

УДК 553.98 (470.5)

DOI 10.31087/0016-7894-2021-1-7-18

Новые представления о строении Предуральского краевого прогиба в связи с нефтегазоносностью

© 2021 г. | Е.Б. Грунис¹, В.Б. Ростовщиков², Я.С. Сбитнева², И.В. Колоколова³, З.М. Ахметжанова²¹ФГБУ «Всероссийский научно-исследовательский геологический нефтяной институт», Москва, Россия; grunis@vnigni.ru;²ФГБОУ ВО «Ухтинский государственный технический университет», Ухта, Россия; vrostovchikov@ugtu.net; yalomachinskaya@ugtu.net; zahmetzhanova@ugtu.net;³Институт проблем нефти и газа РАН, Москва, Россия; ipngkolokolova@yandex.ru

Поступила 07.09.2020 г.

Доработана 12.10.2020 г.

Принята к печати 13.11.2020 г.

Ключевые слова: *Предуральский краевой прогиб; Тимано-Печорская нефтегазоносная провинция; геолого-разведочные работы; прогноз нефтегазоносности; тектоника литосферных плит; субдукция; коллизия; складчато-надвиговая область; рифы; геологические модели.*

Аннотация: Важнейшим направлением «Стратегии развития минерально-сырьевой базы Российской Федерации до 2035 г.» является увеличение топливно-энергетических ресурсов за счет открытия новых месторождений нефти и газа, особенно в районах с развитой инфраструктурой. Одной из таких перспективных территорий является Предуральский краевой прогиб. Эволюция взглядов на формирование северного сегмента Предуральского краевого прогиба, переход от традиционной фиксистой (блоковой) тектоники к концепции тектоники литосферных плит позволяют скорректировать перспективы его нефтегазоносности, значительно расширив их. В статье последовательно рассматриваются новые представления о формировании Предуральского краевого прогиба и Западно-Уральской складчатой области по мере накопления и исследования геолого-геофизического материала на основе современной интерпретации главных положений концепции литосферных плит. Это, в свою очередь, позволяет по-новому оценить прогнозные и перспективные ресурсы, определить основные направления, методологию и методику геолого-разведочных работ на нефть и газ в этой сложнопостроенной части Тимано-Печорской нефтегазоносной провинции. К основным направлениям относятся: Среднепечорское и Воркутское поперечные поднятия, гряда Чернышева с перспективами открытия залежей газа и нефти в среднедевонских терригенных отложениях, верхнедевонских рифах; внешняя зона прогиба с перспективами открытия залежей, в основном нефти, в различных частях палеозойского карбонатного разреза, в том числе в рифах нижней перми и в подсолевых отложениях ордовика; центральная и внутренняя зона — аллохтоны и автохтоны силура, верхнего девона и нижней перми, где возможно открытие смешанных залежей (нефтегазоконденсатных). При дальнейших геолого-разведочных работах особая роль отводится изучению перспектив нефтегазоносности Западно-Уральской складчато-надвиговой области, представленной крупными линейно-складчато-надвиговыми дислокациями и системами сквозных рифогенных образований. В этой области могут быть открыты крупные и крупнейшие скопления газа.

Для цитирования: Грунис Е.Б., Ростовщиков В.Б., Сбитнева Я.С., Колоколова И.В., Ахметжанова З.М. Новые представления о строении Предуральского краевого прогиба в связи с нефтегазоносностью // Геология нефти и газа. – 2021. – № 1. – С. 7–18. DOI: 10.31087/0016-7894-2021-1-7-18.

New ideas of the Urals Foredeep architecture in the context of oil and gas potential

© 2021 | V.B. Grunis¹, V.B. Rostovshchikov², Ya.S. Sbitneva², I.V. Kolokolova³, Z.M. Akhmetzhanova²¹All-Russian Research Geological Oil Institute, Moscow, Russia; grunis@vnigni.ru;²Ukhta State Technical University, Ukhta, Russia; vrostovchikov@ugtu.net; yalomachinskaya@ugtu.net; zahmetzhanova@ugtu.net;³Institute of Oil and Gas Problems RAS, Moscow, Russia; ipngkolokolova@yandex.ru

Received 07.09.2020

Revised 12.10.2020

Accepted for publication 13.11.2020

Key words: *Urals Foredeep; Timan-Pechora Petroleum Province; geological exploration; prediction of oil and gas occurrence; plate tectonics; subduction; collision; fold-and thrust area; reef; geological model.*

Abstract: Upgrading fuel and energy resources through new oil and gas fields discovery, especially in the regions with the advanced infrastructure, is one of the key trends of the Strategy of Raw Material Base Development in Russian Federation for the period until 2035. The Urals Foredeep is one of these promising territories. Evolution of ideas about formation of the Urals Foredeep northern segment, transition from the traditional fixistic (block) tectonics to the concept of plate tectonics allow adjusting its petroleum potential and extending it considerably. In consistent manner, the paper discusses new concepts regarding formation of the Urals Foredeep northern segment and West Urals fold area as geological and geophysical material is accumulated and examined on the basis of modern interpretation of the main provisions of the concept of lithosphere plates. In turn,

HYDROCARBON POTENTIAL OF URALS FOREDEEP

this makes it possible to re-asses undiscovered and prospective resources and to define the main trends, methodology and techniques of oil and gas exploration in this structurally complicated part of the Timan-Pechora Petroleum Province. The main exploration areas are as follows: Srednepechorsky and Vorkutsky transverse uplifts, and Chernyshev ridge with a view to discovering oil and gas pools in the Upper Devonian terrigenous deposits and Upper Devonian reefs; the outer zone of the trough with a view to discovering pools (mainly oil bearing) in different parts of the Palaeozoic carbonate section, including the Lower Permian reefs and Ordovician subsalt formations; central and inner zone — the Silurian, Upper Devonian, and Lower Permian allochthons and autochthons, where discovery of mixed pools (oil and gas condensate) is possible. Studies of petroleum potential of the West Urals fold-and-thrust area plays a particular role in further geological exploration; large linear fold-and-thrust dislocations and development of through reef formations are typical of this region. Large and major gas accumulations may be discovered there. New ideas of the Urals Foredeep architecture in the context of oil and gas potential.

For citation: Grunis E.B., Rostovshchikov V.B., Sbitneva Ya.S., Kolokolova I.V., Akhmetzhanova Z.M. New ideas of the Urals Foredeep architecture in the context of oil and gas potential. Geologiya nefi i gaza. 2021;(1):7–18. DOI: 10.31087/0016-7894-2021-1-7-18. In Russ.

Введение

Предуральский краевой прогиб, входящий в состав Тимано-Печорской нефтегазоносной провинции, представляет собой глобальную и сложностроенную структуру, переходящую от Европейской платформы к Уральской складчато-надвиговой области. Это один из самых крупных краевых прогибов мира. Его протяженность составляет более 2100 км (рис. 1) [1].

Прогиб имеет неоднозначную историю образования и развития, характеризуется исключительно сложным геологическим строением и высокими перспективами, что обуславливает пристальное внимание геологоразведчиков.

Первые геологические модели прогиба были основаны на данных геологических и региональных геофизических съемок (магнито-, гравиразведка), а также на геологических представлениях и принятых в то время концепциях развития земной коры. Изучением строения Урала, Предуральского краевого прогиба и смежных территорий начали заниматься еще в середине XIX в. К числу первых геологических изысканий относятся работы экспедиций Русского географического общества под руководством А. Кайзерлинга и П. Крузенштерна (1842), Э. Гофмана (1847–1850).

К направлениям геолого-разведочных работ в начальные периоды относились геологическое картирование, поиски месторождений угля и других твердых полезных ископаемых, научно-исследовательские и тематические работы по различным областям геологии, региональные геофизические исследования.

В результате этих работ получены первые данные о горных породах Приполярного Урала и Западного Приуралья, а также сведения о наличии маломощных пропластков углей в пермских песчаниках в районе дер. Елец по р. Уса.

В 1907 г. академик Ф.Н. Чернышев обобщил результаты предыдущих исследователей об основных особенностях тектоники района.

С 1936 г. начались систематические геолого-съемочные работы, которые в дальнейшем дополнялись

региональными магнитными, аэромагнитными и гравиметрическими съемками. Впервые была составлена схема строения территории между Уралом и Печорской плитой, эта территория была названа Предуральским краевым прогибом, а также были определены основные особенности геологического строения его северного сегмента.

Фундаментальными работами в области стратиграфии, литологии и тектоники приполярных районов прогиба и сопредельных территорий Урала являются монографии А.И. Елисеева (1978), В.Н. Пучкова (1979), Н.И. Тимонина (1975), В.В. Юдина (1994). Этим же вопросам посвящены многочисленные работы А.И. Антохиной, Л.Н. Белякова, К.Г. Войновского-Кригера, Н.А. Малышева и многих других исследователей.

Геолого-разведочные работы (сейсморазведка и глубокое бурение) на нефть и газ в северном сегменте Предуральского краевого прогиба начались с конца 1950-х гг.

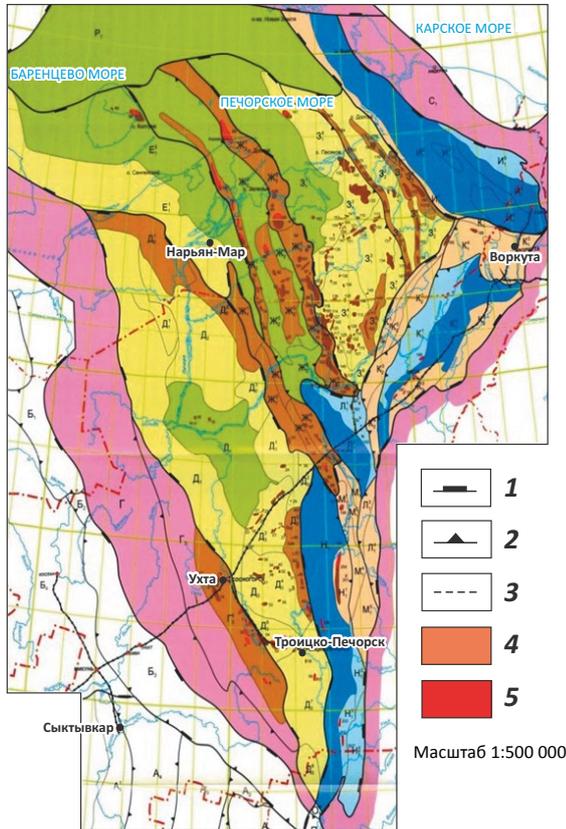
К сожалению, вопреки стадийности геолого-разведочных работ, эти исследования носили в основном поисковый характер. Изучались отдельные объекты, выявленные геофизическими работами. Возможно, этому способствовало открытие в 1961 г. крупнейшего Вуктыльского нефтегазоконденсатного месторождения в центральной части Верхнепечорской впадины. Но после столь успешного результата последующие геолого-разведочные работы увенчались открытием лишь небольших и средних по размерам нефтегазоконденсатных (Западно-Соплесское, Юрвож-Большелягское, Интинское) и нефтяных (Падимейское, Кожимское, Южно-Сынинское и др.) месторождений.

Но тем не менее на базе открытого крупнейшего Вуктыльского нефтегазоконденсатного месторождения в Республике Коми была создана мощная газодобывающая и газотранспортная инфраструктура, обеспечивавшая годовую добычу газа до 20 млрд м³ (1980).

Отсутствие за последние 30 лет новых существенных открытий привело к тому, что состояние газовой отрасли на территории Тимано-Печорской нефтегазоносной провинции в Республике Коми,

Рис. 1. Карта тектонического районирования Тимано-Печорской нефтегазоносной провинции (ООО «ТП НИЦ», 2016)

Fig. 1. Tectonic zoning map of the Timan-Pechora Petroleum Province (TP NITs, 2016)



Границы тектонических элементов (1–3): 1 — надпорядковых, 2 — I порядка, 3 — II порядка; месторождения (4–5): 4 — нефтяные, 5 — газовые.

Тектонические элементы: А — Волго-Уральская антеклиз, Б — Мезенская синеклиза, Г — Тиманский кряж, Д — Ижма-Печорская впадина, Е — Малоземельско-Колгуевская моноклинал, Ж — Печоро-Колвинский авлакоген, Ж₁ — Печоро-Кожвинский мегавал, Ж₂ — Денисовский прогиб, Ж₃ — Колвинский мегавал, З₁ — Хорейверская впадина, З₂ — Варандей-Адзъвинская структурная зона, И — Коротаихинская впадина; Предуральский краевой прогиб: К₁ — Воркутское поперечное поднятие, К₂ — гряда Чернышова, К₃ — Косью-Роговская впадина, Л₁ — Большесынинская впадина, М₁ — Среднепечорское поперечное поднятие, Н₁ — Верхнепечорская впадина, О — Уральская складчато-надвиговая область, Р — Северо-Печороморская моноклинал, С — Пайхой-Новоземельская складчатая система

Boundaries of tectonic elements (1–3): 1 — super-order, 2 — 1-st order, 3 — II-nd order; fields (4–5): 4 — oil, 5 — gas.

Tectonic elements: А — Volga-Ural antecline, Б — Mezensky synecline, Г — Timansky ridge, Д — Izhma-Pechorsky depression, Е — Malozemel'sko-Kolguevsky monocline, Ж — Pechora-Kolvin'sky aulacogen, Ж₁ — Pechora-Kozhvin'sky mega-swell, Ж₂ — Denisov'sky trough, Ж₃ — Kolvin'sky mega-swell, З₁ — Khoreiversky depression, З₂ — Varandey-Adz'vin'sky structural zone, И — Korotaikhin'sky depression; Urals Foredeep: К₁ — Vorkut'sky transverse uplift, К₂ — Chernyshov Ridge, К₃ — Kosju-Rogov'sky depression, Л₁ — Bol'shesynin'sky depression, М₁ — Srednepechorsky transverse uplift, Н₁ — Verkhnepechorsky depression, О — Urals fold-and-thrust area, Р — Severo-Pechoromorsky monocline, С — Paikhoi-Novozemel'sky folded system

обладающей развитой добывающей, газотранспортной и газоперерабатывающей инфраструктурой и научно-техническим потенциалом, характеризуется крайним истощением разведанных запасов газа, что предопределило прогрессирующее на протяжении последнего десятилетия снижение уровня добычи. В 2019 г. добыто лишь 3,5 млрд м³. Несмотря на среднюю степень разведанности принятых начальных суммарных ресурсов свободного газа (не более 40 % по провинции), в основном в северной части Денисовского прогиба, юга Печоро-Кожвинского мегавала и севера Верхнепечорской впадины (Вуктыльское нефтегазоконденсатное месторождение), Тимано-Печорская провинция обладает значительным газовым потенциалом. Практически не изученными остаются обширные площади Предуральского краевого прогиба.

В первую очередь это относится к северному сегменту прогиба, который может стать базой для дальнейшего развития газовой отрасли на европейском Севере и актуальность освоения которого связывается с развитием действующей газотранспортной системы «Ямал — Европа».

К северной части Предуралья относится Предуральский краевой прогиб, включающий Косью-Роговскую, Большесынинскую, Верхнепечорскую впадины, поднятия Чернышева и Чернова, Воркутское и Среднепечорское поперечные поднятия, а также прилегающую к прогибу Западно-Уральскую складчато-надвиговую область (рис. 2).

Вследствие того, что рассматриваемые районы располагаются в пределах двух надпорядковых тектонических элементов — Предуральского краевого прогиба и Западной структурной зоны Уральской складчато-надвиговой области, они долгое время предопределяли традиционные сферы интересов геолого-разведочных предприятий и научных организаций, проводящих работы, с одной стороны, на нефть и газ, с другой — на твердые полезные ископаемые.

Изучением геологического строения прогиба, а также проблемой нефтегазоносности занимались в различные годы Л.Н. Беляков, Л.Т. Белякова, В.И. Богацкий, А.Я. Кремс, Б.Я. Вассерман, К.Г. Войновский-Кригер, В.А. Дедеев, Б.Я. Дембовский, А.И. Елисеев, И.В. Запорожцева, Н.А. Малышев, В.П. Пучков, В.Б. Ростовщиков, Б.П. Богданов, С.Н. Сивков, Б.И. Тарбаев, Н.И. Тимонин, П.А. Туманов, В.В. Юдин и многие другие.

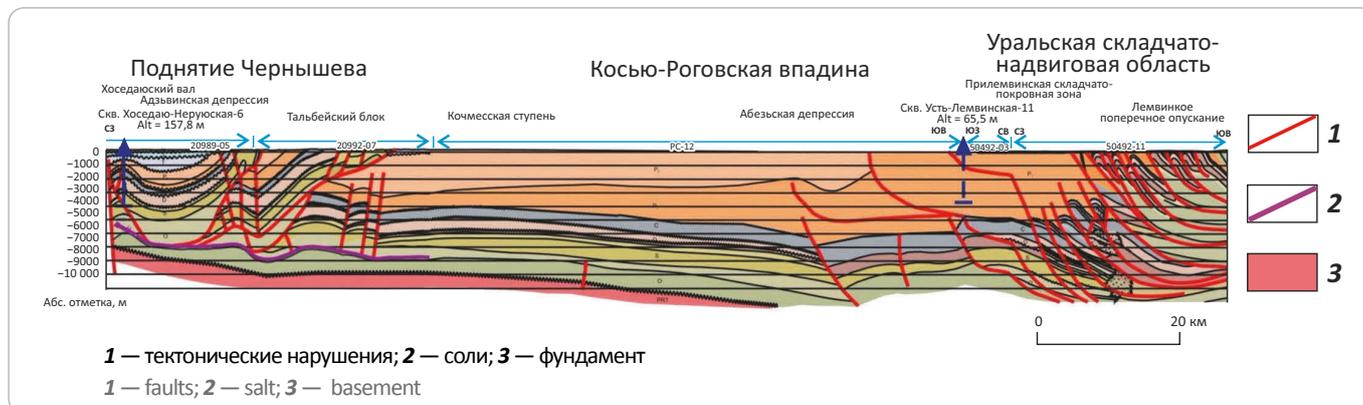
Несмотря на длительное и разностороннее изучение рассматриваемых районов, появление новых геолого-геофизических данных и теоретических предпосылок, свидетельствующих в пользу расширения площади перспективных земель Тимано-Печорской провинции за счет сложнопостроенных складчато-надвиговых зон как внешнего, так и внут-



HYDROCARBON POTENTIAL OF URALS FOREDEEP

Рис. 2. Геолого-геофизическая модель строения северного сегмента Предуральского краевого прогиба (по материалам ОАО «Севергеофизика»)

Fig. 2. Geological and geophysical model of structure of the Urals Foredeep northern segment (according to materials of Severgeofizika)



ренного обрамления Предуральского краевого прогиба, официальная оценка начальных суммарных ресурсов УВ проводится только в традиционных границах провинции.

Поискование Предуральского прогиба значительно усложнилось после ликвидации единой геологической службы на европейском Севере и перехода на лицензирование перспективных территорий. Нарушился принцип единства методологического и методического подходов к прогнозу и поискам месторождений в столь сложном и уникальном регионе.

Исследование эволюции взглядов на формирование и прогноз нефтегазоносности Предуральского краевого прогиба позволяет значительно расширить перспективы этого региона на нефть и газ как по площади, так и по разрезу.

До 1950-х гг. существовала общепринятая модель формирования Предуральского краевого прогиба, где главным фактором являлись вертикальные тектонические движения. Эта модель основывалась на фиксистой (блоковой) концепции, предполагающей относительно простое строение структур складчатых областей и прилегающих прогибов, образованных за счет вертикальных движений земной коры. Согласно этой концепции, при воздымании Уральского орогена в смежной области происходило компенсационное погружение блоков, которое и вызвало образование Предуральского краевого прогиба. Граница Предуральского прогиба была ограничена вертикальной составляющей главного Уральского глубинного разлома (Богданов А.А., 1955; Пушаровский Ю.М., 1959).

Переход в изучении геотектоники земной коры к концепции тектоники литосферных плит позволил по-новому взглянуть на западную границу Уральского орогена и на структуру осадочного чехла в переходной зоне от прогиба к Уралу.

Исследование этой зоны выявило противоречия блоковой концепции геологическим данным (Юдин В.В., 1988), а именно:

- отсутствие реальных субвертикальных разрывов, по которым могли происходить тектонические движения и формирование грабенов прогиба и горстов орогена;

- выявленные В.В. Юдиным (1983, 1987) значительные (до 400 км) и длительные (с девона по триас) миграции границ прогиба, не позволяющие представить механизм последовательного формирования узких грабенов, каждый из которых образовался западнее предыдущего в результате вертикальных движений;

- строгое соответствие простирания зон складчатости и горообразования, доказывающее их генетическое единство;

- широкое развитие надвигов и сильно сжатых (в 1,5–2 раза) принадвиговых складок во внутренней зоне прогиба, его поперечных поднятий, а также шовных структур (поднятия Чернышева и Чернова);

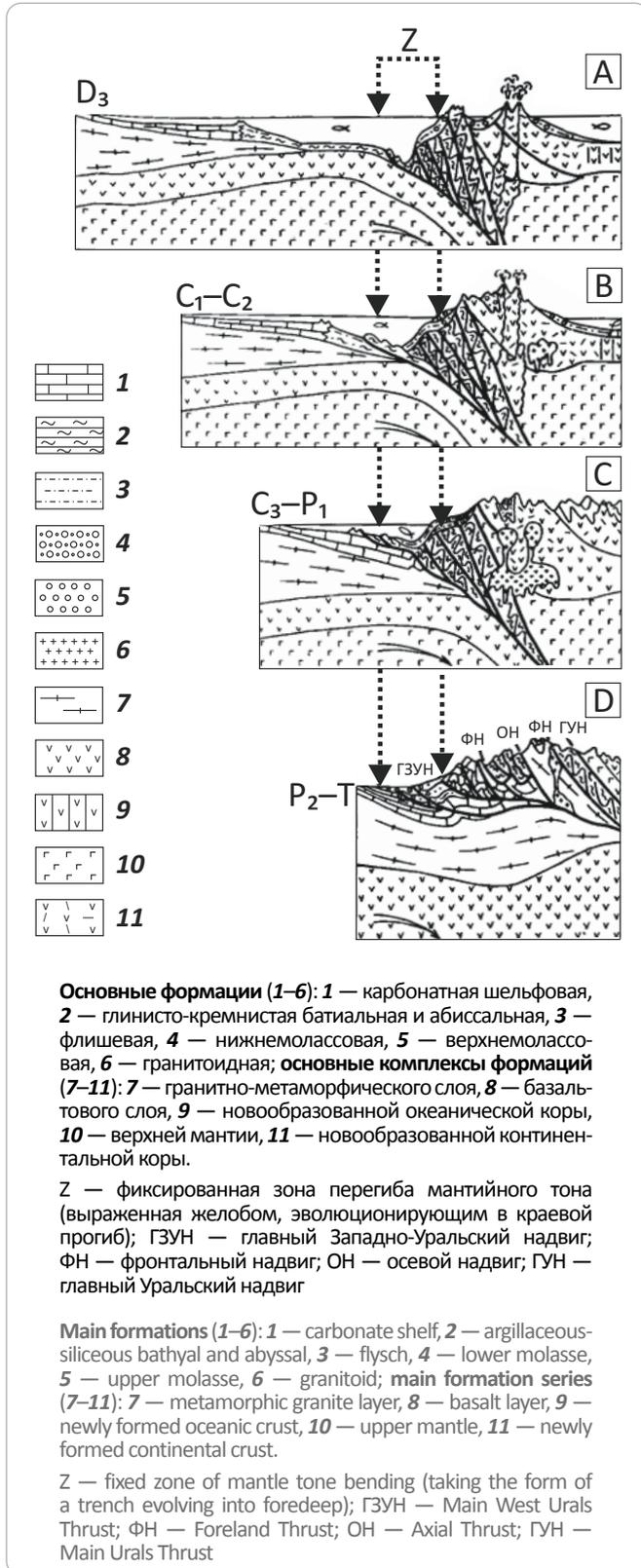
- отсутствие в краевом прогибе грабенов и других структур растяжения.

С позиций блоковой концепции на противоположной стороне Уральского орогена следовало бы ожидать наличие симметрично расположенного и аналогично построенного краевого прогиба того же возраста, однако такой прогиб там отсутствует. Аргументы заставили исследователей искать другие объяснения генезиса Предуральского краевого прогиба. И эти объяснения вполне логично укладываются в концепцию тектоники литосферных плит. Впервые механизм образования и развития Уральского орогена и переходной от него к Печорской плите зоны был предложен и аргументирован В.В. Юдиным и В.А. Дедеевым (1987). Его суть в общих чертах представляет следующую геолого-тектоническую последовательность (рис. 3):

- средне-позднедевонское время: начало формирования прогиба на океанической коре как структуры, представляющей компенсированный глубо-

Рис. 3. Схема формирования Предуральского краевого прогиба согласно геодинамической концепции на широте верхней Печоры (Юдин В.В., 1988)

Fig. 3. Scheme of the Urals Foredeep formation according to geodynamic concept at the latitude of upper Pechora (Yudin V.V., 1988)



ководный желоб, заполненный орогенным флишем (см. рис. 3 А);

– в раннем – среднем карбоне: в процессе субдукции океанической коры под континентальную желоб трансформировался в краевой прогиб и стал заполняться флишем и нижней молассой, образованной за счет размыва аккреционной призмы и вулканической островной дуги окраины Сибирского континента (см. рис. 3 В);

– в конце карбона – ранней перми: субдукция стала блокироваться легкой континентальной корой и прогиб, вследствие изостазии, стал исчезать как геоморфологическая единица (см. рис. 3 С);

– в поздней перми – триасе: прогиб практически не был выражен в рельефе и был заполнен континентальной и мелководной молассой за счет размыва Уральского орогена (см. рис. 3 D).

Аналогами Предуральского краевого прогиба для разных стадий формирования являются: Зондский глубоководный желоб, переходящий на севере в Восточно-Пакистанский краевой прогиб, впадины Тиморского и Арафурского морей, Предораканская впадина и др.

В дальнейшем эта модель была усовершенствована в работах Н.А. Малышева (2002), С.Л. Костюченко (2012), В.Н. Пучкова (2008), В.Н. Данилова (2015) и др.

Новая плитная модель Тимано-Урало-Пайхойской коллизионной области не только сняла ряд противоречий блоковой концепции, но и значительно расширила перспективы и возможности открытия крупных месторождений УВ в этом регионе (рис. 4) [2].

В обосновании перспектив нефтегазоносности Предуральского краевого прогиба на основе концепции литосферных плит основная роль отводится тектонодинамическим факторам развития региона. Тектонодинамические процессы, лежащие в основе седиментации и формирования структуры осадочного чехла, значительно отличались по своей интенсивности и направленности в досубдукционный период, в течение субдукции и коллизионного периода. Это проявляется в различном строении внутренней, центральной и внешней зон прогиба. Во внутренней и центральной зонах осадочный чехол четко подразделяется на автохтонную и аллохтонную части, во внешней — они отсутствуют (см. рис. 2).

Автохтонная часть сохранила черты осадконакопления в зоне перикратонного опускания на пассивной континентальной окраине Восточно-Европейской платформы в доколлизийный период. Характеризуется относительно спокойным залеганием осадочных толщ ордовик-раннедевонского возраста за исключением Западно-Уральской складчато-надвиговой зоны и дислокаций гряды Чернышева.

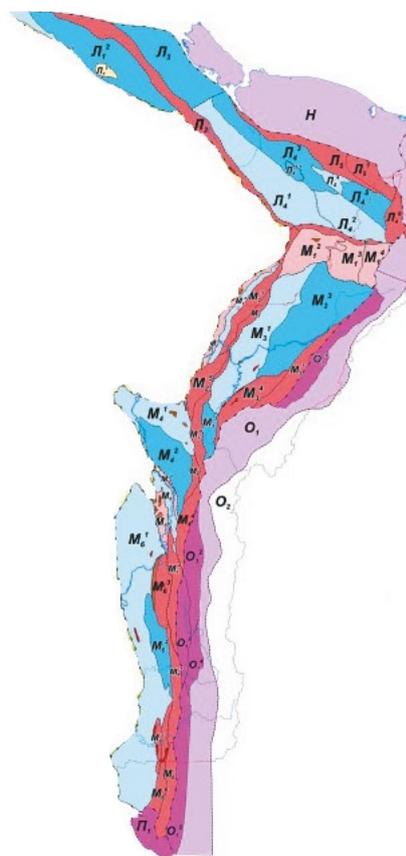
Западно-Уральская зона сформировалась в процессе субдукции океанической коры Уральского



HYDROCARBON POTENTIAL OF URALS FOREDEEP

Рис. 4. Тектоническая схема строения северного сегмента Предуральского краевого прогиба (по материалам ООО «ТП НИЦ» и ОАО «Севергеофизика»)

Fig. 4. Tectonic scheme of structure of the Urals Foredeep northern segment (according to materials of TP NITs and Severgeofizika)



1 — нерайонированные территории; **2** — впадины, котловины; **3** — ступени, моноклинали; **4** — складчатые структуры; **5** — выделенные структуры Тимано-Печорской провинции.

М — Предуральский крайовой предгорный прогиб: M_1 — Воркутское поперечное поднятие (M_1^1 — горст Чернова, M_1^2 — Падимейская структурная зона, M_1^3 — Ярвожский купол, M_1^4 — Юньягинская антиклинальная зона); M_2 — гряда Чернышева (M_2^1 — Хоседаюская антиклинальная зона, M_2^2 — Адзъвавомская депрессия, M_2^3 — Тальбейский блок, M_2^4 — Восточно-Воргамусюрская складчатая зона, M_2^5 — Шарью-Заостренский блок, M_2^6 — Яньюский блок); M_3 — Косью-Роговская впадина (M_3^1 — Кочмесская ступень, M_3^2 — Южно-Кымбожьская котловина, M_3^3 — Абезьская депрессия, M_3^4 — Интинская складчато-чешуйчатая зона, M_3^5 — Прилемвинская складчато-покровная зона); M_4 — Большесынинская впадина (M_4^1 — Нитчемью-Сынинская ступень, M_4^2 — Вяткинская депрессия, M_4^3 — Большеаранецкая структурная зона, M_4^4 — Мичабичевникская тектоническая пластина); M_5 — Среднепечорское поперечное поднятие (M_5^1 — Худоель-Войская антиклинальная зона, M_5^2 — Даниловская депрессия, M_5^3 — Аранец-Переборская антиклинальная зона, M_5^4 — Югид-Кыртинская антиклинальная зона); M_6 — Верхнепечорская впадина (M_6^1 — Печоро-Ильчская моноклинал, M_6^2 — Южно-Вуктыльская депрессия, M_6^3 — Вуктыльская тектоническая пластина, M_6^4 — Сарьюдинская складчато-чешуйчатая зона, M_6^5 — Курьинская антиклинальная зона, M_6^6 — Патраковская складчато-покровная зона, M_6^7 — Говорухинско-Немыдская складчатая зона).

Н — Пайхойско-Новоземельская складчатая система.

О — Западно-Уральская складчато-надвиговая область (северный сегмент): O_1 — Западно-Уральская мегазона линейных складчато-надвиговых дислокаций (O_1^1 — Восточно-Лемвинская складчато-покровная зона, O_1^2 — Среднешугорская тектоническая пластина, O_1^3 — Тимаизское складчато-блоковое поднятие, O_1^4 — Восточное-Кырташорская складчато-надвиговая зона, O_1^5 — Печоро-Сыпучинская складчато-чешуйчатая зона); O_2 — Центрально-Уральская складчато-блоковая зона).

П — Полудовское поперечное поднятие

1 — azonal areas; **2** — depressions, basins; **3** — flats, monoclines; **4** — folded structures; **5** — allocated structures of Timan-Pechora province.

М — Urals Piedmont Foreland: M_1 — Vorkutsky transverse uplift (M_1^1 — Chernov horst, M_1^2 — Padimeisky structural zone, M_1^3 — Yarvozhsky dome, M_1^4 — Yun'yaginsky anticline zone); M_2 — Chernyshev ridge (M_2^1 — Khosedayusky anticline zone, M_2^2 — Adz'vavomsky depression, M_2^3 — Tal'beisky block, M_2^4 — East Vorgamusyursky folded zone, M_2^5 — Shar'yū-Zaostrensky block, M_2^6 — Yan'yusky block); M_3 — Kosju-Rogovsky depression (M_3^1 — Kochmessky flat, M_3^2 — South Kymbozh'yusky basin, M_3^3 — Abez'sky depression, M_3^4 — Intinsky sheet-folded zone, M_3^5 — Prilemvin'sky blanket-folded zone); M_4 — Bol'shesyyninsky depression (M_4^1 — Nitchem'yū-Syninsky flat, M_4^2 — Vyatkinsky depression, M_4^3 — Bol'shearanetsky structural zone, M_4^4 — Michabichevniksky tectonic plate); M_5 — Srednepechorsky transverse uplift (M_5^1 — Khudoel'-Voisky anticline zone, M_5^2 — Danilovsky depression, M_5^3 — Aranets-Pereborsky anticline zone, M_5^4 — Yugis-Kyrtinsky anticline zone); M_6 — Verkhnepechorsky depression (M_6^1 — Pechora-Ilychsky monocline, M_6^2 — South Vuktyl'sky depression, M_6^3 — Vuktyl'sky tectonic plate, M_6^4 — Sar'yudinsky sheet-folded zone, M_6^5 — Kur'insky anticline zone, M_6^6 — Patrakovsky blanket-folded zone, M_6^7 — Govorukhinsky-Nemydsky folded zone).

Н — Paikhoisky-Novozemel'sky fold system.

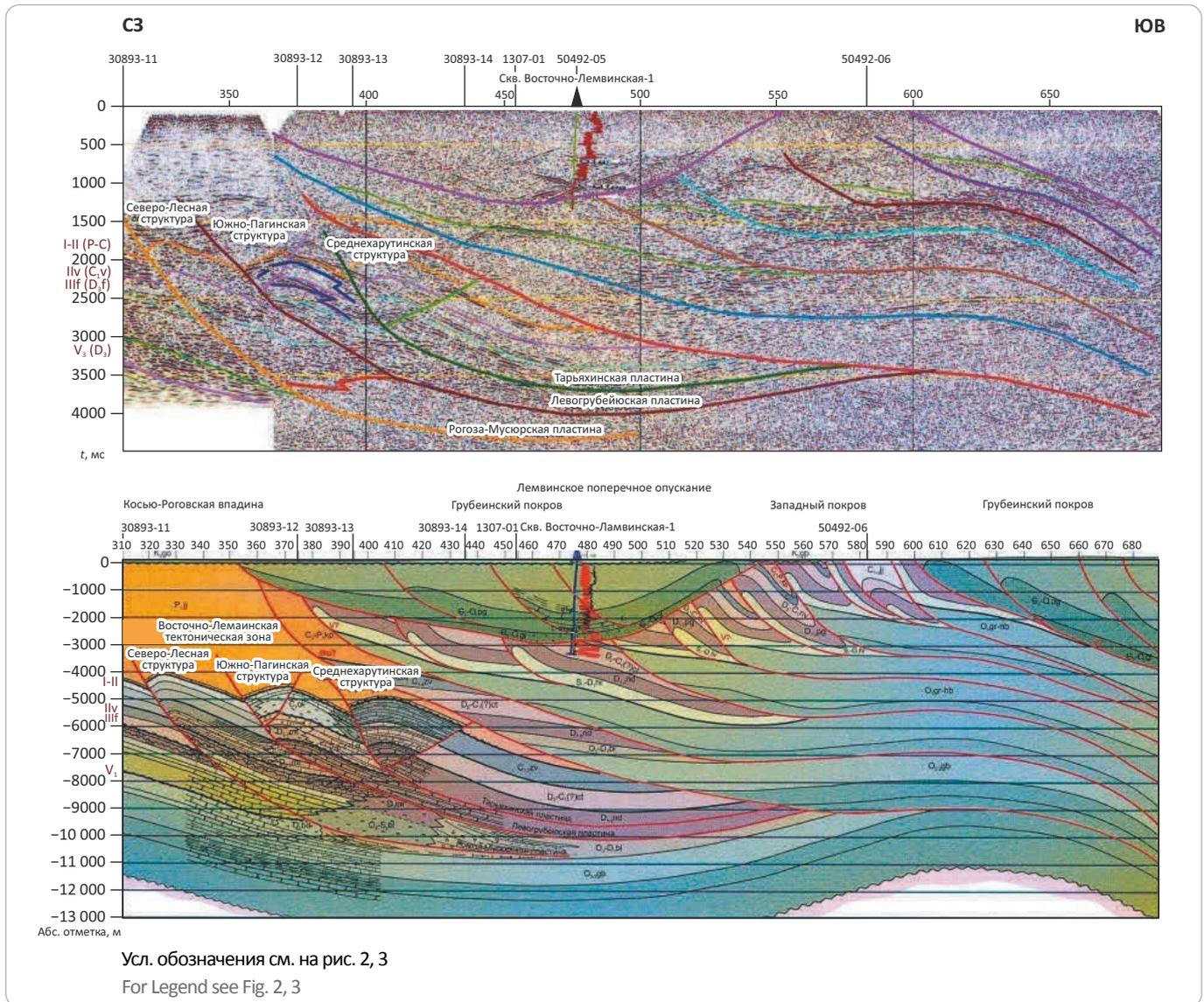
О — West Urals fold-and thrust area (northern segment): O_1 — West Urals megazone of linear fold-and-thrust dislocations (O_1^1 — East Lemvinsky blanket-folded zone, O_1^2 — Sredneshugorsky tectonic plate, O_1^3 — Timaizsky block-folded uplift, O_1^4 — East Kyr'tashorsky fold-and-thrust zone, O_1^5 — Pechora-Sypuchinsky sheet-folded zone); O_2 — Central Urals block-folded zone).

П — Polyudovsky transverse uplift

палеоокеана и столкновения Восточно-Европейского и Сибирского континентов. Эти два процесса сопровождались в том числе и вертикальными движениями, что повлекло за собой воздымание, а затем структурные преобразования ордовик-силурийских отложений в окончательные фазы Уральского орогенеза и формирование сложной надвигочешуйчатой мозаики толщ горных пород (рис. 5).

Дискуссионным остается вопрос формирования шовной структуры на границе прогиба с Печорской плитой — гряды Чернышева. Следует отметить, что шовные структуры — это структуры, которые как бы сшивают Предуральский прогиб со смежными структурами Печорской плиты и Припайхойско-Приюжно-новоземельским мегапрогибом (перикратоном). Они характерны для северных впадин прогиба: гряд

Рис. 5. Сейсмогеологическая модель Верхнелемвинской площади. Профиль 50492-14 (Уткина О.Л., 2007)
 Fig. 5. Geoseismic model of the Verkhnelemvinsky area. 50492-14 Line (Utkina O.L., 2007)



Чернова и Чернышева, Среднепечорского поперечного поднятия. Последнее ограничивает и разделяет Большесынинскую и Верхнепечорскую впадины. По всей вероятности, на их формирование влияли не только процессы горообразования на Урале и Пайхое, но и, в начальной стадии их зарождения, тектонические процессы в пределах пассивной окраины северо-восточной части Восточно-Европейской платформы.

Существует точка зрения, что на месте гряды Чернышева в доорогенный период существовал грабенообразный относительно узкий желоб, где накапливались мощные толщи ордовик-нижнепермских карбонатных отложений (Богданов Б.П., Ростовщиков В.Б., 2016) [3].

Северо-западная граница грабена контролировалась жесткой тектонической границей Боль-

шеземельского блока. В заключительную стадию орогенеза на Урале проявились максимальные тангенциальные напряжения, выраженные в «бульдозерном» эффекте и способствовавшие под напором пород Косью-Роговской впадины выжиманию вверх сложнопостроенного клина Чернышевского палеограбена (рис. 6).

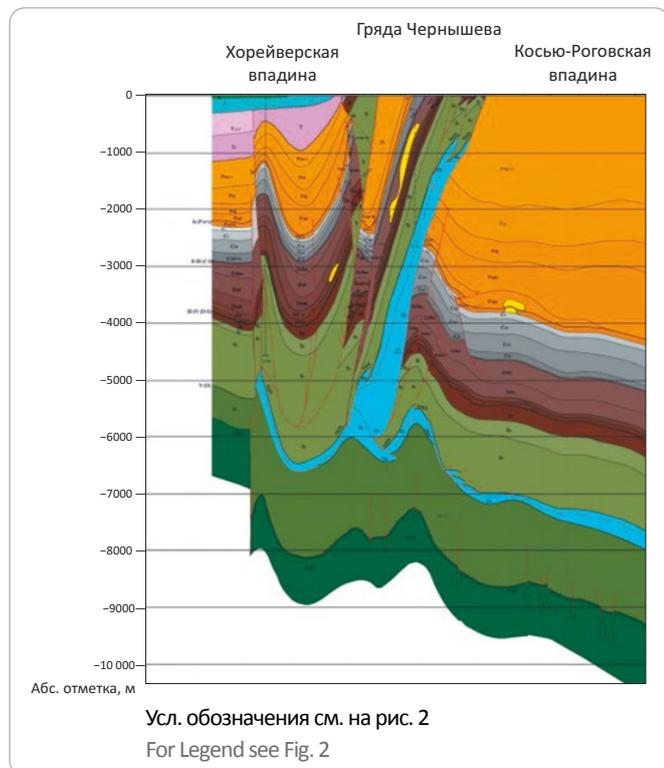
Гряда Чернова, разделяющая Воркутское поперечное поднятие субширотного простирания и Коротаихинскую впадину, имеет примерно такой же механизм образования, за исключением того, что надвиговые процессы в Коротаихинской впадине происходили со стороны Пайхоя.

Среднепечорское поперечное поднятие, несомненно, является южным окончанием Печоро-Кожвинского континентального авлакогена, заложение которого произошло не позднее раннего силура, а



HYDROCARBON POTENTIAL OF URALS FOREDEEP

Рис. 6. Геолого-геофизическая модель строения гряды Чернышева (Богданов Б.П., Ростовщиков В.Б., 2016)
Fig. 6. Geological and geophysical model of the Chernyshev ridge structure (Bogdanov B.P., Rostovshchikov V.B., 2016)



формирование продолжалось вплоть до карбона. Затем, как и весь Печорокожвинский авлакоген, структуры Среднепечорского сегмента подверглись инверсии с тангенциальными сжатием со стороны Уральской зоны и образованием валообразных структурно-надвиговых дислокаций (рис. 7).

Палеоструктурный план континентальной пассивной окраины Печорской плиты сформировался до заложения краевого прогиба как компенсационной структуры Уральского орогена. Восточная граница континентальной окраины доходила до офиолитового (аналога океанической коры) пояса Урала. Для всей этой обширной территории были характерны общие черты осадконакопления, контролируемые батинальными условиями перикратонного опускания континентальной окраины. Краевой прогиб, заложение которого произошло в ранней перми, заполнялся мощными толщами молассовых отложений верхней перми. На приподнятых участках поперечных поднятий этого не наблюдалось или происходило в значительно меньшей степени.

Сближение материков продолжалось до конца триаса – начала юры, когда произошло их столкновение. Коллизия кардинально изменила структурно-тектоническую картину строения осадочного чехла, особенно наддевонской части разреза. В это время широко проявились тангенциальные напряжения, вызванные орогенезом на Урале и преобразо-

ванные в чешуйчато-надвиговые процессы. Перемещения с востока на запад раннее сформировавшихся комплексов пород по бескорневым нарушениям, с одной стороны, перекрыли пликативные структуры ордовика – нижнего девона в восточной части континентальной окраины, сформировав так называемую Западно-Уральскую складчато-надвиговую область, с другой – образовали в пределах современных границ краевого прогиба Прилемвинские складчато-покровные (Косью-Роговская впадина), Мичабичевникскую и Большеаранецкую структурные зоны (Большесынинская впадина), а также восточную складчато-надвиговую зону в Верхнепечорской впадине (рис. 8).

Центральную структурно-тектоническую зону можно выделить в Косью-Роговской (Интинская складчато-чешуйчатая зона) и в Верхнепечорской (Вуктыльская тектоническая пластина) впадинах.

Современная модель строения северного сегмента Предуральского краевого прогиба была создана в результате эволюции взглядов исследователей от фиксистской (блоковой) тектоники до концепции тектоники литосферных плит (см. рис. 4).

Это дает основание по-новому оценить перспективы нефтегазоносности, основанные на тектонодинамических критериях.

Факторы, свидетельствующие о перспективности территорий

1. Наличие двух структурных этажей: автохтонного и аллохтонного. Причем границы автохтонного этажа простираются значительно восточнее аллохтонного этажа, образуя так называемую Западно-Уральскую складчато-надвиговую зону, значительная часть которой перекрыта габбро-диабазовым «козырьком» Уральского орогена (см. рис. 2). В данной автохтонной зоне прогнозируются крупные антиклинальные складки в палеозойских осадочных отложениях. Субдукционные процессы способствовали формированию благоприятных термобарических условий для преобразования ОБ в УВ [4].

2. Тектонодинамический фактор в ордовик-раннекаменноугольное время способствовал формированию ассоциации разнотипных рифовых построек, в том числе сквозных барьерных рифов (Лемвинский барьерный риф), атоллов (Западно-Вуктыльский атолл), карбонатных банок (Кочмеская), а также одиночных рифов (Западно-Ярвожский) (рис. 9).

3. Находясь в зоне перикратонного опускания, нефтегазоматеринские породы до коллизионного периода прошли основные фазы нефтегазообразования. Сформированные к этому времени ловушки были заполнены первичными УВ. В конце триаса часть залежей УВ разрушилась. Надвиговые процессы в аллохтонных частях сформировали сложнопостроенные ловушки, которые заполнялись УВ из первичных скоплений, а также вновь образованными УВ

Рис. 7. Геолого-геофизическая модель строения Среднепечорского поперечного поднятия (Богданов Б.П., 2016)
Fig. 7. Geological and geophysical structural model of the Middle Pechorsky transverse uplift (Bogdanov B.P., 2016)

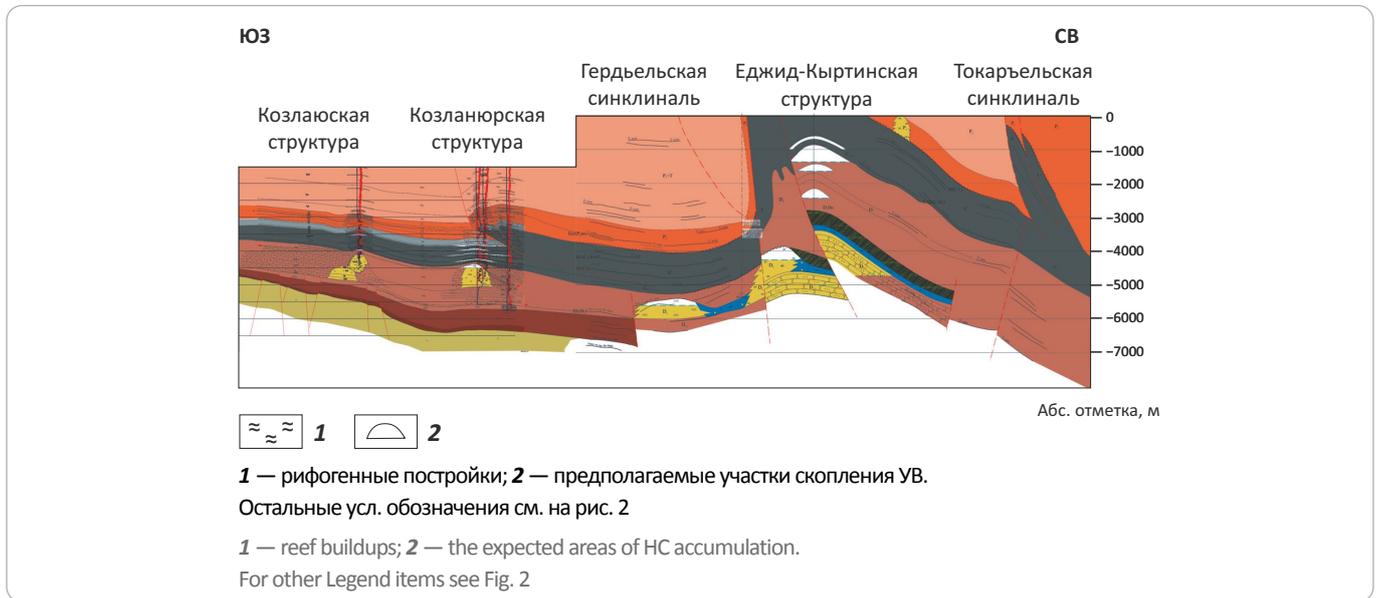
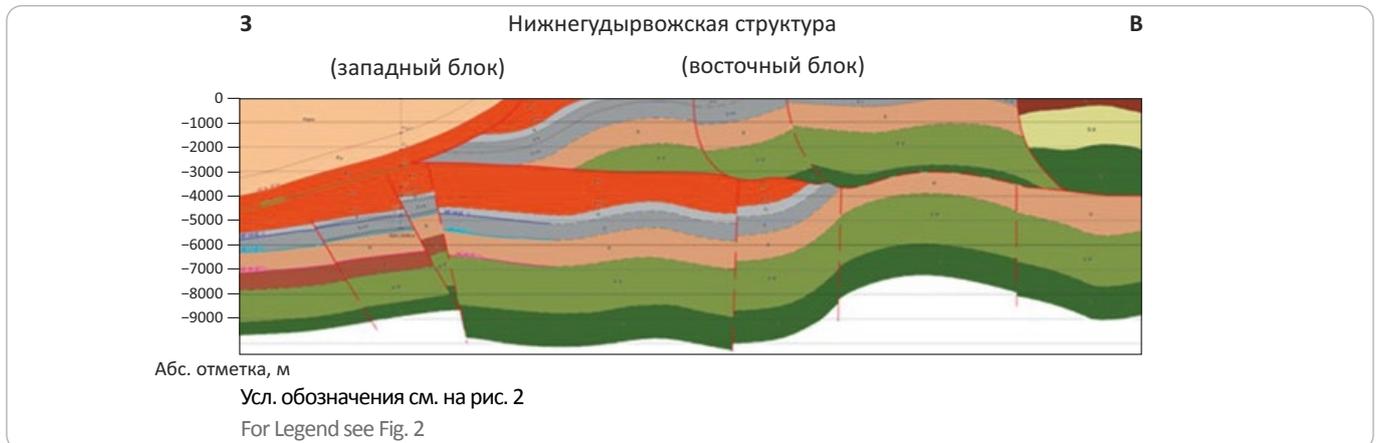


Рис. 8. Сейсмогеологический разрез через Гудырвожскую структуру по линии сейсмопрофиля 10793-05 (Куранова Т.И., 2016)
Fig. 8. Geoseismic section across the Gudyrvozhsky structure along 10793-05 Seismic Line (Kuranova T.I., 2016)



из нефтегазоматеринских пород за счет вертикальной миграции по многочисленным нарушениям и трещинам.

4. Во время формирования прогиба с накоплением мощных толщ молассовых отложений ранее сформированные карбонатные толщи ордовика – нижней перми подвергались уплотнению и метаморфизации за счет геостатического давления и температурных изменений. Это повлияло на ухудшение первичной пористости и проницаемости пород (риффы верхнего девона на Юньяхинской площадях). Но дальнейшие тектонодинамические процессы способствовали формированию вторичной пористости: трещинной, кавернозной, смешанной. Каждый из этого типа коллекторов образовался за счет определенных тектонодинамических процессов: вторичная трещиноватость формировалась за счет активных тектонодинамических процессов вертикально-горизонтальной

направленности в заключительные стадии орогенеза на Урале; эрозийная — за счет вертикальной составляющей волновых и складчатых движений, когда при выходе на поверхность верхний слой осадочных пород подвергался глубоким гипергенными изменениям; смешанный тип присущ совокупным, наложенным друг на друга тектонодинамическим процессам, в том числе и седиментационным (рис. 10).

5. Обилие структур в аллохтоне не всегда способствовало образованию высокочемких ловушек, так как деструктивные процессы отрицательно сказывались на прочностных герметизирующих свойствах покрышек.

Заключение

Необходимо отметить, что эволюция взглядов на формирование северного сегмента Предуральского краевого прогиба в значительной мере способство-

HYDROCARBON POTENTIAL OF URALS FOREDEEP

Рис. 9. Геолого-геофизическая модель формирования рифогенных образований в центральной и внутренней зонах Косью-Роговской впадины (по материалам ОАО «Севергеофизика»)
Fig. 9. Geological and geophysical model of reef buildups formation in the central and inner zones of the Kosju-Rogovsky depression (according to materials of Severgeofizika)

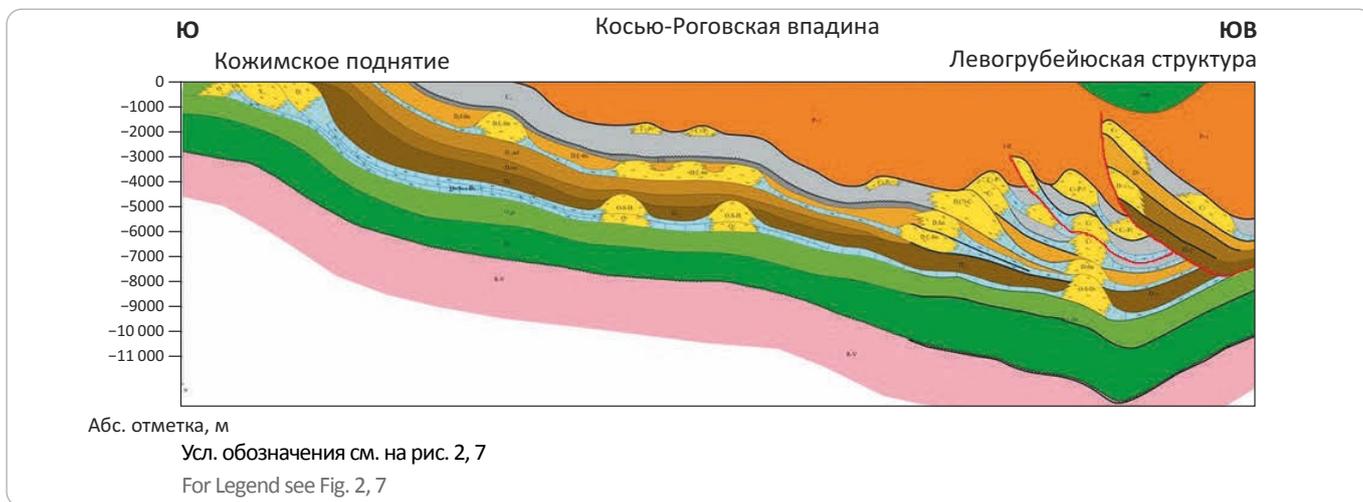
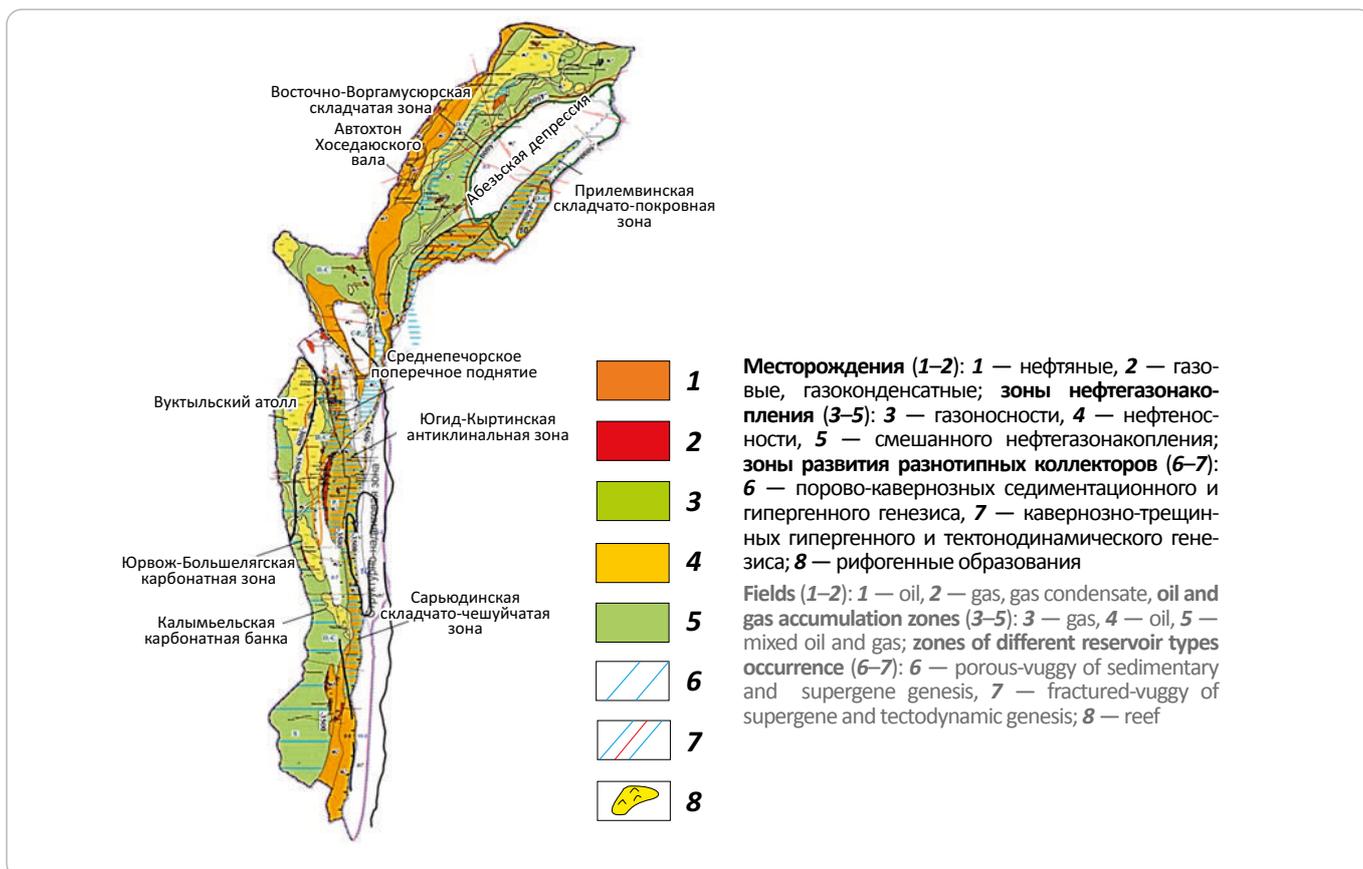


Рис. 10. Схема прогнозных зон газонефтенакопления и развития разнотипных коллекторов
Fig. 10. Scheme of the predicted gas and oil accumulation zones and occurrence of different reservoir types



вала уточнению перспектив его нефтегазосности, значительно расширив их. Это позволяет определить основные направления, методологию и методику геолого-разведочных работ на нефть и газ в этой части Тимано-Печорской нефтегазосной провинции. К основным направлениям относятся:

- Среднепечорское и Воркутское поперечные поднятия, гряда Чернышева с перспективами открытия залежей газа и нефти в среднедевонских терригенных отложениях, верхнедевонских рифах;
- внешняя зона прогиба с перспективами открытия залежей, в основном нефти, в различных частях па-

леозойского карбонатного разреза, в том числе в рифах ранней перми и в подсолевых отложениях ордовика;

– центральная и внутренняя зона — аллохтоны и автохтоны силура, позднего девона и ранней перми, здесь возможно открытие смешанных залежей (нефтегазоконденсатных);

– особую роль в дальнейших геолого-разведочных работах играет изучение перспектив нефтегазо-

носности Западно-Уральской складчато-надвиговой области, представленной крупными линейно-складчато-надвиговыми дислокациями и развитием систем сквозных рифогенных образований. В этой области могут быть открыты крупные и крупнейшие скопления газа. Зарубежный опыт подтверждает такие предположения (Канада, Венесуэла, Боливия и др.) (Klettet, 1997; Poeder, 2010) [5].

Литература

1. Малышев Н.А. Тектоника, эволюция и нефтегазоносность осадочных бассейнов европейского Севера России. – Екатеринбург : УрО РАН, 2002. – 268 с.
2. Костюченко С.Л., Морозов А.Ф., Кременецкий А.А. Тимано-Урало-Пайхойская коллизийная область: строение, эволюция, геодинамика. Результаты комплексных геолого-геофизических исследований. – М. : Геокарт-ГЕОС, 2012. – 210 с.
3. Богданов Б.П., Ростовщиков В.Б., Недилук Л.П., Маракова И.А., Сенин С.В. Тектонические и геохимические предпосылки нефтегазоносности гряды Чернышева // Нефтегазовая геология. Теория и практика. – 2016. – Т. 11. – № 2. DOI: 10.17353/2070-5379/18_2016.
4. Анищенко Л.А., Вишератина Н.П., Гудельман А.А., Данилов В.Н. Геологическое строение и перспективы газоносности западного склона Полярного и Приполярного Урала (по результатам геолого-разведочных работ) / Под ред. В.Н. Данилова. – СПб. : ФГУП «ВНИГРИ», 2015. – 264 с.
5. Roeder D. Fold-thrust belts at peak oil // Geological Society. Special Publications. – 2010. – Т. 348. – № 1. – С. 7–31. DOI: 10.1144/SP348.2.

References

1. Malyshev N.A. Tektonika, evolyutsiya i neftegazonosnost' osadochnykh basseinov evropeiskogo severa Rossii [Sedimentary basins of the Tectonics, evolution, and oil and gas potential of the European north of Russia]. Ekaterinburg: UrO RAN; 2002. 268 p. In Russ.
2. Kostyuchenko S.L., Morozov A.F., Kremetskii A.A. Timano-Uralo-Paikhoiskaya kollizionnaya oblast': stroenie, evolyutsiya, geodinamika. Rezul'taty kompleksnykh geologo-geofizicheskikh issledovaniy [Timan-Ural-Paikhoisky collision area: structure, evolution, geodynamics. Results of integrated geological and geophysical studies]. Moscow: Geokart-GEOS; 2012. 210 p. In Russ.
3. 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). DOI: 10.17353/2070-5379/18_2016. In Russ.
4. Anischenko L.A., Visheratina N.P., Gudelman A.A., Danilov V.N. Geologicheskoe stroenie i perspektivy gazonosnosti zapadnogo sklona Polyarnogo i Pripolyarnogo Urala (po rezul'tatam geologo-razvedochnykh rabot) [The geological structure and gas prospects of the Western slope of the Polar and Subpolar Urals (as a result of geological exploration)]. In: V.N. Danilov, ed. St. Petersburg: VNIIGRI; 2015. 264 p. In Russ.
5. Roeder D. Fold-thrust belts at peak oil. *Geological Society. Special Publications*. 2010;348(1):7–31. DOI: 10.1144/SP348.2.

Информация об авторах

Грунис Евгений Борисович

Доктор геолого-минералогических наук, профессор, главный научный сотрудник

ФГБУ «Всероссийский научно-исследовательский геологический нефтяной институт»

105118 Москва, ш. Энтузиастов, д. 36

e-mail: grunis@vnigni.ru

Scopus ID: 6602399286

ORCID ID: 0000-0001-8059-0933

Ростовщиков Владимир Борисович

Кандидат геолого-минералогических наук, доцент, заведующий кафедрой

ФГБОУ ВО «Ухтинский государственный технический университет»

169300 Ухта, ул. Первомайская, д. 13

e-mail: vrostovchikov@ugtu.net

Information about authors

Evgeniy B. Grunis

Doctor of Geological and Mineralogical Sciences, Professor, Chief Researcher

All-Russian Research Geological Oil Institute,

36, Shosse Entuziastov, Moscow, 105118, Russia

e-mail: grunis@vnigni.ru

Scopus ID: 6602399286

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. Pervomayskaya, Ukhta, 169300, Russia

e-mail: vrostovchikov@ugtu.net

HYDROCARBON POTENTIAL OF URALS FOREDEEP**Сбитнева Яна Степановна**

Аспирант, старший преподаватель
ФГБОУ ВО «Ухтинский государственный
технический университет»
169300 Ухта, ул. Первомайская, д. 13
e-mail: yalomachinskaya@ugtu.net

Колоколова Ирина Владимировна

Научный сотрудник
Институт проблем нефти и газа СО РАН
119333 Москва, ул. Губкина, д. 3
e-mail: ipngkolokolova@yandex.ru

Ахметжанова Зумрад Мухтаровна

Инженер
ФГБОУ ВО «Ухтинский государственный
технический университет»
169300 Ухта, ул. Первомайская, д. 13
e-mail: zahmetzhanova@ugtu.net

Yana S. Sbitneva

Postgraduate, Assistant Professor
Ukhta State
Technical University
13, ul. Pervomaiskaya, Ukhta, 169300, Russia
e-mail: yalomachinskaya@ugtu.net

Irina V. Kolokolova

Researcher
Institute of Oil and Gas Problems SB RAS
3, ul. Gubkina, Moscow, 119333, Russia
e-mail: ipngkolokolova@yandex.ru

Zumrad M. Akhmetzhanova

Engineer
Ukhta State
Technical University
13, ul. Pervomaiskaya, Ukhta, 169300, Russia
e-mail: zahmetzhanova@ugtu.net