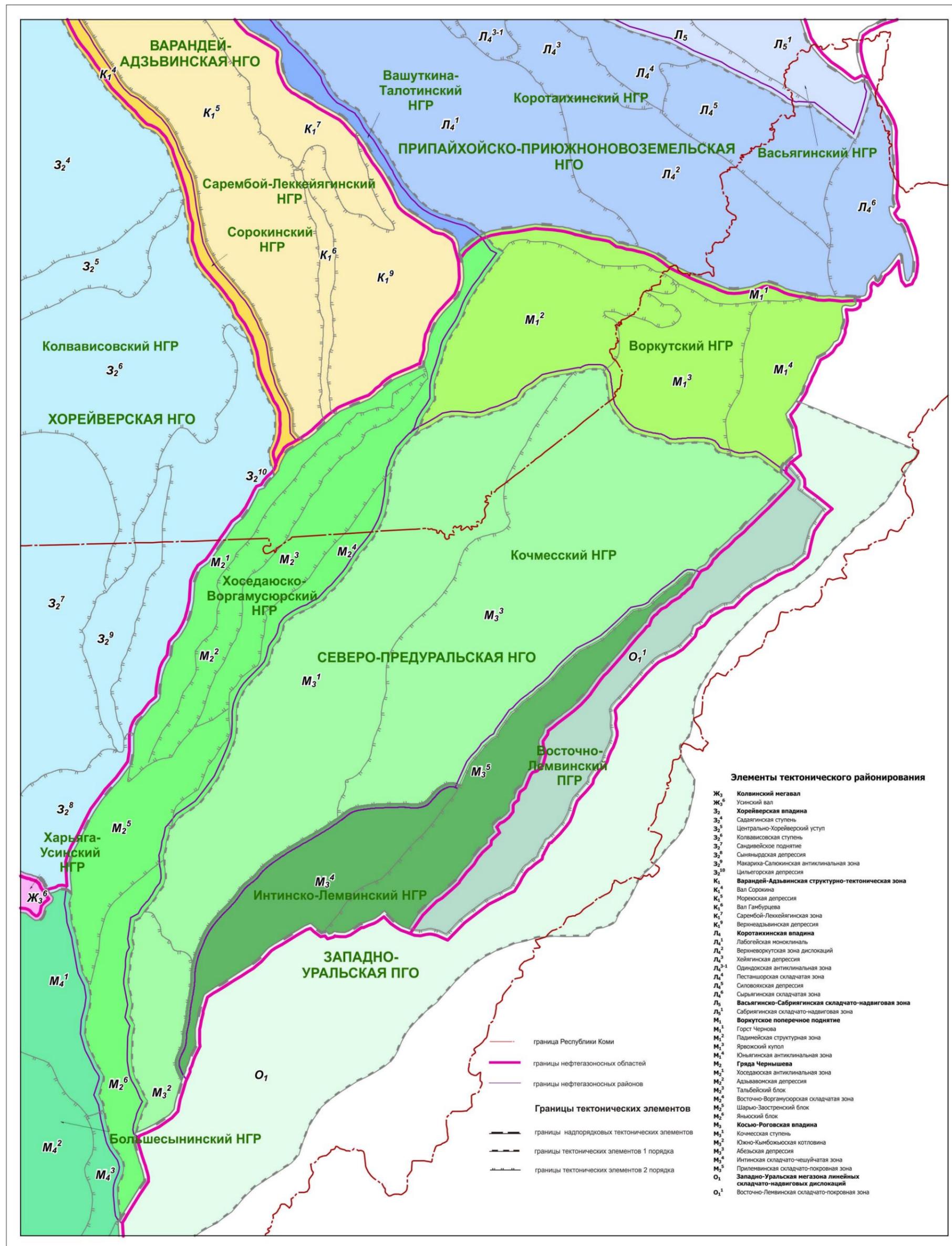


Рис. 1. Нефтегазогеологическое районирование северной части Предуральского краевого прогиба

В мировой практике ГРП на нефть и газ в аналогичных по геологическому строению районах складчато-надвиговых поясов характеризуются высокой перспективностью. Это связано со значительными толщинами осадочных пород, обусловленными в том числе процессами надвигообразования, высокой структурноносностью территорий, наличием зон тектонической разуплотненности коллекторов и повышенной дренируемостью околоскважинного пространства не только в карбонатных отложениях, но и в песчано-алевролитовых, а также в нетрадиционных коллекторах: глинистых, кремнистых и других.

Анализ изученности ТП НГП показывает, что в отличие от платформенной части территории совершенно неизученными остаются внутренние районы Предуральского прогиба площадью около 30 тыс. км², что составляет 9,3% к площади ТП НГП, гряды Чернышева (8,5 тыс. км², 2,6%) и западного склона Урала (15 тыс. км², 5,0%). Северо-Предуральская НГО и Западно-Уральская ПГО по состоянию на 01.01.2017 г. характеризуются низкой степенью изученности сейсморазведкой МОГТ, плотность сейсмопрофилей - 0,78 и 0,065 км/км², соответственно, несмотря на то, что в последние годы здесь возобновлены сейсмические исследования в пределах Интинско-Лемвинского НГР и Восточно-Лемвинского ПГР, а в 2013 г. проведен региональный профиль 30-РС [Ермакова и др., 2017]. Разбуренность Западно-Уральской ПГО также является самой низкой (1,6 м/км²), средние значения характерны для Северо-Предуральской НГО (21,7 м/км²). Другой показатель изученности территории – разведанность, составляет 2663 км²/скв. для Западно-Уральской ПГО и 127,3 км²/скв. для Северо-Предуральской НГО.

В соответствии со стадийностью геологоразведочного процесса, направленной на освоение недр и разделяемой на этапы и стадии, изучение и освоение перспективных территорий должно вестись поэтапно - от наиболее изученных литолого-стратиграфических комплексов и территорий (зон нефтегазонакопления) к менее изученным. Тем не менее, при достаточно высокой изученности ТП НГП, ее территории находятся на разных стадиях освоенности. Так, например, Печоро-Колвинская НГО или Варандей-Адзвинская НГО, относятся к хорошо изученным территориям, в то время как Северо-Предуральская НГО и недавно выделенная в составе ТП НГП Западно-Уральская ПГО по ряду критериев остаются на региональном этапе изучения, а ГРП на нефть и газ практически «заморожены» в постсоветский период из-за нехватки, в том числе, федерального финансирования. При этом именно в этих районах находятся значительные неразведанные ресурсы УВС, прежде всего свободного газа, и здесь отмечается наиболее низкая плотность лицензирования.

В целом, ТП НГП является преимущественно нефтеносной, о чем свидетельствуют периодически проводимые переоценки начальных суммарных ресурсов (НСР) УВС. Это объясняется геологическим строением и историей развития бассейна. Тем не менее, доля

ресурсов свободного газа в НСР УВС довольно велика и основная их часть сосредоточена в Северо-Предуральской НГО и Западно-Уральской ПГО.

По оценкам АО «ВНИГРИ» и ООО «ТП НИЦ» в пределах Северо-Предуральской НГО сосредоточено около 1,5 млрд. т у. т. извлекаемых ресурсов УВ, или 28% от всех неразведанных ресурсов УВС ТП НГП, из них ресурсы газа составляют 931 млрд. м³ (более 46% от всех неразведанных ресурсов газа ТП НГП).

Несмотря на столь оптимистичные цифры по ресурсам свободного газа, уже долгие годы, после открытия в 1964 г. Вуктыльского нефтегазоконденсатного месторождения в пределах Северо-Предуральской НГО, значимых газовых месторождений не найдено. Одной из важных текущих задач геологоразведки является выявление и надежное оконтуривание объектов, которые позволят в средне- и долгосрочной перспективах внести весомый вклад в развитие минерально-сырьевой базы провинции.

Проведенные в последние годы предприятиями-недропользователями (ПАО «Газпром», ПАО «НК «Роснефть», ООО «ТПГК») сейсморазведочные работы и поисково-оценочное бурение в пределах Хоседаюско-Воргамусюрского, Интинско-Лемвинского НГР и Восточно-Лемвинского ПГР показали положительные результаты, которые вселяют определенный оптимизм для продолжения здесь более полномасштабных ГРР.

Хоседаюско-Воргамусюрский НГР, выделенный в пределах гряды Чернышева Северо-Предуральской НГО, связан с группой приразломных ловушек. Гряда Чернышева представляет собой сложную систему крупных чешуйчатых блоков в осадочной толще, выжатых вверх интенсивными напряжениями сжатия и различающихся характером строения слагающих ее толщ.

По последним оценкам АО «ВНИГРИ» и ООО «ТП НИЦ» НСР УВС составляют 317,9 млн. т у. т., из которых 217,9 млн. т у. т. (76,1%) приходится на нефть, остальные – на растворенный газ. Ресурсы по свободному газу и конденсату отсутствуют.

Однако ГРР, проведенные ПАО «Газпром» и ПАО «НК «Роснефть» в 2010-2014 гг. в пределах Адакского и Поварницкого ЛУ, показывают более высокую плотность ресурсов в пределах Хоседаюско-Воргамусюрского НГР. По результатам бурения пяти поисково-оценочных скважин (1, 2-Воргамусюрская, 1, 2-Адакская и 1-Харутамылькская) лишь в двух получены прямые признаки нефтегазоносности, проанализированы качество углеводородных флюидов и подсчетные параметры резервуаров. При этом необходимо отметить, что все скважины пробурены не в оптимальных структурных условиях. Основные ресурсы сосредоточены в среднеордовикско-нижнедевонском и верхневизейско-нижнепермском карбонатных нефтегазоносных комплексах (НГК) и связаны с ловушками преимущественно тектонически экранированного типа. В границах Адакского участка по

данным сейсморазведочных работ МОГТ-2D выявлены и подготовлены четыре перспективные структуры: Воргамусюрская, Восточно-Воргамусюрская, Малоадакская и Харутамылькская (рис. 2-3). На Поварницком участке по материалам сейсморазведочных работ МОГТ-3D в объеме 410 км² совместно с материалами МОГТ-2D в объеме 436 пог. км к глубокому бурению подготовлены Западно-Поварницкая, Восточно-Заостренская и Северо-Заостренская структуры [Геологическое строение..., 2015].

Опираясь на фактические данные бурения и данные сейсморазведочных работ МОГТ-2D и 3D, проведена ресурсная оценка лишь в пределах вышеперечисленных участков. Извлекаемые ресурсы категории D₀ Адакского ЛУ составили 89,0 млн. т нефти (верхнесилурийско-нижнедевонские отложения) и 49,1 млрд. м³ свободного газа (верхнеордовикские отложения), для Поварницкого ЛУ - 41,4 и 75,2 млрд. м³, соответственно. Суммарные НСР УВС двух участков оцениваются в 261,9 млн. т. Ловушки с газовым характером пластовых флюидов в верхнеордовикских отложениях залегают на больших глубинах (около 5000 м) и не оценивались.

Кроме этого, в пределах северной части Хоседаюско-Воргамусюрского НГР находятся две подготовленных к бурению структуры (Нядейтинская и Кушвожская) и две выявленных сейсморазведкой (Панэчатинская и Западно-Кушвожская). Из бурения с отрицательными результатами выведены Восточно-Адзвинская (скв. 1), Северо-Адзвинская (скв. 1) и Адзвинская (скв. 1 и 2) структуры. Анализ результатов бурения на этих структурах показал, что они выведены из бурения преждевременно. НСР нефти северной части НГР с использованием коэффициента недоразведанности ресурсов, равным 1,3, составляют более 70 млн. т.

Интинско-Лемвинский НГР выделен во внутренней интенсивно дислоцированной части Косью-Роговской впадины, объединяющей Интинскую и Прилемвинскую складчато-чешуйчатые зоны. По последним оценкам АО «ВНИГРИ» и ООО «ТП НИЦ» суммарные ресурсы свободного газа составляют 233,7 млрд. м³, из них 177,8 млрд. м³ (или 76%) относятся к подготовленным (17,3 млрд. м³) и локализованным (160,5 млрд. м³) структурам.

В Интинско-Лемвинском НГР промышленная газоносность установлена для двух природных резервуаров – среднекаменноугольного (регионального по характеру) и нижнепермского (локального, связанного с ассельскими одиночными биогермами) на Интинском нефтегазоконденсатном и Кожимском газоконденсатном месторождениях. Нижезалегающие горизонты в пределах НГР глубоким бурением практически не изучены.

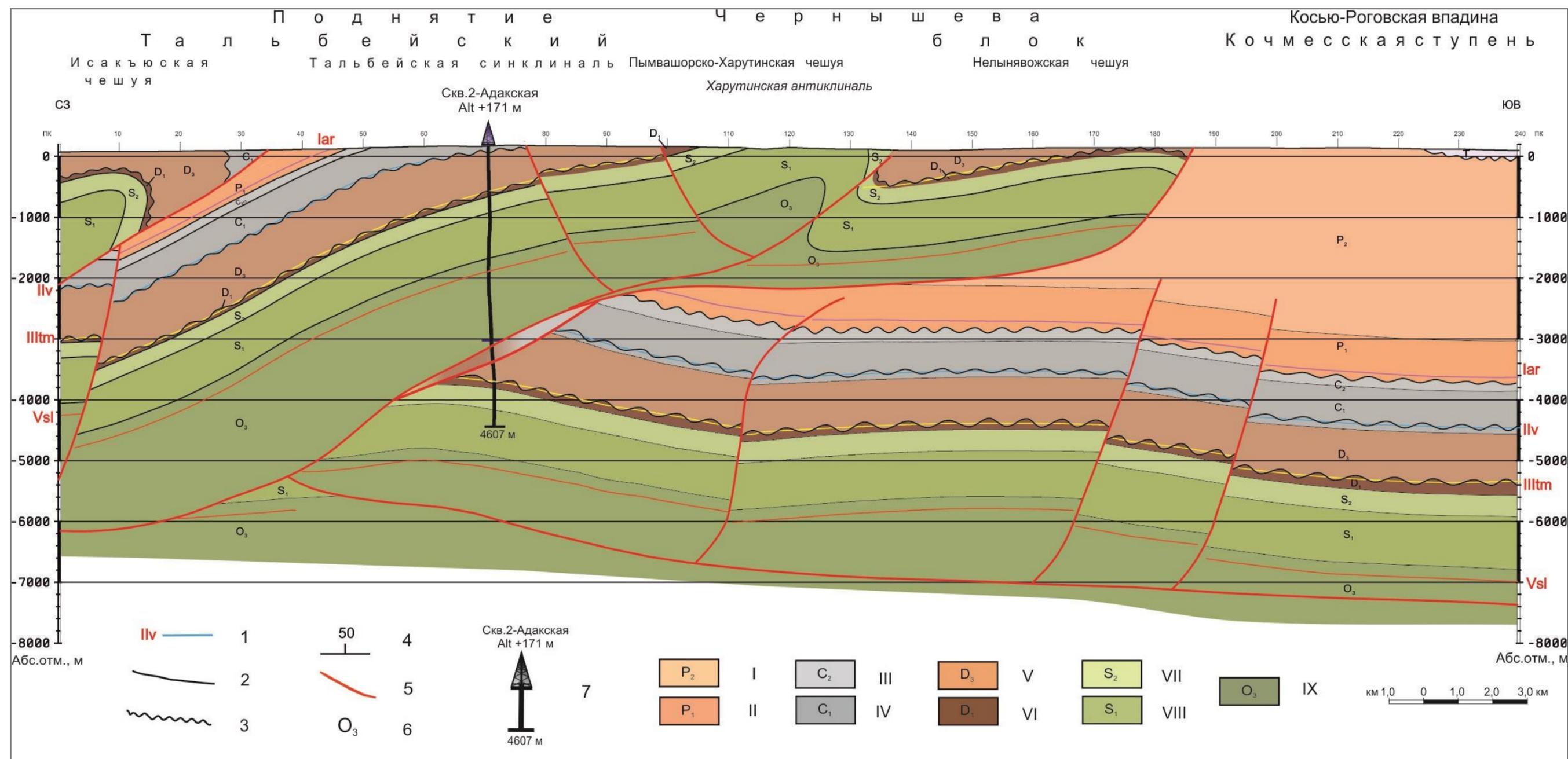


Рис. 2. Сейсмогеологический разрез через скв. 2-Адакская

1 - отражающие горизонты и их индексы, геологические границы: 2 – согласные, 3 - несогласные, 4 – пикеты, 5 - разрывные нарушения, 6 - стратиграфические индексы, 7 - поисково-оценочная скважина, номер, площадь, альтитуда, забой. Пермская система: I - верхний отдел, II - нижний отдел, каменноугольная система: III - средний отдел, IV - нижний отдел, девонская система: V - верхний отдел, VI - нижний отдел, силурийская система: VII - верхний отдел, VIII - нижний отдел, ордовикская система: IX - верхний отдел.

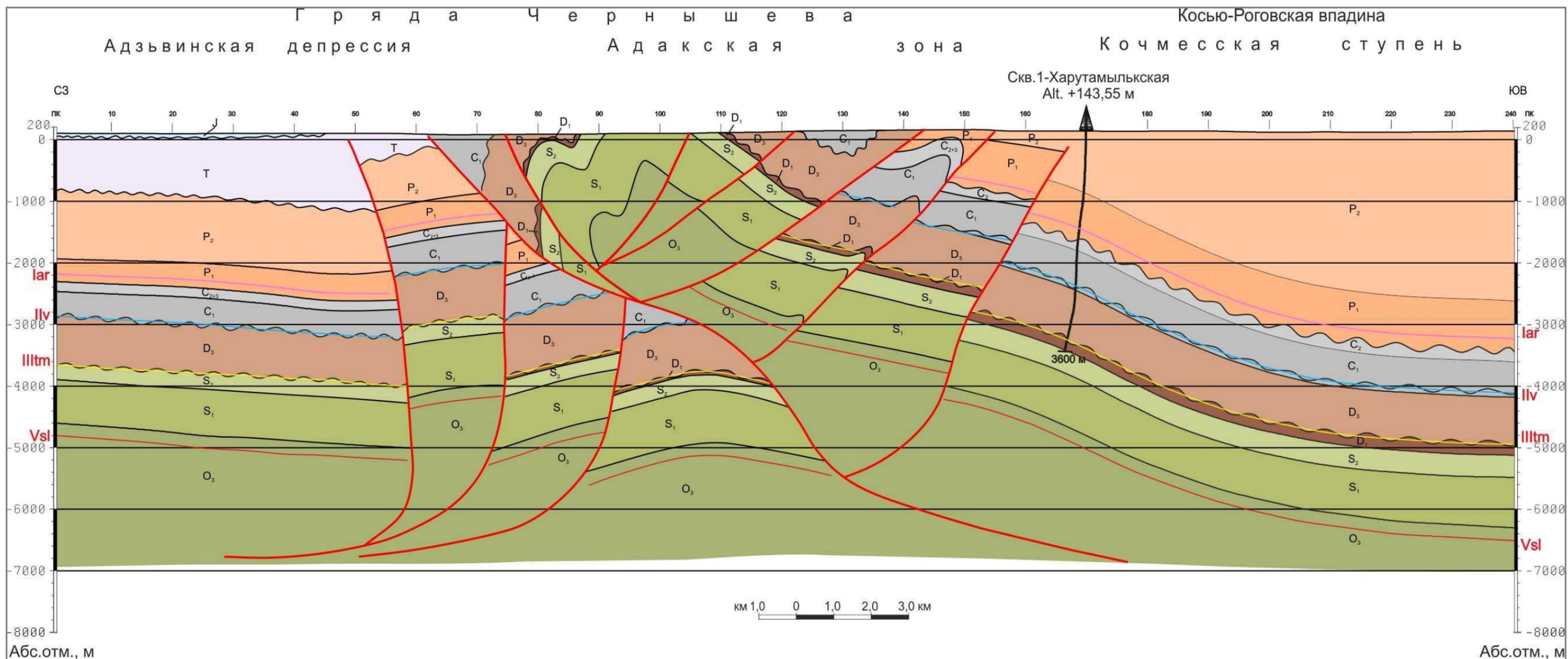


Рис. 3. Сейсмогеологический разрез через скв. 1-Харутамыльская

Усл. обозначения см. на рис. 2.

В полевые сезоны 2008-2010 гг. на ЛУ ООО «Тимано-Печорская газовая компания», включающих Интинское и Кожимское месторождения, выполнены сейсморазведочные работы МОГТ-3D в объеме 405 км², по результатам которых получен прирост запасов газа в объеме около 5 млрд. м³, а также оценены перспективные ресурсы невоскрытых залежей паравтохтона и автохтона (более 26 млрд. м³).

Позже по результатам переобработки и переинтерпретации материалов сейсморазведочных работ МОГТ-2D на Пармаюском, Анкудинском, Левогрубейском, Лемвинском и Восточно-Лемвинском ЛУ уточнена геологическая модель территории. С учетом результатов бурения поисково-оценочной скв. 1-Левогрубейская подготовлена новая ресурсная оценка локализованных объектов Интинско-Лемвинского НГР, которая составила около 390 млрд. м³, в том числе 90 млрд. м³ – подготовленные ресурсы.

Несмотря на проведение детализированных сейсморазведочных работ, территория изучена сейсмическими методами крайне неравномерно. В целом, по Интинско-Лемвинскому НГР плотность сейсмических профилей составляет 1,275 пог. км/км², и он по этому показателю относится к наиболее изученным. При достаточно высоких неразведанных ресурсах и большом количестве перспективных объектов, существуют и негативные факторы для проведения ГРП – высокое содержание сероводорода, значительная тектоническая (блоковая) раздробленность, влияющая на сохранность УВ в отдельных ловушках.

Восточно-Лемвинский ПГР выделен в границах Восточно-Лемвинской складчато-покровной зоны. Этот район расширил перспективные земли ТП НГП не в результате региональных ГРП, а за счет проведения сейсморазведочных работ частными инвесторами.

Наиболее перспективными по аналогии с соседними Интинско-Лемвинским и Кочмесским НГР Северо-Предуральской НГО являются среднеордовикско-нижнедевонский, доманиково-турнейский и верхневизейско-нижнепермский карбонатные НГК. В пределах Восточно-Лемвинского ПГР, характеризующегося слабой геолого-геофизической и буровой изученностью, месторождений УВС пока не обнаружено. Ресурсы свободного газа по оценке ООО «ТП НИЦ» (все - нелокализованные) Восточно-Лемвинского ПГР составили 112,5 млрд. м³, причем подавляющая часть ресурсов газа (90,2 млрд. м³ или 80,2%) приурочена к базовому верхневизейско-нижнепермскому комплексу, сложенному разнофациальными отложениями.

Поисково-оценочные скважины на территории Восточно-Лемвинского ПГР пробурены ПАО «Газпром» на Восточно-Лемвинской, Юньяхинской и Северо-Пагинской структурах (рис. 4-5). Притоков газа не получено, ни одна из скважин не вскрыла кровлю средневизейско-нижнепермского НГК, они частично решали задачи параметрического и

структурного бурения. За последние годы работами, проводимыми ПАО «Газпром», на территории выявлен сейсморазведкой ряд локальных структур – Юньяхинская, Кебылаюская, Усть-Кокпельская, Северо-Пагинская, Юсьнырская, Тарьяхинская и другие (всего в фонде локальных структур находится 25 выявленных объектов, из них только 15 оценены ресурсами свободного газа, объемом более 220 млрд. м³). Основная доля ресурсов связана со среднекаменноугольными отложениями верхневизейско-нижнепермского карбонатного НГК.

По результатам геологосъемочных и тематических работ в пределах западного склона Приполярного Урала установлены многочисленные обнажения разновозрастных рифогенных отложений палеозойского возраста, свидетельствующие о существовании на границе Печорской карбонатной платформы и континентального склона палеоуральского океана группы рифогенных систем. Благоприятное залегание высокоуглеродистых сланцевых формаций континентального склона и высокочемких коллекторов рифогенного генезиса на краю карбонатной платформы также позволяет надеяться на высокую успешность ГРП.

Анализ геолого-геофизической изученности ТПП показал, что, несмотря на расширение ГРП в Предуральском прогибе, этот район, содержащий преимущественно газовые ресурсы, остается наименее изученным и характеризуется неоднозначностью существующих оценок его углеводородного потенциала. Пробуренные скважины в основном изучили геологический разрез и уточнили сейсмическую привязку отражающих горизонтов, но ни одна из них не решила поисковые задачи.

Таким образом, несмотря на недостаточную изученность территории сейсморазведкой и глубоким бурением, значительные глубины залегания перспективных горизонтов (кроме верхневизейско-нижнепермского карбонатного) и отсутствие инфраструктуры (дорог, нефте- или газопроводов), в настоящее время основным направлением ГРП на газ в ТП НГП остается ее восточное обрамление (включая Предуральский краевой прогиб и Западно-Уральскую складчато-надвиговую зону), о чем свидетельствует ряд факторов:

- наличие достаточной неразведанной части НСР, из которых значительную часть занимают нелокализованные ресурсы (53,4%);
- наличие в районе уже открытых залежей (в том числе крупных) и газопроявлений;
- благоприятные литолого-фациальные условия – высокая вероятность присутствия коллекторов и флюидоупоров, в том числе галогенных, в разрезе НГК;
- благоприятные структурные и геохимические условия.

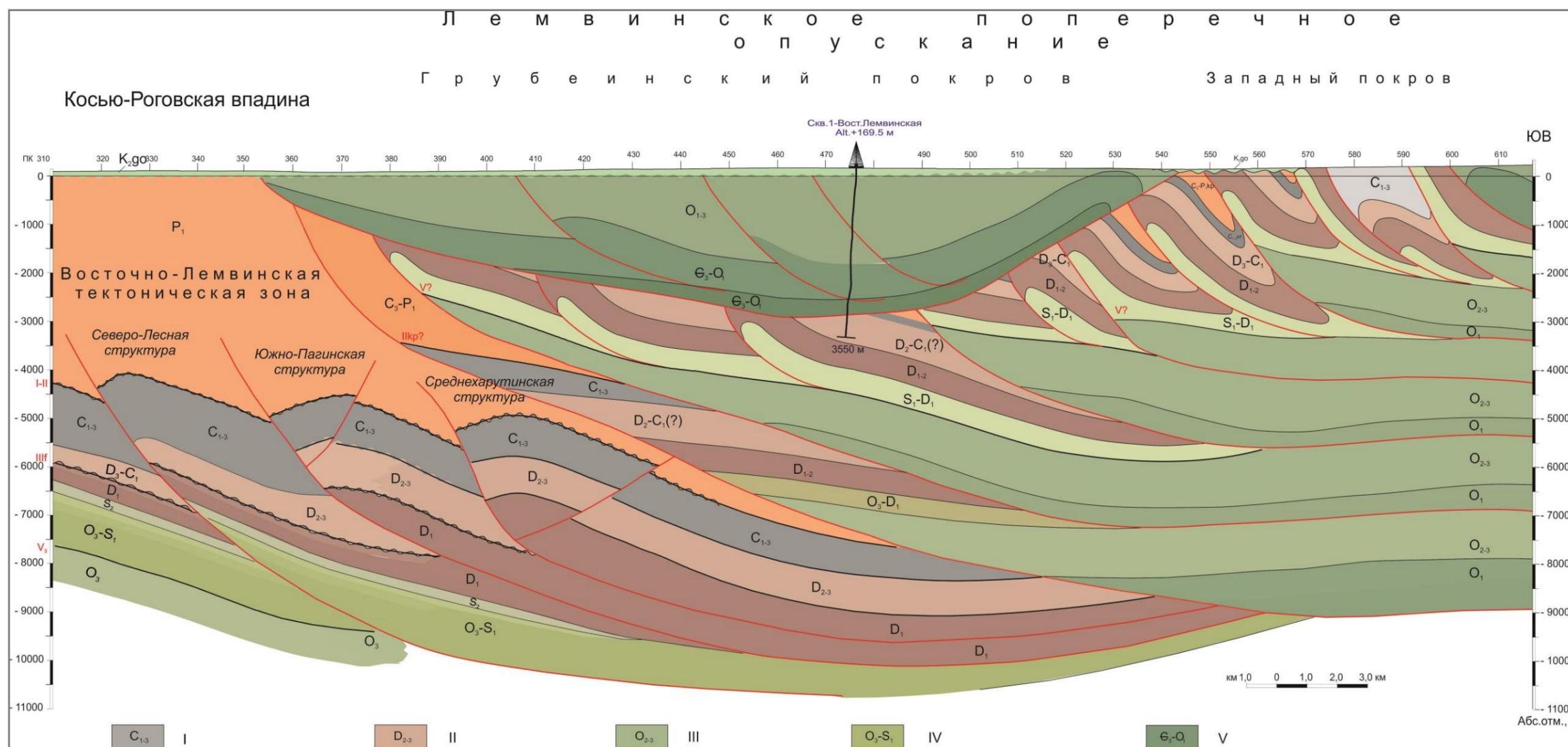


Рис. 4. Сейсмогеологический разрез через скв. 1-Восточно-Лемвинская

Каменноугольная система: I - нижний-верхний отделы, девонская система: II - средний-верхний отделы, ордовикская система: III - средний-верхний отделы, IV - верхний ордовик и нижний силур, V - верхний кембрий и нижний ордовик. Остальные усл. обозначения см. на рис. 2.

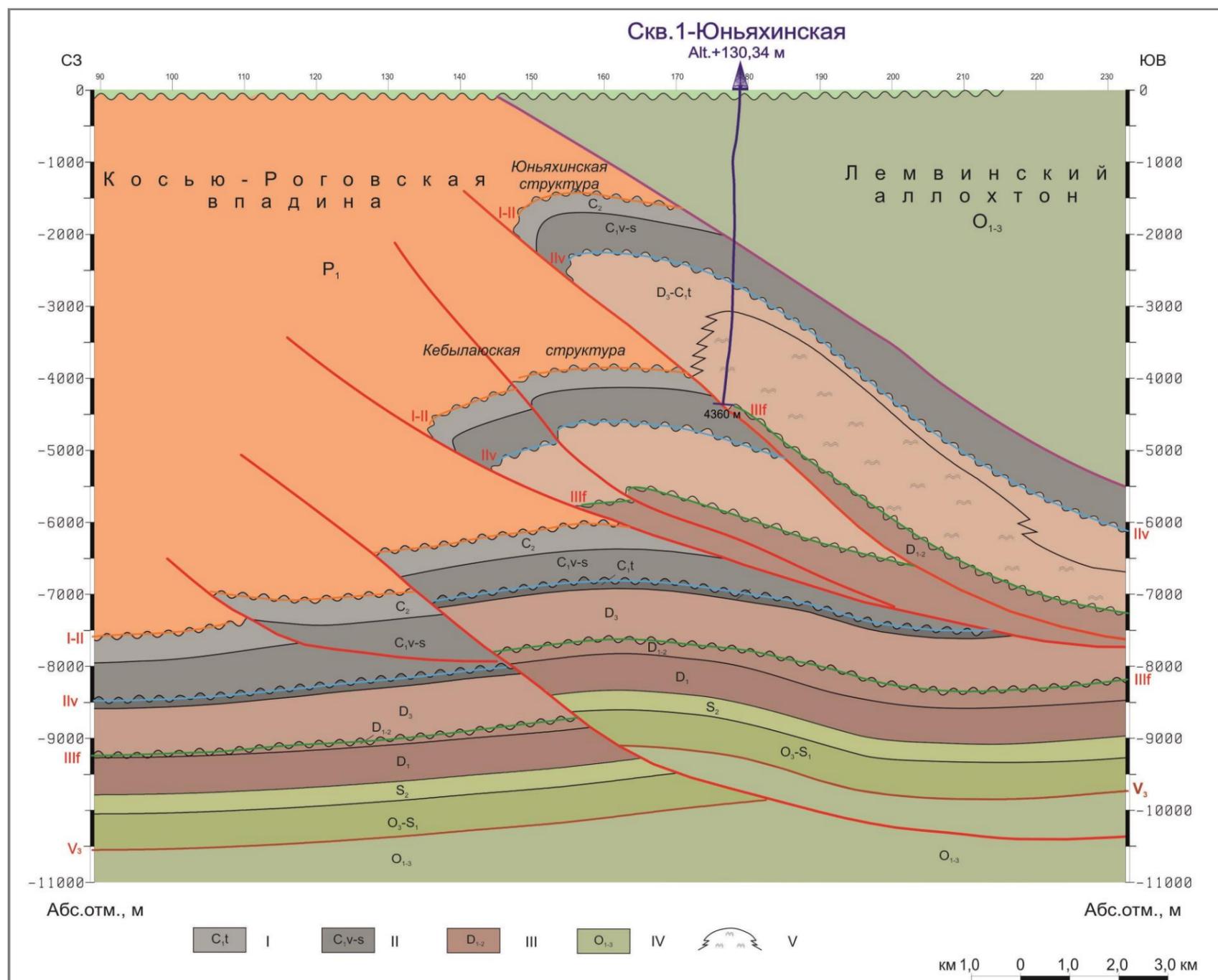


Рис. 5. Сейсмогеологический разрез через скв. 1-Юньяхинская

Каменноугольная система, нижний отдел: I - турнейский ярус, II - визейский и серпуховский ярусы; девонская система: III - нижний-средний отделы; ордовикская система: IV - нижний-верхний отделы; V - органогенные постройки, предполагаемые по данным сейсморазведки. Остальные усл. обозначения см. на рис. 2.

Основными поисковыми объектами остаются карбонатные отложения поздневизейско-раннепермского возраста на глубинах доступных для поисково-оценочного бурения, в Хоседаюско-Воргамусюрском НГР перспективы также могут быть связаны и с более древними НГК.

Как показал опыт работ, на Адакском и Воргамусюрском участках недр без надежной и современной сейсмической основы возникают серьезные риски при проведении поисково-оценочного бурения. Для выбора первоочередных направлений ГРП, в первую очередь, необходимо проводить соответствующие экономические расчеты, учитывающие количество возможных запасов/ресурсов, глубины залегания перспективных горизонтов, удалённость территорий от инфраструктуры и другие с учетом текущих цен на УВС. Безусловно, газовые ресурсы Предуралья ТП НГП на сегодняшний день недостаточно изучены, главным образом строение резервуара и особенности сложнейшего пустотного пространства в карбонатной матрице, о чем свидетельствуют представленные ресурсные оценки. Необходимо продолжать изучение и мониторинг сырьевой базы этого района для поддержания существующей газоперерабатывающей инфраструктуры на северо-западе РФ.

Литература

Геологическое строение и перспективы газоносности Западного склона Полярного и Приполярного Урала (по результатам геологоразведочных работ) / Под общ. ред. В.Н. Данилова; Филиал ООО «Газпром ВНИИГАЗ»; ФГУП «ВНИГРИ». – СПб.: ФГУП «ВНИГРИ», 2015. – 264 с.

Ермакова О.Л., Мартынов А.В., Опекунова Ю.В., Скачкова И.В. Основные направления поисков углеводородов в пределах западного склона Приполярного Урала // Рассохинские чтения: материалы Международной конференции (г. Ухта, 2-3 февраля 2017 г.); под ред. Н.Д. Цхадая. - Ухта: УГТУ, 2017. – С. 57-59.

Martynov A.V.

All-Russia Petroleum Research Exploration Institute (VNIGRI); Saint-Petersburg Mining University, St. Petersburg, Russia

RESULTS OF GEOLOGICAL EXPLORATION ACTIVITY FOR OIL AND GAS WITHIN THE CHERNYSHEV RIDGE AND THE WESTERN PRE-POLAR URAL SLOPE

The results of the analysis of geological exploration for oil and gas in the northern part of the Pre-Ural Foredeep and the Western Ural area of linear folded-thrust structures are presented. Currently, the prospects are associated with these areas and a significant amount of exploration activity has already been carried out, including the MOGT-3D seismic survey and drilling. The greatest hydrocarbon resources are predicted in the Carboniferous - Lower Permian carbonate section. High exploration risks are associated with the widespread development of thrust tectonics and the complicated nature of carbonate reservoirs.

Keywords: *oil and gas exploration activity, hydrocarbon resources, carbonate reservoir, Carboniferous - Lower Permian carbonate section, Chernyshev rRidge, Pre-Ural Foredeep.*

References

Ermakova O.L., Martynov A.V., Opekunova Yu.V., Skachkova I.V. *Osnovnye napravleniya poiskov uglevodorodov v predelakh zapadnogo sklona Pripolyarnogo Urala* [The main directions of hydrocarbon exploration within the western slope of the Pre-Polar Urals]. Rassokhinskie chteniya: materialy Mezhdunarodnoy konferentsii (Ukhta, 2-3 Feb 2017); editor N.D. Tskhadaya, Ukhta: UGTU, 2017, pp. 57-59.

Geologicheskoe stroenie i perspektivy gazonosnosti Zapadnogo sklona Polyarnogo i Pripolyarnogo Urala (po rezul'tatam geologorazvedochnykh rabot) [Geological structure and gas potential of the Western slope of the Polar and Pre-Polar Urals (according to the results of exploration activity)]. Pod obshch. red. V.N. Danilova; Filial OOO «Gazprom VNIIGAZ»; FGUP «VNIGRI». St. Petersburg: FGUP «VNIGRI», 2015, 264 p.

© Мартынов А.В., 2020