

УДК 553.98.2

DOI 10.31087/0016-7894-2021-1-41-56

## Перспективы нефтегазоносности шовных зон северного сегмента Предуральского краевого прогиба

© 2021 г. | Е.Б. Грунис<sup>1</sup>, В.Б. Ростовщиков<sup>2</sup>, Б.И. Давыденко<sup>1</sup>

<sup>1</sup>ФГБУ «Всероссийский научно-исследовательский геологический нефтяной институт», Москва, Россия; grunis@vnigni.ru; boroil@vnigni.ru;

<sup>2</sup>ФГБОУ ВО «Ухтинский государственный технический университет», Ухта, Россия; vrostovchikov@ugtu.net

Поступила 01.12.2020 г.

Доработана 15.12.2020 г.

Принята к печати 25.12.2020 г.

**Ключевые слова:** северный сегмент Предуральского краевого прогиба; шовные зоны; горст; гряда; тектонодинамический анализ; рифогенные образования; континентальная пассивная окраина; орогенез.

**Аннотация:** Шовные зоны северного сегмента Предуральского краевого прогиба представлены сложнопостроенными структурно-тектоническими образованиями, которые являются высокоперспективными в отношении поисков месторождений нефти и газа, но слабоизученными. В статье на основе структурно-тектонического, литофациального и геохимического анализов обосновываются перспективы нефтегазоносности Чернышевской и Черновской шовных зон. Структурно-тектонический анализ позволил выделить первоочередные объекты для проведения поисково-разведочных работ, в том числе: автохтон Хоседаю-Неруюского вала, приразломные Восточно-Воргамусюрская и Поварницкая структуры, Юньягинский рифовый объект, восточную часть горста Чернова. Литофациальные комплексы и природные резервуары, сформированные в палеозое в условиях пассивной окраины Восточно-Европейской платформы, характеризуются наличием седиментационных порово-кавернозных коллекторов в рифах, а также вторичных гипергенных и кавернозных и трещинных коллекторов тектонодинамической природы. Геохимическая обстановка способствовала аккумуляции углеводородов в наиболее приподнятых по отношению к очагам генерации шовных зонах. На основе проведенного анализа перспектив нефтегазоносности Чернышевской и Черновской шовных зон предлагаются рекомендации по дальнейшему изучению и опоскованию этих уникальных геологических объектов.

Для цитирования: Грунис Е.Б., Ростовщиков В.Б., Давыденко Б.И. Перспективы нефтегазоносности шовных зон северного сегмента Предуральского краевого прогиба // Геология нефти и газа. – 2021. – № 1. – С. 41–56. DOI: 10.31087/0016-7894-2021-1-41-56.

## Northern segment of Urals Foredeep: petroleum potential of suture zones

© 2021 | E.B. Grunis<sup>1</sup>, V.B. Rostovshchikov<sup>2</sup>, B.I. Davydenko<sup>1</sup>

<sup>1</sup>All-Russian Research Geological Oil Institute, Moscow, Russia; grunis@vnigni.ru; boroil@vnigni.ru;

<sup>2</sup>Ukhta State Technical University, Ukhta, Russia; vrostovchikov@ugtu.net

Received 01.12.2020

Revised 15.12.2020

Accepted for publication 25.12.2020

**Key words:** northern segment of Urals Foredeep; suture zones; horst; ridge; tectonodynamic analysis; reef formations; passive continental margin; orogeny.

**Abstract:** The suture zones of the northern segment of the Urals Foredeep are complex structural and tectonic formations with low exploration maturity and, at the same time, highly promising in terms of prospecting for new oil and gas deposits. In the article, petroleum potential of the Chernyshev and Chernov suture zones are substantiated on the basis of tectonodynamic, lithofacies and geochemical analyses. Structural-tectonic analysis made it possible to identify the high-priority objects for prospecting and exploration, including: autochthon of the Khosedayu – Neruyu swell, the East Vorgamusyur and Povarnitsky fault-line structures, the Yunyaginsky reef object, the eastern part of the Chernov horst. Lithofacies rock associations and natural reservoirs formed in the Paleozoic time in the passive margin of the East European Platform are characterized by the presence of sedimentary porous-cavernous reservoirs in reefs, as well as secondary hypergene and tectonodynamic cavernous and fractured reservoirs. The geochemical environment contributed to hydrocarbon accumulation in the suture zones most elevated in relation to the kitchen areas. Based on the analysis of petroleum potential of the Chernyshev and Chernov suture zones, recommendations are given for further exploration and prospecting of these unique geological objects.

For citation: Grunis E.B., Rostovshchikov V.B., Davydenko B.I. Northern segment of Urals Foredeep: petroleum potential of suture zones. *Geologiya nefi i gaza*. 2021;(1):41–56. DOI: 10.31087/0016-7894-2021-1-41-56. In Russ.

## Введение

Особенностью геологического строения северного сегмента Предуралья является наличие шовных зон, которые соединяют самую северную Косью-Роговскую впадину с платформенной частью Печорской плиты и пограничными впадинами, в том числе с Коротайхинской Пайхой-Новоземельского прогиба (рис. 1). К ним относятся Чернышевская и Черновская шовные зоны, основными элементами которых принято считать гряды Чернышева и горст Чернова.

Шовные зоны имеют исключительно сложное строение, обусловленное особенностями их формирования под воздействием как вертикальных движений эндогенного характера, так и тангенциальных напряжений со стороны Урала и Пай-Хоя в период их активного орогенеза.

Структурно-тектоническое положение, литолого-фациальная характеристика отложений и геологическое строение осадочного чехла в шовных зонах являются благоприятными факторами для прогноза промышленных скоплений УВ и проведения поисковых работ по их обнаружению. Это особенно важно в настоящее время для европейского Севера в целом и, в частности, для Республики Коми, которая имеет развитую нефтегазодобывающую и перерабатывающую инфраструктуру, не обеспеченную качественной сырьевой базой по нефти и газу.

При обосновании перспектив нефтегазоносности шовных зон, как геологических объектов, уникальных по своему строению и условиям формирования, исследовались структурно-тектонические, литофациальные и геохимические критерии нефтегазоносности на основе анализа геолого-геофизических материалов последних лет.

## Результаты исследований

Исследование фактического геолого-геофизического материала последних лет позволяет представить следующие модели формирования залежей УВ в шовных зонах.

**Чернышевская шовная зона.** Основным элементом является гряда Чернышева, расположенная на границе Печорской синеклизы Предуралья и соединяющая с одной стороны Хорейверскую впадину и Варандей-Адзвинскую структурную зону Печорской синеклизы, с другой — Большесынинскую с Косью-Роговской впадиной [1].

Такое положение до сих пор вызывает дискуссии относительно механизма формирования гряды. Существуют следующие представления: гряда Чернышева — это шовный чешуйчато-надвиговый антиклинорий, сформированный над разрывом глубокого заложения (Тимонин Н.И., 1975); бескладчатая надвигово-чешуйчатая структура, расположенная над разломом фундамента (Тарбаев Б.И., 1977);

фронтальная дислокация крупного послынного срыва по соленосным отложениям верхнего ордовика [2] (Юдин В.В., 1985); фронт вдвиговой пластины (Соборнов О.К., Пильник Л.В., 1991, 1992).

Наиболее полная модель строения гряды Чернышева в виде сложной «веерообразной» структуры во фронте Косью-Роговской надвиговой пластины, сформированной в досреднеюрское время в результате послынного срыва по верхнеордовикским соленосным отложениям, описана В.В. Юдиным.

В данной статье принята следующая модель формирования и строения гряды (рис. 2), которая и положена в основу обоснования перспектив нефтегазоносности этой территории.

**Гряда Чернышева** окончательно сформировалась как крупная (размером  $360 \times (5-40)$  км) шовная структура в поздне триас-раннеюрское время в результате интенсивных движений в заключительную фазу орогенного цикла. Она резко выделяется дислоцированностью отложений на фоне пограничных Хорейверской и Косью-Роговской впадин. В строении гряды Чернышева принимают участие отложения, слагающие платформенное ложе Предуралья (ордовик-каменноугольные), и осадки орогенного комплекса, сохранившиеся лишь в синклиниях центральной части гряды. По кровле карбонатных отложений нижней перми и подошве визейского яруса гряда наиболее приподнята в южной и северо-восточных частях [3].

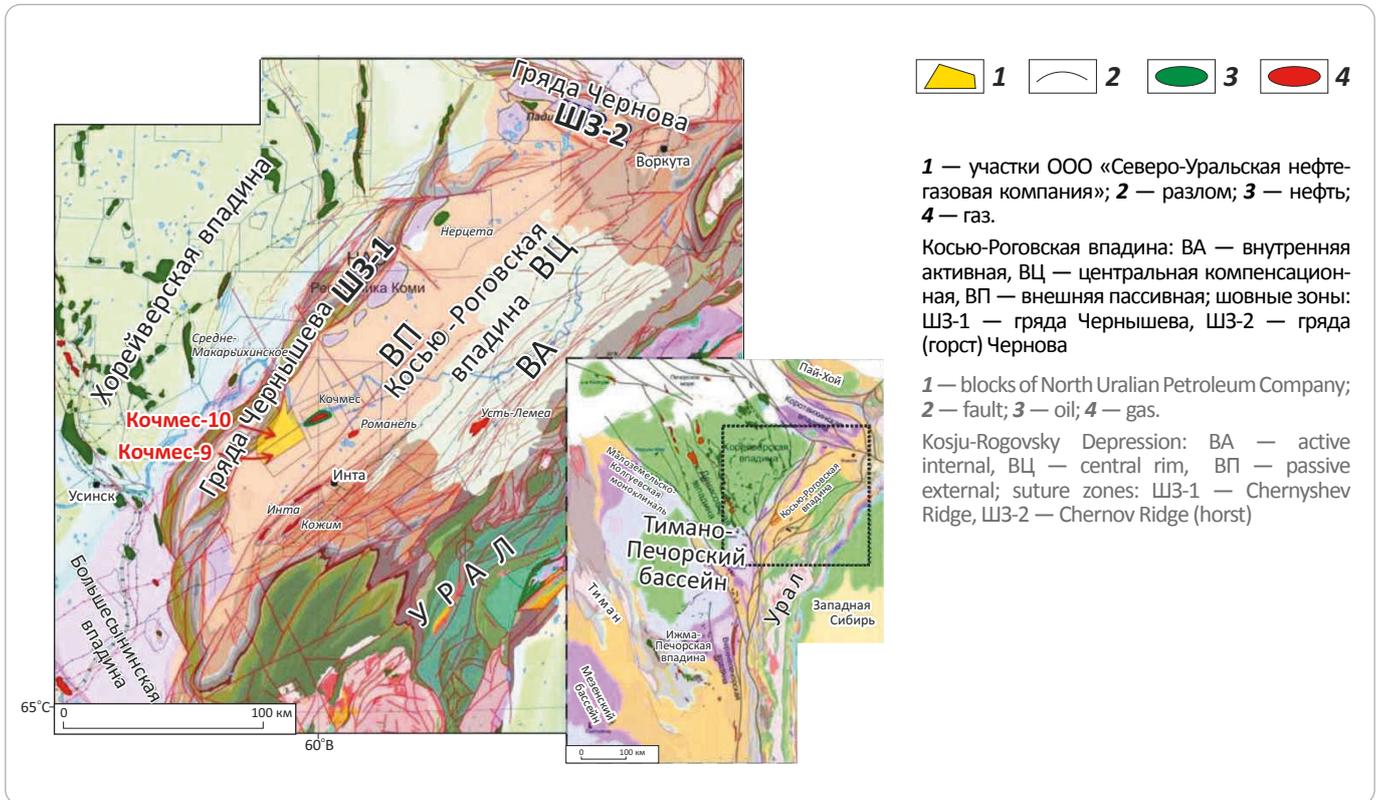
Структуры гряды образовались над линейной системой разломов, ограничивающих западный борт Косью-Роговской впадины. Это сложнопостроенный антиклинорий, состоящий из системы крутых антиклинальных и синклинальных складок, разорванных продольными и диагональными нарушениями. Ядра антиклиналей сложены породами поздне- и среднепермского возраста, ядра синклиналей — верхнепермскими и триасовыми отложениями.

Последние данные сейсморазведки не дают оснований утверждать наличие или отсутствие в основании Косью-Роговской впадины послынного срыва. Юго-восточная граница гряды Чернышева дислоцирована очень сложно, встречаются полого-надвинутые структуры, причем как в юго-восточном (Тальбейский надвиг), так и в северо-западном (Воргамусюрский надвиг) направлении. При этом преобладают пологие надвиги юго-восточного направления. Это свидетельствует о возможном вдвиге структур Косью-Роговской впадины под структуры гряды Чернышева.

По мнению авторов статьи, в формировании осадочного чехла гряды Чернышева можно выделить два этапа: доорогенный и орогенный.

На первом этапе, охватывающем ордовик-раннепермский период, на месте гряды Чернышева существовал грабенообразный желоб глубинного

Рис. 1. Тектонодинамические зоны  
Fig. 1. Tectonodynamic zones



заложения, в котором накапливался обломочный материал, поставляемый с соседних территорий в условиях пассивной континентальной окраины Восточно-Европейской платформы. Тектонические «клавиши» желоба были весьма подвижными, что предопределило частную смену режимов и условий осадконакопления и повлияло на литофациальный облик пород.

Подобные знакопеременные вертикальные движения, определяющие разноуровневое положение Уральского палеоокеана и формирование регрессивно-трансгрессивных рифогенных образований в силурийское, позднедевонское и раннепермское время, испытывала вся северо-восточная часть Восточно-Европейской платформы.

Силурийские рифогенные образования в период обширных регрессий были или полностью размыты, или подвержены значительным гипергенным преобразованиям, идентификация которых затруднена.

Территория гряды Чернышева, как и Варандей-Адзвинского одностороннего рифта, входила в систему наиболее подвижных участков земной коры.

В поздней перми – триасе при интенсивном горообразовании на Урале и формировании Предуральского краевого прогиба происходило активное погружение с мощным накоплением молассоидных толщ пермотриасового возраста.

В конце триаса – начале юры в период окончательного замыкания Уральской геосинклинали в последней стадии орогенеза территория, примыкающая с юго-запада Урала, подвергалась инверсии и тангенциальному сжатию. Наибольшее напряжение испытали приграничные зоны между устойчивым Большеземельским и подвижным Косью-Роговским блоками. В этой зоне Урал спровоцировал «бульдозерный эффект», в результате которого породы осадочного чехла в краевой северо-восточной части были скучены и выведены на поверхность.

Северо-западная внешняя зона, непосредственно контактирующая с Большеземельским блоком, явилась буфером и поэтому испытала тангенциальные напряжения в затухающей стадии, о чем свидетельствует более спокойная тектоническая обстановка. Адзьявомская депрессия в этом случае сыграла роль природного компенсатора напряжений.

Наибольшие напряжения пришлось на внутреннюю зону между Адзьявомской депрессией и Косью-Роговской впадиной, где сформировались сложнодислоцированные образования Тальбейского блока, при выклинивании которого самые древние породы осадочного чехла (силур – девон) были выведены на поверхность.

В окончательном варианте модель гряды Чернышева представлена следующими структурно-тектоническими элементами.



**Хоседаюская антиклинальная зона** расположена в северо-западной части гряды Чернышева и представляет собой линейную структуру, ориентированную на северо-запад, размером  $175 \times (5-10)$  км. От Цильегорской депрессии Хорейверской впадины вал отделяется серией крупных, расположенных кулисообразно, высокоамплитудных нарушений взброснадвигового типа. В направлении с юго-запада на северо-восток выделяются крупные Заостренская, Усино-Кушшорская, Хоседаю-Неруюская структуры, а также ряд более мелких — Адзвинская, Южно-Степковожская и др. Наиболее высокое положение занимает центральный блок Усино-Кушшорской структуры, а также разбитая дизъюнктивами Адзвинская антиклиналь, их превышения над Адзавомской депрессией составляют соответственно 1700 и 600 м. Складки осложнены нарушениями типа взброснадвиг. Западные крылья структур оборваны дизъюнктивами взброснадвигового типа, восточные крылья более пологие и не нарушены.

**Адзавомская депрессия** отделяет Хоседаюскую антиклинальную зону от Тальбейского блока и представляет собой желобообразную отрицательную структуру (прогиб) северо-восточного простирания размером  $165 \times (5-10)$  км. Моноклиальный подъем горизонтов восточного борта Адзавомской депрессии, ограниченной системой нарушений, формирует крупную Нижнеадзвинскую приразломную тектонически экранированную структуру.

**Тальбейский блок** представляет собой чешую-моноклиаль, воздымающуюся по поверхности поддвига на юго-восток. Амплитуда смещения по поверхности разрывного нарушения превышает 20 км, размеры составляют  $200 \times (3-15)$  км. Тальбейский блок имеет сложное геологическое строение. В его формировании важную роль сыграли не только крупноамплитудные надвиги и сопряженные с ними косорасположенные сбросовдвиги и взбросовдвиги, но и, возможно, подвиги и вдвиги. Горизонтальное движение происходило главным образом по пластичным солевым толщам ордовика. В пределах Тальбейского блока выделены Исакьюская чешуя, Нельнявожская антиклинальная зона и Тальбейская синклиналь, а также установлен ряд крупных поднадвиговых структур, в том числе автохтонная тектонически экранированная Малоадакская (размер  $26 \times 3,5$  км, амплитуда 700 м, площадь более  $60 \text{ км}^2$ ), Воргамусюрская и Западно-Поварницкая поднадвиговые структуры.

**Восточно-Воргамусюрская складчатая зона** выделена в виде узкой полосы размером 5–10 км, надвинутой на структуры Косью-Роговской впадины на 150 км в длину. Под надвигами Восточно-Воргамусюрской складчатой зоны залегают Восточно-Воргамусюрская структура площадью более  $70 \text{ км}^2$ , а также большая часть Харутамылькской структуры, часть Поварницкой.

**Шарью-Заостренский блок**, расположенный южнее Тальбейского, имеет северо-восточное простирание, ширину около 20–30 км, длину до 100 км. По его краям расположены антиклинальные Еджид-Заостренская и Неченская структуры (чешуи), в центральной его части находится Шарью-Заостренская синклиналь. С востока Шарью-Заостренская синклиналь перекрывается пластинами сложнопостроенной Восточно-Шарьюской антиклинали (чешуи). Эти крупные складки осложнены более мелкими структурами.

**Яньюский блок**, расположенный на юге гряды Чернышева, имеет субмеридиональное простирание, представляет собой узкую (7–12 км) антиклинальную зону длиной более 100 км и является поперечной структурой Предуральского прогиба, разделяющей Большепесынинскую и Косью-Роговскую впадины.

В пределах гряды Чернышева можно выделить три разнотипные по тектоническому строению зоны нефтегазонакопления: среднедислоцированные юго-западную, центральную и сильнодислоцированную северо-восточную.

**Юго-западная внешняя зона** примыкает к Хорейверской впадине и Варандей-Адзвинской структурной зоне по глубинному разлому сложного строения. Представлена так называемой Хоседаюской структурной зоной, основным элементом которой является Хоседаю-Неруюский вал (рис. 3), осложненный брахиантиклинальными высокоамплитудными структурами, ограниченными тектоническими нарушениями.

Промышленная нефтеносность установлена в доманиково-турнейском и визейско-нижнепермском нефтегазонаосных комплексах (НГК) на Хоседаю-Неруюском месторождении. Южнее в отложениях верхнего девона открыта Усино-Кушшорская залежь нефти. В пределах зоны выявлены частично подготовлены к бурению не менее восьми высокоперспективных объектов в ордовик-силурийском, доманиково-турнейском НГК.

**Центральная зона** приурочена к Адзвинской депрессии. Здесь могут представлять интерес ордовик-пермские отложения в области контакта с Тальбейским блоком. Ловушки структурно-тектонические. Возможно развитие рифогенных образований в позднем девоне. Здесь выделены Южно-Адзвинская и Нижнеадзвинская структурно-тектонические ловушки.

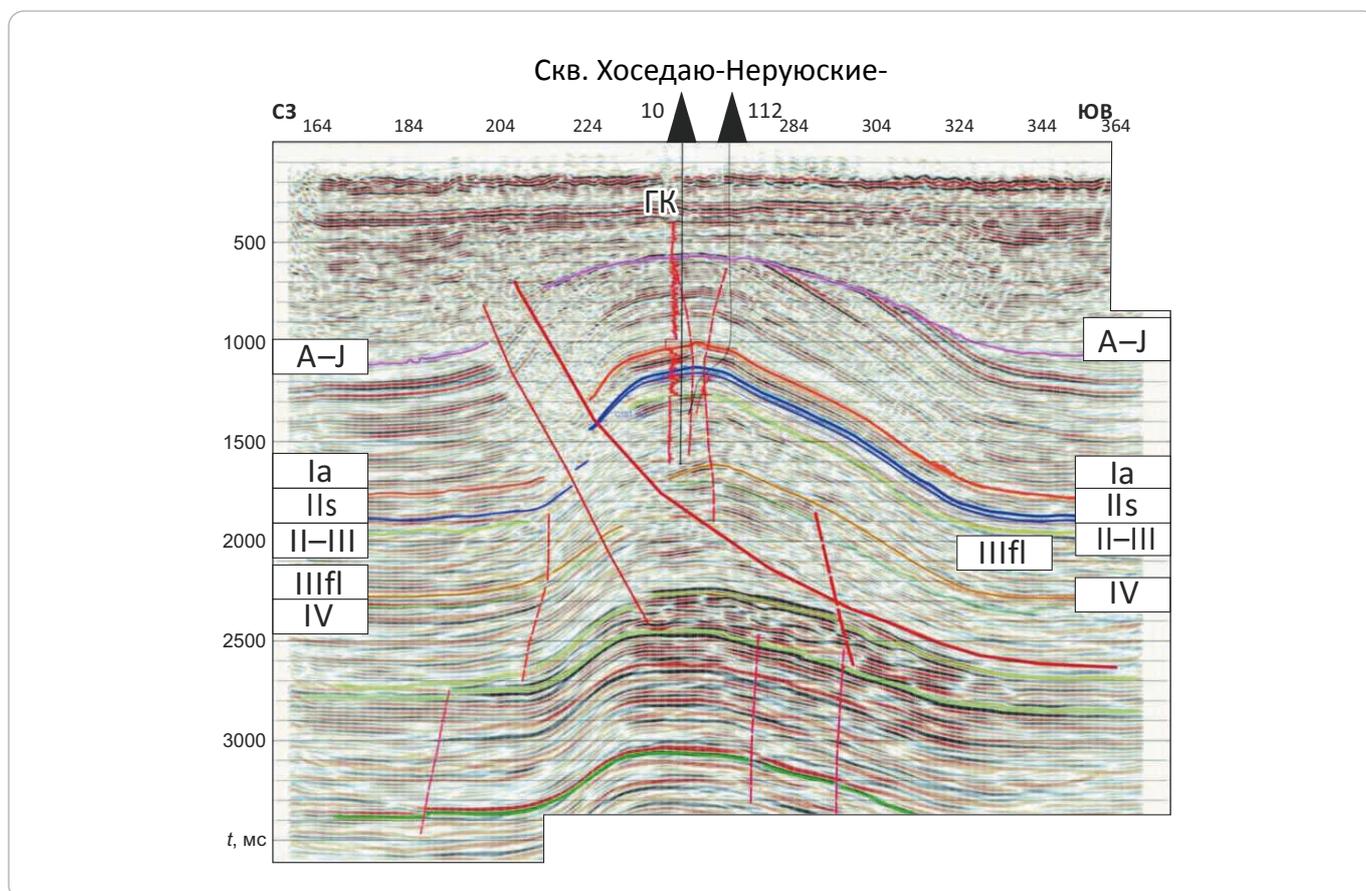
**Внутренняя северо-восточная зона** — наиболее крупная по размерам и наиболее сложная в структурно-тектоническом отношении.

Несомненный интерес представляет Восточно-Воргамусюрская структурная зона, где картируются крупные высокоамплитудные ловушки под надвинутым клином Тальбейского блока. К ним относятся Воргамусюрская и Поварницкая структуры.



## HYDROCARBON POTENTIAL OF URALS FOREDEEP

**Рис. 3.** Временной разрез через Хоседаю-Неруюское месторождение нефти  
**Fig. 3.** Time section across the Khosedayu-Neruyusky oil field



В пределах Тальбейского клина выделяются структуры Попадьюожская-1 и Попадьюожская-2 (рис. 4).

Первоначально формирование ловушек происходило в период относительно спокойного платформенного развития территории, но окончательный вид они приобрели в период кардинальной перестройки структурного плана в конце триаса – начале юры.

Коллекторами в перспективных нефтегазоносных комплексах являются карбонатные отложения различного генезиса. В процессе постседиментационных процессов они подвергались значительным тектоническим, гипергенным и эрозионным изменениям.

На заключительной стадии тектогенеза на формирование коллекторов и покрышек существенное влияние оказал динамометаморфизм, которому подвергалась вся толща осадочных отложений Тальбейского блока.

Покрышками являются плотные глинистые карбонаты, которые в контакте с разрывными нарушениями могут образовывать тектонические экраны.

Формирование залежей происходило в течение всего периода развития территории по мере миграции УВ из соседней Косью-Роговской очаговой зоны.

Активизация тектонических процессов в конце триаса – начале юры привела к существенному изменению первоначально сформированных залежей: большая часть из них была разрушена, другие перестроены и только после завершения тектонической перестройки были созданы новые залежи.

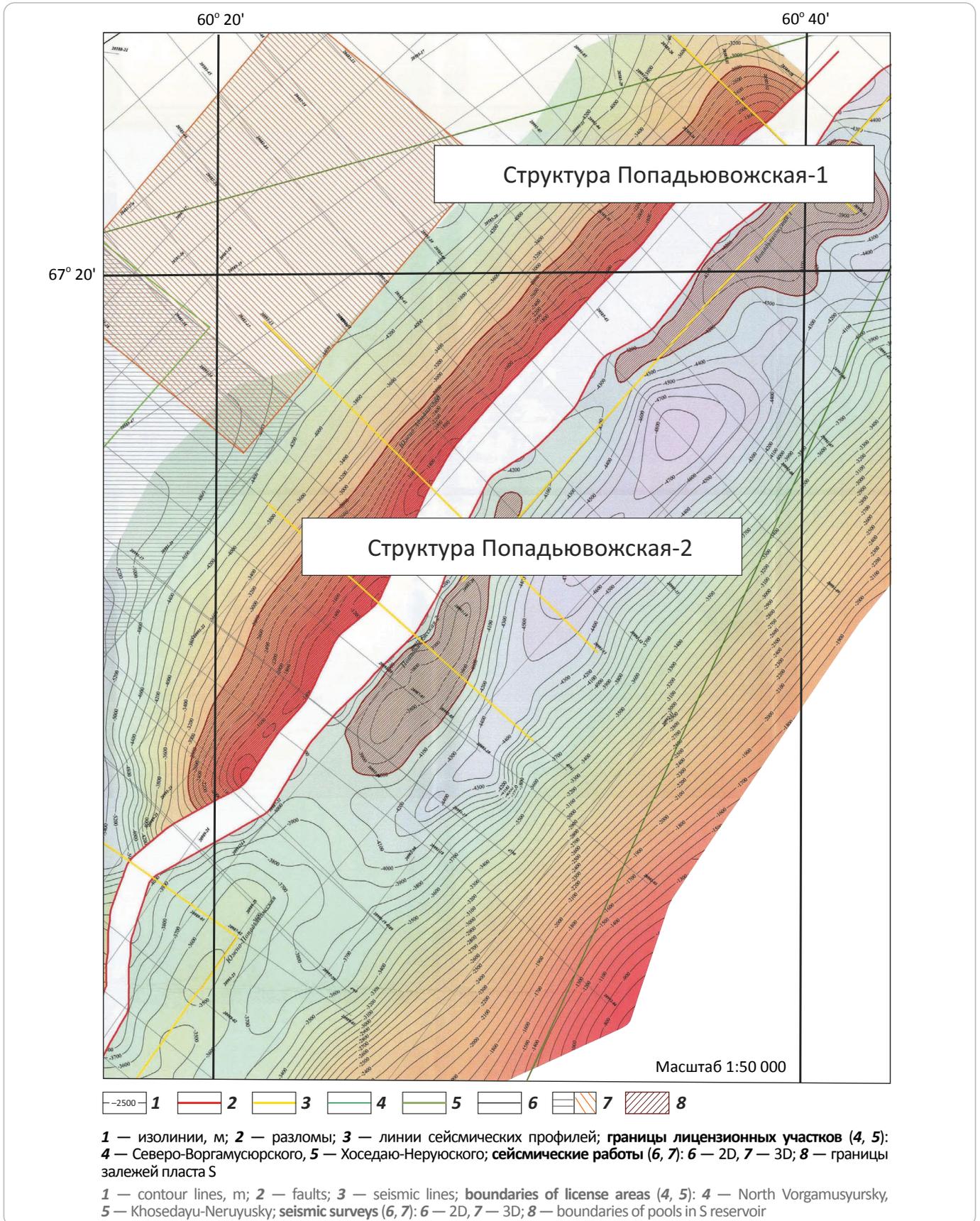
Об этом свидетельствуют следы разрушенных залежей, наличие нефтей различного физико-химического состава: от тяжелых вязких до легких.

**Черновская шовная зона** (рис. 5). Основным элементом является гряда или, по последней трактовке, горст Чернова Предуральского краевого прогиба, который соединяет Косью-Роговскую впадину с Коротайхинской впадиной Предпайхойско-Новоземельского краевого прогиба (см. рис. 1) и до последнего времени не воспринимался как территория, заслуживающая внимание в отношении нефтегазоносности. Но полученные в последние годы геофизические материалы дают основания рассматривать этот объект как перспективный на наличие залежей УВ.

Горст Чернова – это субширотная надразломная надвигоблоковая линейная зона размером 115 × (5–10) км (рис. 6).

Блоки разновозрастных палеозойских карбонатных пород сочленены по плоскостям дизъюнктив-

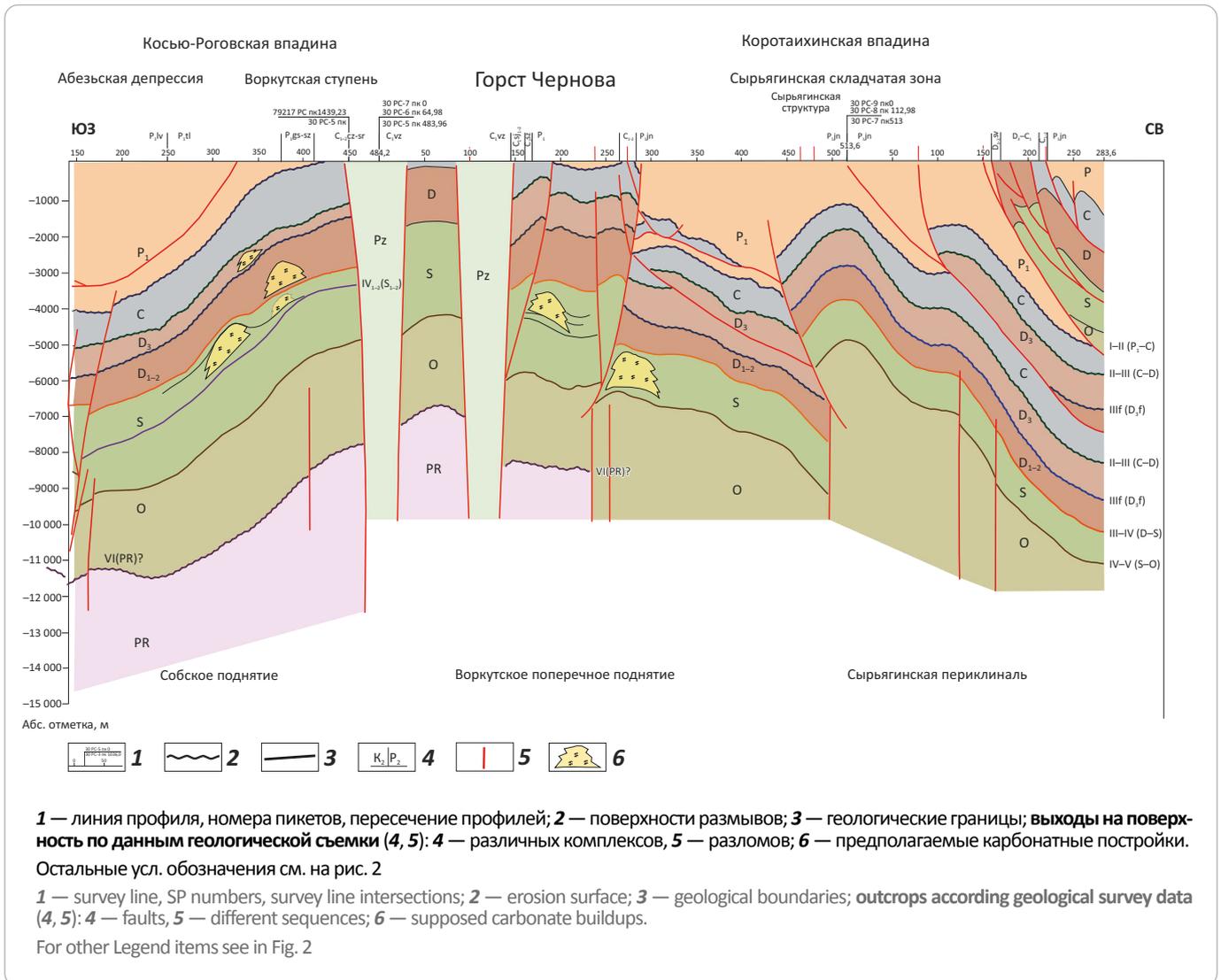
**Рис. 4.** Структурная карта по отражающему горизонту IV (S) Попадьюовожской структуры (по материалам НК «Горный») **Fig. 4.** Depth map of IV (S) Reflector in Popad'yuzovzhsky structure (according to materials of NK Gornyi)





## HYDROCARBON POTENTIAL OF URALS FOREDEEP

**Рис. 5.** Модель строения Черновской шовной зоны (по материалам ОАО «Севергеофизика») **Fig. 5.** Model of the Chernov suture zone structure (according to materials of Severgeofizika)



ными нарушениями. На формирование структур оказали влияния разнонаправленные тектонические напряжения со стороны Пай-Хоя и Полярного Урала. В автохтонной палеозойской части разреза выделяется ряд антиклинальных структур. Аллохтонная часть разреза является сильнодислоцированной и неизученной.

В формировании Черновской шовной зоны, как и Чернышевской, можно выделить два этапа развития: доорогенный и орогенный.

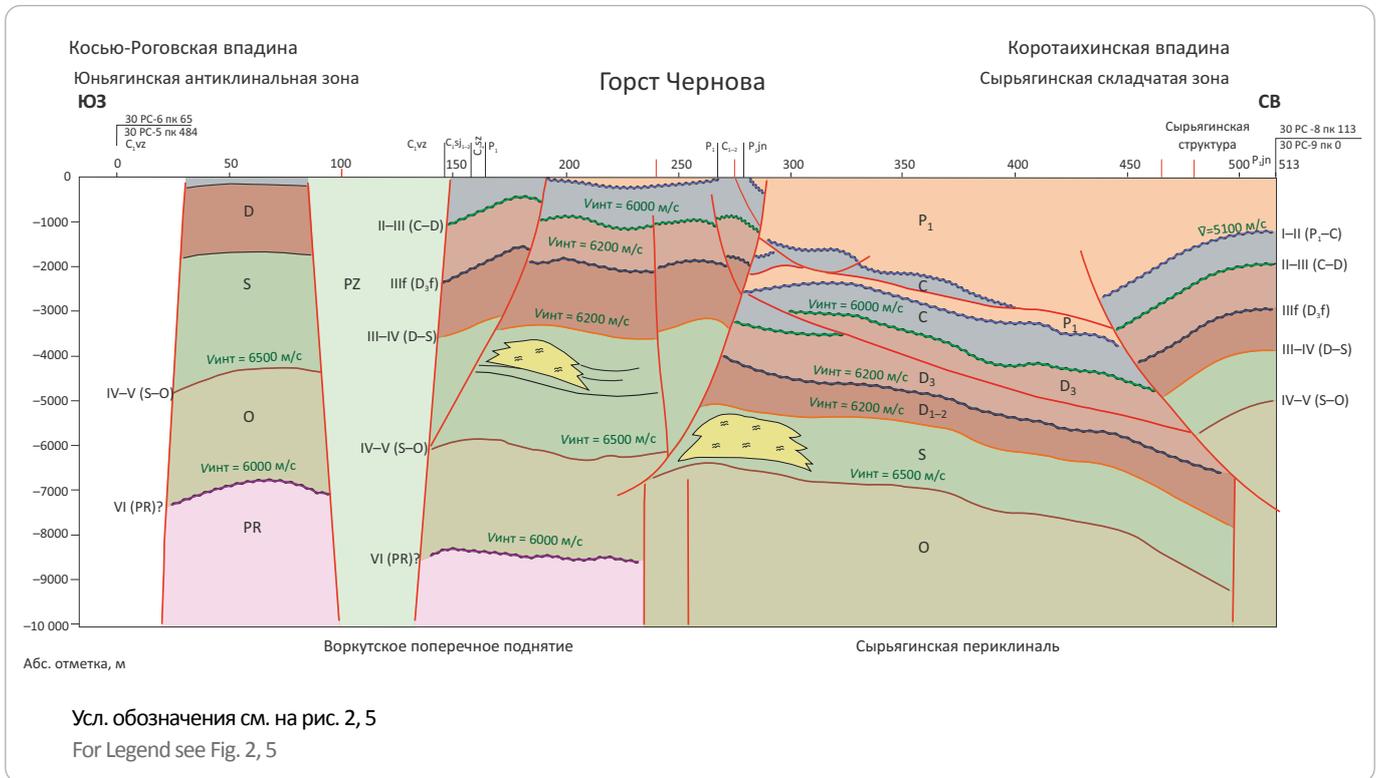
На первом этапе на месте современного горста существовал узкий грабенообразный желоб глубинного заложения, где в течение ордовика – триаса накапливались обломочные породы, сносимые с соседних территорий, в том числе и с Урала, как в условиях пассивной континентальной окраины, так и в процессе формирования Предуралья краевого прогиба (молассовый комплекс).

В течение второго, орогенного, этапа в период активизации вертикальных тектонических движений на всей территории северо-восточной части Печорской плиты, отдельные участки Печоро-Колвинского и Варандей-Адзвинского авлакогенов, а также шовных зон были вовлечены в интенсивные восходящие движения.

На заключительной стадии коллизионных процессов на Пай-Хое и Полярном Урале часть отложений карбона – юры была перемещена от основания на значительные расстояния на юго-запад, образовав серию аллохтонно-шарьяжных структур типа надвига. Эти процессы захватили также территорию гряды и сопровождалась разрушением фронтальной части надвига в пределах горста Чернова. Это стало причиной затруднений в изучении строения и перспектив аллохтонной части горста Чернова [4].

Но автохтонная часть, сохранившая осадочный чехол в максимальном объеме, представляет несо-

**Рис. 6.** Модель строения горста Чернова (восточная часть) (по материалам ОАО «Севергеофизика») **Fig. 6.** Model of the Chernov Horst structure (according to materials of Severgeofizika)



мненный интерес в отношении поисков в ее пределах промышленных залежей УВ.

**Литофациальный анализ** осадконакопления в шовных зонах позволяет выделить два крупных этапа: доорогенный конструктивный и орогенный конструктивно-деструктивный.

На первом этапе осадконакопление происходит в условиях континентально-пассивной окраины Восточно-Европейской платформы при трансгрессивно-регрессивных режимах Уральского палеоокеана. Карбонатонакопление в различных условиях предопределило литолого-фациальную неоднородность отложений как по площади, так и по разрезу.

В целом для шовных зон в доорогенный период были характерны общие черты седиментогенеза палеозойских отложений для всей территории северо-восточной окраины Восточно-Европейской платформы. К ним относится широкое развитие рифообразования в доманиково-турнейский период развития территории (рис. 7, 8).

Подобные процессы рифообразования отмечены и в силурийское время. Но глубокие деструктивные изменения, происходящие в период крупнейшей предверхнедевонской регрессии палеоокеана, привели к уничтожению или гипергенным изменениям рифогенных отложений, что затрудняет их выделение и составление геологических моделей для таких отложений, как доманиково-турнейские.

И тем не менее для ордовик-нижнедевонских карбонатных отложений разработаны литофациальные модели, в том числе природных резервуаров (рис. 9).

Наиболее перспективными в них являются зоны гипергенных изменений в регрессивные периоды в сочетании с тиманской региональной глинистой покрышкой.

Основные типы коллекторов на первом этапе седиментогенеза — это поровые, порово-кавернозные, гипергенные, эрозионные, трещинные.

На втором этапе, конструктивно-деструктивном, в период активного проявления орогенеза на Урале и Пай-Хое, с одной стороны, формировались мощные молассовые толщи верхней перми – триаса, с другой, в заключительные фазы орогенеза (триас – юра), — надвигово-шарьяжные процессы под воздействием тангенциальных сил со стороны горных систем привели к разрушению аллохтонных частей полностью (горст Чернова) или частично (гряда Чернышева).

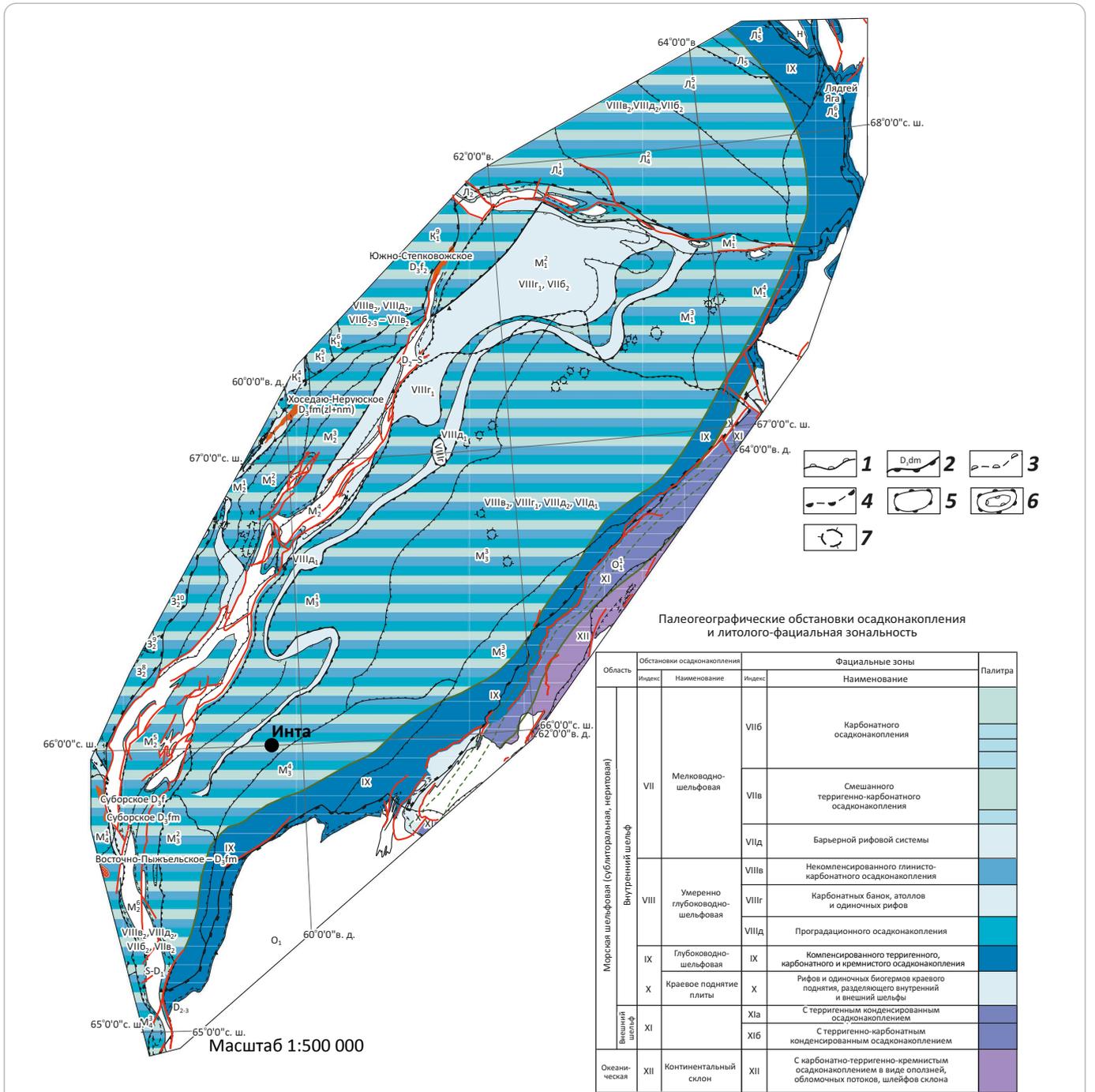
Эти процессы повлияли не только на широкое развитие вторичных тектонодинамических гипергенных трещинно-кавернозных коллекторов в пределах шовных зон, но и на качество покрышек: за счет динамометоморфизма оно в определенных случаях ухудшилось.

На формирование горста Чернова значительное влияние оказали процессы горообразования на



**HYDROCARBON POTENTIAL OF URALS FOREDEEP**

**Рис. 7.** Литолого-фациальная карта доманиково-турнейского НГК (по материалам ООО «ТП НИЦ»)  
**Fig. 7.** Lithofacies map of the Domanik-Tournaisian play (according to materials of TP NITs)



**Границы барьерных рифов (1–4):** 1 — зарифового мелководного шельфа, 2 — предрифового глубоководного уступа, 3 — зарифового мелководного шельфа, прогнозируемые по геологическим критериям, 4 — предрифового глубоководного уступа, прогнозируемые по геологическим критериям; **органогенные постройки (5–7):** 5 — одиночные рифы, карбонатные банки, установленные по данным бурения и прослеженные сейсморазведкой, 6 — атоллы, установленные по данным бурения и прослеженные сейсморазведкой, 7 — аномалии сейсмической записи, предположительно связываемые с органогенными постройками.

Остальные усл. обозначения см. на рис. 2

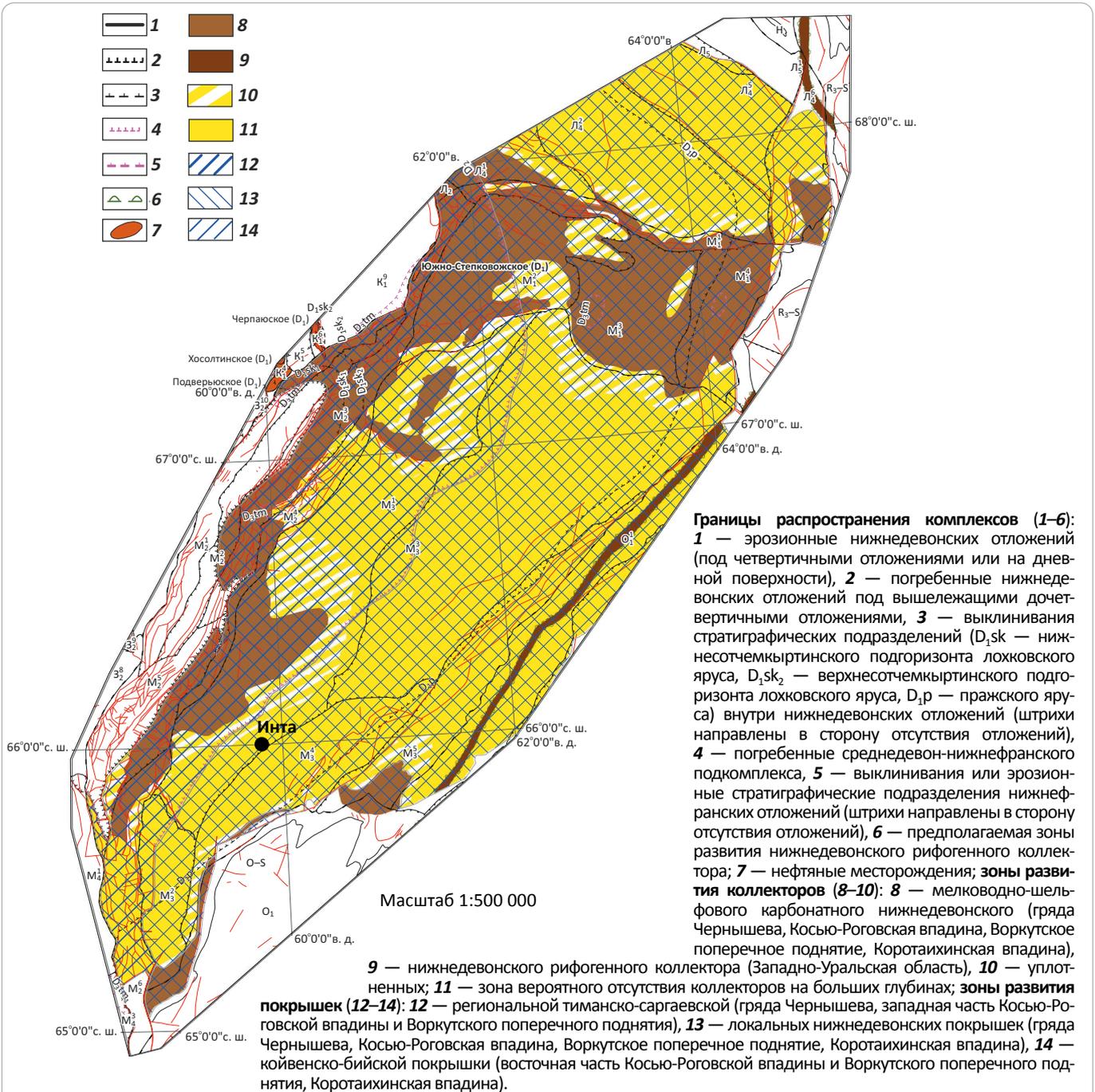
**Boundaries of barrier reefs (1–4):** 1 — backreef shallow water shelf, 2 — reef-front deep water bench, 3 — backreef shallow water shelf predicted using geological criteria, 4 — reef-front deep water bench predicted using geological criteria; **organic buildups (5–7):** 5 — Solitary reefs, carbonate banks identified using drilling data and tracked in seismic data, 6 — atolls identified using drilling data and tracked in seismic data, 7 — anomalies of seismic record supposedly associated with organic buildups.

For other Legend items see Fig. 2



HYDROCARBON POTENTIAL OF URALS FOREDEEP

Рис. 9. Карта развития нижнедевонского карбонатного природного резервуара (по материалам ООО «ТП НИЦ») / Fig. 9. Map of evolution of the Lower Devonian natural carbonate reservoir (according to materials of TP NITs)

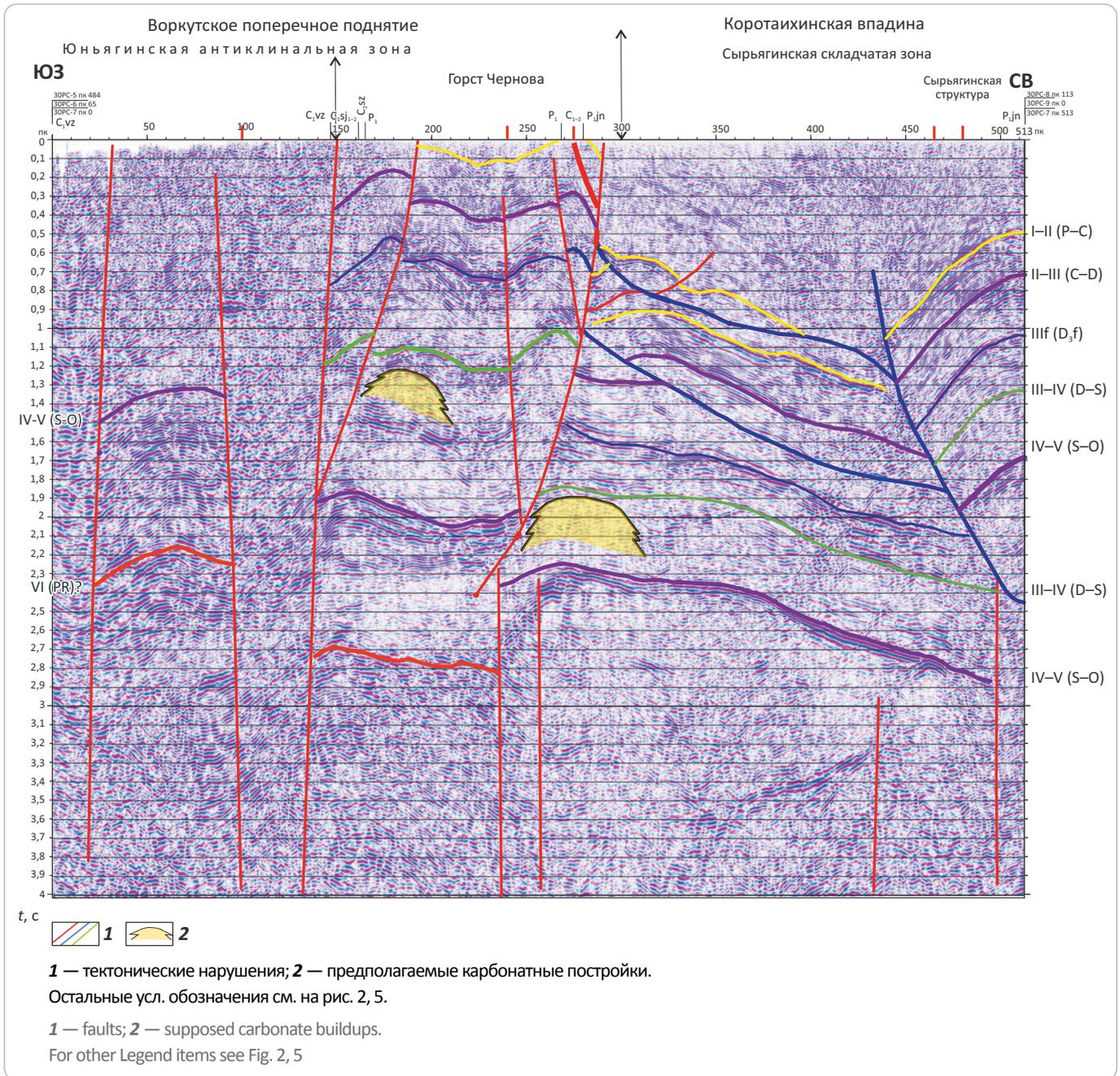


Остальные усл. обозначения см. на рис. 2

**Boundaries of sequences occurrence (1–6):** 1 — erosion of Lower Devonian deposits (below Quaternary deposits or at daylight surface), 2 — buried of Lower Devonian deposits below the overlying pre-Quaternary deposits, 3 — pinching-out of stratigraphic units (D<sub>1</sub>sk — Nizhnesotchemkirtinsky sub-horizon of Lochkovian stage, D<sub>1</sub>sk<sub>2</sub> — Verkhnesotchemkirtinsky sub-horizon of Lochkovian stage, D<sub>1</sub>p — Prazhsky stage) inside the Lower Devonian deposits (hachures are oriented towards the absence of the deposits), 4 — buried of Middle Devonian-Lower Frasnian sub-sequence, 5 — pinching-out or erosion stratigraphic units of Lower Frasnian deposits (hachures are oriented towards the absence of the deposits), 6 — supposed of the zone of Lower Devonian reef reservoir occurrence; 7 — oil fields; **zones of reservoir occurrence (8–10):** 8 — Lower Devonian shelf-shallow water carbonate (Chernyshev Ridge, Kosju-Rogovsky Depression, Vorkutsky transverse uplift, Korotaikhinsky Depression), 9 — Lower Devonian reef reservoir (West Ural region), 10 — consolidated; 11 — zone of probable absence of reservoirs at great depth; **zones of seal occurrence (12–14):** 12 — regional Timansky-Sargaevsky (Chernyshev Ridge, western part of Kosju-Rogovsky Depression and Vorkutsky transverse uplift), 13 — local Lower Devonian seals (Chernyshev Ridge, Kosju-Rogovsky Depression, Vorkutsky transverse uplift, Korotaikhinsky Depression), 14 — Koivensky-Biiskiy seal (eastern part of Kosju-Rogovsky Depression and Vorkutsky transverse uplift, Korotaikhinsky Depression).

For other Legend items see Fig. 2

Рис. 10. Временной разрез через Черновскую шовную зону (по материалам ОАО «Севергеофизика»)   
 Fig. 10. Time section across the Chernov suture zone (according to materials of Severgeofizika)



ные региональные сейсмозазведочные исследования свидетельствуют о наличии перспективных объектов как в аллохтонной, так и в автохтонной частях разреза (см. рис. 5).

Доказательствами перспектив подобных зон могут быть открытые месторождения в структурно-тектонических зонах, ограничивающих Печоро-Колвинский авлакоген. Например, в зоне главного Печорского разлома, отделяющего юго-западную границу Печороколвинского мегавала, открыт целый ряд нефтяных месторождений, таких как Югид-Соплесское, Южно-Кыртагельское, Западно-Югидское;

к востоку от разлома, ограничивающего Колвинский мегавал, — Восточно-Харьягинское и Восточно-Возейское нефтяные месторождения.

**Геохимические предпосылки формирования и сохранения залежей углеводородов в пределах шовных зон**

При наличии природного резервуара и ловушки для формирования залежей УВ необходимы благоприятные геохимические условия для их генерации и сохранения. Основными очагами генерации для шовных зон являлись Косью-Роговская впадина и

**HYDROCARBON POTENTIAL OF URALS FOREDEEP**

сами шовные зоны. Для северо-восточной части гряды Чернышева, а также горста Чернова поступление УВ могло происходить и со стороны Варандей-Адзвинского авлакогена и Коротаихинской впадины.

Процессы нефтегазообразования в палеозое в различные периоды зависели от геологического развития территории Косью-Роговской впадины и существующих термобарических условий (С.А. Данилевский, С.В. Сенин).

Процессы генерации жидких УВ в раннем палеозое интенсивно происходили уже в силур-раннедевонское время и к концу позднего девона практически полностью завершились. В нефтегазоматеринских породах позднедевонского возраста генерация происходила с фаменского времени. В Косью-Роговской впадине и на Воркутском поперечном поднятии в среднефранско-фаменских нефтегазоматеринских породах уже к концу пермского времени был сгенерирован весь возможный объем нефтяных УВ. В послетриасовое время генерация нефтяных УВ на рассматриваемой территории, по-видимому, завершилась. В Косью-Роговской впадине и на Воркутской ступени имели место интенсивные процессы деструкции ранее образованных нефтяных УВ под воздействием повышающихся палеотемператур. Данное явление, обусловленное интенсивным погружением древних толщ в результате заполнения впадин предгорного прогиба в артинско-познепермское время, привело к уничтожению вероятных палеоскоплений нефти во внутренних зонах Косью-Роговской и Коротаихинской впадин и на Воркутском поднятии. Одновременно образовывались дополнительные объемы газа.

К концу кунгурского времени процессы нефтегенерации в силур-нижнедевонских нефтегазоматеринских породах практически завершились. В пределах гряды Чернышева и Кочмесской ступени располагался очаг образования нефти и жирных газов, на территории современных Абезьской депрессии и Воркутского поперечного поднятия существовали условия генерации нефти (в верхней части комплекса), жирных и сухих газов (в подошве комплекса).

Современная катагенетическая зональность сложилась к моменту окончания заполнения впадин Северо-Предуральского прогиба, т. е. в конце поздней перми – триасе. Накопление мощных молассовых толщ привело к погружению древних нефтегазоматеринских пород в условия очень высоких палеотемператур. Это в свою очередь вызвало высокую степень катагенетического преобразования рассеянного ОВ. В результате был полностью реализован нефтяной потенциал нефтегазоматеринских силурийских и нижнедевонских отложений. На большей части Косью-Роговской впадины и Воркутского поперечного поднятия сформировался крупный очаг образования преимущественно сухих УВ-газов. Реликты

очагов генерации жирных газов сохранились вдоль западных границ Кочмесской ступени и Воркутского поперечного поднятия.

В отложениях доманиково-турнейского нефтегазоносного комплекса к концу кунгурского времени активное нефтеобразование происходило на гряде Чернышева, Кочмесской ступени и Воркутском поперечном поднятии. Вдоль восточных границ современной Абезьской депрессии нефтегенерация к кунгурскому времени полностью завершилась, здесь сформировался очаг образования жирных газов.

Интенсивное погружение впадин Северо-Предуральского прогиба привело к резкому росту степени катагенеза рассеянного ОВ и быстрой реализации нефтегенерационных возможностей пород доманиково-турнейского НГК. На всей территории Косью-Роговской впадины и Воркутского поперечного поднятия в позднем девоне процессы образования жидких УВ полностью завершились. Вдоль западных границ Кочмесской ступени, на Воркутском поперечном поднятии и на востоке гряды Чернышева сформировались очаги образования жирных газов. Вся площадь Абезьской депрессии, а также центральная часть Кочмесской ступени вошли в зону генерации сухих газов. Здесь же, в результате интенсивного температурного воздействия, жидкие УВ были полностью превращены в газ.

Такая модель генерации и аккумуляции УВ свидетельствует о наличии благоприятных условий для формирования промышленных залежей в ловушках шовных зон и прилегающих к ним территорий.

Нельзя исключать и возможность поступления УВ из мантийных слоев, где происходили гидролитические реакции карбидов металлов с водой. Наличие глубинных разломов обеспечило достаточно высокую проницаемость земной коры для УВ в пределах шовных зон. В процессе вертикальной миграции происходило дифференциальное улавливание УВ с образованием в ловушках газовых, газонефтяных и нефтяных залежей.

**Выводы**

Анализ структурно-тектонических, литофациальных и геохимических критериев нефтегазоносности позволяет положительно оценить условия формирования и дальнейшего сохранения скоплений УВ и раскрывает перспективы открытия месторождений нефти и газа в шовных зонах северного сегмента Предуральского краевого прогиба.

Для повышения эффективности геолого-разведочных работ в шовных зонах необходимо:

- 1) разработать теоретическую базу для обоснования перспектив нефтегазоносности в приграничных шовных зонах, используя опыт освоения подобных зон в других регионах России и мира;

2) разработать критерии и дать прогнозную оценку ресурсов УВ для таких зон в Тимано-Печорской провинции (гряда Чернышева, Среднепечорское поднятие, горст Чернова, Предпайхойская структурная зона);

3) провести анализ методики и комплекса геофизических исследований по выявлению и подготовке ловушек в таких зонах и дать рекомендации по повышению эффективности геолого-разведочных работ.

В пределах Чернышевской шовной зоны первоочередными и принципиально важными являются объекты: автохтон Хоседаю-Неруюского вала, Воргамусюрская антиклинальная зона, прилегающие к гряде Чернышева приконтактные структурно-тектонические объекты, такие как крупные Поварницкая и Восточно-Воргамусюрская структуры.

В пределах Черновской зоны заслуживают внимания восточная часть горста Чернова, Юньягинская и Сырьягинская структурно-тектонические зоны.

Предлагаются следующие практические рекомендации по освоению шовных зон и примыкающих к ним территорий северного сегмента Предуральского краевого прогиба.

#### 1. Научно-исследовательские:

– проведение палеотектонических, литофациальных и геохимических реконструкций формирования и сохранения залежей УВ шовных зон в ретроспективном плане геологического времени;

– оценка начальных суммарных ресурсов методами сравнительных геологических аналогий и эволюционно-катагенетическим методом;

– геохимические исследования нефтегазоматеринских пород и условий генерации не только за счет органического синтеза УВ, но и за счет abiогенного глубинного происхождения УВ.

#### 2. Реализация перспектив нефтегазоносности:

– проведение сейсморазведочных исследований 3D и высокоточной гравиразведки в пределах Черновской шовной зоны;

– комплексная переинтерпретация уже имеющегося геолого-геофизического материала, а также нового с использованием динамической обработки и многоволновой сейсморазведки;

– бурение параметрических скважин: Хоседаю-Неруюского вала на автохтон; в восточной части горста Чернова на максимальное вскрытие осадочного чехла и подсолевых отложений ордовика (в этом случае необходимо перед заложением скважины провести сейсморазведку 3D и детальную гравиразведку);

– бурение поисковых скважин: на Восточно-Воргамусюрской и Поварницкой прогнозных структурах; дублер скв. 1 на Юньягинской рифогенной структуре; на Попадьювожской структуре Табельбейского блока гряды Чернышева;

– проведение поисковых сейсморазведочных работ методом 3D в пределах горста Чернова и Сырьягинской антиклинальной зоны.

### Литература

1. Богданов Б.П., Ростовщиков В.Б., Недилук Л.П., Мараква И.А., Сенин С.В. Тектонические и геохимические предпосылки нефтегазоносности гряды Чернышева [Электронный ресурс] // Нефтегазовая геология. Теория и практика. – 2016. – Т. 11. – № 2. – Режим доступа: [http://www.ngtp.ru/rub/4/18\\_2016.pdf](http://www.ngtp.ru/rub/4/18_2016.pdf) (дата обращения: 05.11.2020 г.). DOI: 10.17353/2070-5379/18\_2016.
2. Юдин В.В. Происхождение Предуральского краевого прогиба // Тектоника северо-востока Европейской платформы: тр. Ин-та геологии Коми НЦ УрО АН СССР. – Вып. 68. – Сыктывкар, 1998. – С. 90–97.
3. Грунис Е.Б., Богданов Б.П., Гагарин С.В., Давыденко Б.И. Перспективы нефтегазоносности сложнопостороенных тектонических элементов Тимано-Печорской провинции на примере гряды Чернышева // Геология, геофизика и разработка нефтяных и газовых месторождений. – 2001. – № 11. – С. 28–33.
4. Костюченко С.Л., Морозов А.Ф., Кременецкий А.А. Тимано-Урало-Пайхойская коллизионная область: строение, эволюция, геодинамика. Результаты комплексных геолого-геофизических исследований. – М.: Геокарт-ГЕОС, 2012. – 210 с.

### References

1. Bogdanov B.P., Rostovshchikov V.B., Nedilyuk L.P., Marakova I.A., Senin S.V. Tectonical and geochemical preconditions for petroleum potential of Chernyshov ridge. *Neftegazovaya geologiya. Teoriya i praktika*. 2016;11(2). Available at: [http://www.ngtp.ru/rub/4/18\\_2016.pdf](http://www.ngtp.ru/rub/4/18_2016.pdf) (accessed on 05.11.2020). DOI: 10.17353/2070-5379/18\_2016. In Russ.
2. Yudin V.V. Proiskhozhdenie Predural'skogo kraevogo progiba [Origin of Urals Foredeep]. In: *Tektonika severo-vostoka Evropeiskoi platformy*: tr. In-ta geologii Komi NTs UrO AN SSSR. Issue 68. Syktyvkar, 1998. pp. 90–97. In Russ.
3. Grunis E.B., Bogdanov B.P., Gagarin S.V., Davydenko B.I. Perspektivy neftegazonosnosti slozhnopostoroennykh tektonicheskikh elementov Timano-Pechorskoi provintsii na primere gryady Chernysheva [Prospects for oil and gas potential of complex tectonic elements of the Timan-Pechora province by the example of the ridge Chernyshev]. *Geologiya, geofizika i razrabotka neftyanykh mestorozhdeniy*. 2001;(11):28–33. In Russ.
4. Kostyuchenko S.L., Morozov A.F., Kremetskii A.A. Timan-Urals-Paykhoy collisional region: structure, evolution, geodynamics. Results of complex geological and geophysical studies. Moscow: Geokart-GEOS; 2012. 210 p. In Russ.

**HYDROCARBON POTENTIAL OF URALS FOREDEEP****Информация об авторах****Грунис Евгений Борисович**

Доктор геолого-минералогических наук,  
главный научный сотрудник

ФГБУ «Всероссийский научно-исследовательский  
геологический нефтяной институт»,

105118 Москва, ш. Энтузиастов, д. 36

e-mail: grunis@vnigni.ru

ORCID ID: 0000-0001-8059-0933

**Ростовщиков Владимир Борисович**

Кандидат геолого-минералогических наук, доцент,  
заведующий кафедрой

ФГБОУ ВО «Ухтинский государственный технический универси-  
тет»,

169300 Ухта, ул. Первомайская, д. 13

e-mail: vrostovchikov@ugtu.net

**Давыденко Борис Иванович**

Кандидат геолого-минералогических наук,  
заместитель генерального директора  
по лицензированию

ФГБУ «Всероссийский научно-исследовательский  
геологический нефтяной институт»,

105118 Москва, ш. Энтузиастов, д. 36

e-mail: boroil@vnigni.ru

**Information about authors****Evgeniy B. Grunis**

Doctor of Geological and Mineralogical Sciences,  
Chief Researcher

All-Russian Research  
Geological Oil Institute,

36, Shosse Entuziastov, Moscow, 105118, Russia

e-mail: grunis@vnigni.ru

ORCID ID: 0000-0001-8059-0933

**Vladimir B. Rostovshchikov**

Candidate of Geological and Mineralogical Sciences, Associate  
Professor,  
Head of Chair

Ukhta State Technical University

13, ul. Pervomaiskaya, Ukhta, 169300, Russia

e-mail: vrostovchikov@ugtu.net

**Boris I. Davydenko**

Candidate of Geological and Mineralogical Sciences,  
Deputy Director-General  
for Licensing Issues

All-Russian Research  
Geological Oil Institute,

36, Shosse Entuziastov, Moscow, 105118, Russia

e-mail: boroil@vnigni.ru