

УДК 551.3

DOI 10.31087/0016-7894-2019-2-5-21

Нефтегазовая геодинамика Западно-Сибирского осадочного мегабассейна

© 2019 г. | В.В. Харахинов

tatyanaharakhinova@yandex.ru

Поступила 06.11.2018 г.

Принята к печати 07.12.2018 г.

Ключевые слова: геодинамика нефтегазоносных бассейнов; плюмы; рифтогенез; эндодренажные системы; Западно-Сибирский осадочный мегабассейн.

Современное состояние геолого-геофизической и геохимической информации по строению Земли и ее нефтегазоносных систем показывает, что нафтидогенез является следствием взаимодействия энергетических полей всех геосфер Земли. Формирование нефтегазоносных систем Западной Сибири определено двумя крупнейшими геодинамическими режимами: плюмово-рифтогенным и пострифтовым. В ходе разрушения ее литосферы пермотриасовым Сибирским суперплюмом в виде рифтовых грабенов и магистральных разломных кластеров, в основном сдвиговой природы, создается сеть крупнейших дренажей — флюидопроводников, канализирующих потоки глубинных энергии и вещества в верхние горизонты. Вдоль этих форм за счет процессов рассеянного рифтогенеза образуется «разрыхленное» пространство из локальных субвертикальных зон деструкции и зон интенсивной трещиноватости. Процессы плюмово-рифтогенного режима являются основой для формирования Западно-Сибирского осадочного мегабассейна — крупнейшего резервуара для превращения его за счет пострифтового геодинамического режима в нефтегазоносную провинцию. Региональные и локальные плюмы способствуют не только синергетическим эффектам нефтегазообразования, но и созданию благоприятных условий нефтегазонакопления.

Для цитирования: Харахинов В.В. Нефтегазовая геодинамика Западно-Сибирского осадочного мегабассейна // Геология нефти и газа. – 2019. – № 2. – С. 5–21. DOI: 10.31087/0016-7894-2019-2-5-21.

Petroleum geodynamics of the West Siberian sedimentary megabasin

© 2019 | V.V. Kharakhinov

tatianaharakhinova@yandex.ru

Received 06.11.2018

Accepted for publication 07.12.2018

Key words: geodynamics of oil and gas bearing basins; plumes; rifting; endodrainage systems; West Siberian sedimentary megabasin.

Currently available geological and geophysical information on structure of the Earth and its oil and gas bearing systems shows that naphtidogenesis is a consequence of interaction between the energy fields of all the Earth's geospheres. Two major geodynamic regimes determine formation of oil and gas bearing systems in Western Siberia, they are: plume-riftogenic and post-rift. During the course of lithosphere destruction by the Permian-Triassic superplume in the form of rift grabens and master fault clusters mainly of strike-slip nature, a network of major drains is created; they are fluid conductors canalizing flows of subsurface energy and substances to the shallow horizons. Resulting from the processes of scattered rifting, a "loosened" zone is formed along these structures; it is presented by local sub-vertical destruction zones and zones of intense fracturing. Processes of plume-riftogenic regime are the basis for formation of the largest reservoir — West Siberian sedimentary basin — and making it a petroleum province due to post-rift geodynamic regime. Regional and local plumes contribute not only to synergy of oil and gas generation, but also to creation of favourable conditions for oil and gas accumulation.

For citation: Kharakhinov V.V. Petroleum geodynamics of the West Siberian sedimentary megabasin. *Geologiya nefiti i gaza = Oil and gas geology*. 2019;(2):5–21. DOI: 10.31087/0016-7894-2019-2-5-21.

Геодинамические модели нафтидогенеза

В последнее десятилетие XX в. и начале XXI в. внедрение новых технологий в практику геолого-разведочных работ, в первую очередь сейсмо-разведочного производства в трехмерной модификации метода общей глубинной точки (3D-ОГТ), мощных обрабатывающих и интерпретационных систем при интегрированном анализе скважинной и сейсмической информации резко повысили информативность, глубинность (до 40–50 км в отдельных случаях) и детальность геологических построений. С использованием суперкомпьютеров появилась

возможность сейсмического «просвечивания» Земли. Сейсмотомографические данные показали, что инфраструктура приповерхностного, а также в целом литосферного геологического пространства обусловлена процессами не только в верхней и нижней мантии, как ранее утверждалось большинством исследователей, но и процессами в более глубоких геосферах, главным образом на границе с внешним ядром. В этот период удалось достичь не только нового высокого уровня детального понимания геологического строения нефтегазоносных систем, но и выявить значительную, если не определяющую, роль при форми-

ровании глубинных факторов нефтегазообразования и нефтегазонакопления. Полученные новые результаты во многом согласуются с **флюидодинамической концепцией Б.А. Соколова, Э.А. Абли** [1], в основе которой лежит представление об одновременности процессов, которые при наличии вертикального подтока флюидов обуславливают формирование залежей углеводородов, возникновение структур и появление геофизических и геохимических аномалий, являющихся отражением этих процессов в верхних горизонтах осадочного чехла земной коры. В последние годы выявлен широкий класс субвертикальных геологических тел различной морфологии и уровня заложения, связанных как с осадочным чехлом, так и с более глубокими слоями земной коры. Значительная часть таких субвертикальных зон дезинтеграции геологической среды проявляется выходами сильно разуплотненной жидкой по консистенции брекчии, углеводородов и других флюидов на дне моря и поверхности суши. В целом выявлена значительная роль дезинтеграционных явлений в структуре геологической среды нефтегазоносных районов. Основные элементы дезинтегрированности, выразившиеся в виде линейных (разломы), линейно-очаговых (дизъюнктивы с сопутствующими кольцевыми формами) и очаговых (субвертикальные зоны дезинтеграции в виде концентрических структур, зоны и участки аномальной трещиноватости) форм организации геологического пространства, одновременно являются и флюидодинамическими структурами. Концепция Б.А. Соколова достаточно популярна и не вызывает особых возражений. Признание ключевой роли флюидодинамических процессов в формировании не только месторождений УВ, но и структуры осадочного чехла должно было привести к значительным изменениям в технологии поисков УВ. Но этого не произошло, так как к настоящему времени не создана теория нефтидогенеза — нефтегазонакопления, соответствующая современному уровню накопленного за 250 лет огромного массива геологической и геохимической информации. Полученные за последние десятилетия данные не объяснимы биогенной теорией нефтегазообразования. К таковым можно отнести: открытие твердых нефтидов в гидротермальных системах спрединговых зон океанов; высокотемпературные субмаринные проявления «черных курильщиков»; присутствие УВ-газов и жидких УВ-флюидов в глубоких скважинах, вскрывших консолидированную кору (Гравберг-1 в Швеции, Новоелховская-20009 и Миннибаевская-20000 в Татарстане); наличие жидкой нефти и битумов в кимберлитовых трубках; обнаружение на Титане — спутнике Сатурна — озер жидкого метана и этана; открытие крупных месторождений нефти на сверхглубинах и в консолидированной коре. В 2009 г. на площади Тибер в Мексиканском заливе на глубине 10,5 км открыто крупнейшее нефтяное месторождение с предварительной оценкой запасов

450–550 млн т; ранее было обнаружено месторождение Каскада на глубине 9,75 км с запасами 410 млн т. Всего в нефтеносном палеоценовом комплексе Мексиканского залива в песчаниках с высокими коллекторскими свойствами открыто 18 месторождений, образующих на сверхглубинах одну крупную зону нефтегазонакопления. За эти годы в консолидированной коре на континентальном шельфе открыто уникальное месторождение Белый Тигр вместе с его спутниками. За последние 5–10 лет отмечено пополнение запасов и увеличение добычи углеводородов на старых месторождениях Западной Сибири, Татарстана, Башкирии, Чечни, Азербайджана, Украины, во многих районах США и других стран. Прежде этот факт пытались объяснить перетоками УВ в залежи из соседних малопродуктивных пластов. Однако после того, как обнаружили широкие масштабы распространения данного явления, приток углеводородов начали связывать с современными подтоками УВ-флюидов из глубоких горизонтов (Касьянова Н.А., 1997; Муслимов Р.Х. и др., 1999; Запивалов Н.П., 2000; Гаврилов В.П., 2004 и др.). Ярким примером такого явления может служить Татарстан. Из его недр уже извлечено 3051 млн т нефти, а нефтематеринский потенциал всей осадочной толщи по Волго-Уралу составляет 709 млн т [2]. Минерально-химические показатели, заполненность коллекторов частицами самородных металлов (интерметаллидов природных сплавов), а также карбидов и силицидов [3, 4] позволяют предполагать участие в образовании месторождений, в том числе гигантских углеводородных, энергии и вещества более глубоких сфер Земли (нижняя мантия — слой D_2 — внешнее жидкое ядро). Многие исследователи на основе интегрированного анализа полученных в последние десятилетия сейсмологографических данных с обширной петрологической информацией подчеркивают, что, ограничивая рудо- и нефтидогенерирующую геофлюидосферу земной корой (в большинстве случаев) и верхней мантией, трудно объяснить наблюдаемые глобальные закономерности рудоносности и нефтегазоносности [5].

Детальное изучение рифейского кернового материала скважин Куюмбинского месторождения, проведенное А.Е. Лукиным в 2008 г. [3], позволило выявить сплошную доломитизацию исходного био- и хемогенно-карбонатного субстрата с образованием огромного массива плотных сливных доломитов. Доломитизация явилась результатом интенсивной переработки субстрата маловязкими высокоэнтальпийными глубинными флюидами с высоким щелочным резервом, повышенным pCO_2 и большим содержанием магния. Весьма знаменательным является присутствие в доломитах дисперсных частиц самородного железа, а также тэнита, аваруита, никеля. Их можно рассматривать как трассеры глубинных флюидов, трансформирующихся (по мере их подъема и

внедрения в осадочную оболочку) в доломитизирующие растворы.

Сторонники абиогенной теории нефтегазообразования, развиваемой последователями Д.И. Менделеева, Н.А. Кудрявцева, П.Н. Кропоткина, В.Б. Порфирьева, Э.Б. Чекалюка, подчеркивали, что «время дискуссий прошло, пришло время утилизации знаний о глубинном генезисе углеводородов в методы прогнозирования нефтегазоносности и технологии поисков и освоения глубинной нефти» [6].

На международных конференциях по «Дегазации Земли» (1985, 1991, 2002, 2006, 2008, 2010), проводимых в Институте проблем нефти и газа РАН, освещались следующие вопросы: а) геодинамические, петрологические и геохимические аспекты дегазации Земли, природа глубинных восстановленных флюидов с акцентом на углеводородную ветвь дегазации; б) тектонический контроль и механизмы процессов глубинной дегазации — вторжения флюидов в верхние оболочки Земли с формированием каналов дегазации и флюидизированных очагов; в) роль глубинных флюидов в процессах нефтегазоаккумуляции. При этом глубинная природа нефти и газа все же до сих пор вызывает дискуссию. Подвергается сомнению возможность транспортировки крупных объемов углеводородов в приповерхностные горизонты земной коры. При высоких температурах в верхних частях мантии нефть будет распадаться и на поверхность будут выходить продукты распада (CO_2 , H_2O , CH_4). Для снятия противоречий в трактовке огромного числа фактических и экспериментальных материалов по вопросам генезиса нефти и газа многие исследователи подчеркивают, что энергия флюидов, транспортируемых из глубинных сфер Земли, способствует образованию месторождений нефти и газа за счет абиогенных и мобилизации биогенных источников [7]. Близкую концепцию генезиса углеводородов, названную **микстгенетической (геодинамической)**, предложил В.П. Гаврилов [8]. Он допускал возможность термokatалитического синтеза УВ в низах земной коры в результате взаимодействия углекислоты с водородом и водой и рассматривал общий углеводородный поток, идущий из недр, как смешанный — абиогенный — биогенный. Наиболее удачной представляется **геосинергетическая концепция А.Е. Лукина**, согласно которой нафтидогенез связан с импульсной активизацией разнообразных субстратов (черные сланцы, тяжелые нефти и битумы разных генераций, угленосные отложения, кристаллические породы с газово-жидкими включениями, осадочные породы с дисперсным органическим веществом, хемосинтетические микробиологические системы и т. д.), возникающей под влиянием глубинных высокоэнтальпийных флюидов и вызывающей лавинную генерацию углеводородов [9].

Развиваемая А.Е. Лукиным концепция наглядно подтверждается имеющимися геолого-геофизиче-

скими и геохимическими данными при детальном изучении феномена супергигантского уникального месторождения Белый Тигр, открытого советскими геологами совместного российско-вьетнамского предприятия «Вьетсовпетро» в 1988 г. на Южно-Вьетнамском шельфе. Впоследствии были выявлены и другие месторождения (Дракон, Ранг Донг, Черный Лев и др.), огромные запасы которых сосредоточены в каверново-трещинных природных резервуарах, образованных разуплотненными и метасоматически измененными кристаллическими породами (граниты, гранодиориты, монзониты и др.). На месторождении Белый Тигр в уникальной залежи безводной нефти, приуроченной к массивному резервуару, сосредоточено более 90 % разведанных запасов. Доказанная бурением толщина этой залежи составляет более 1600 м, объем нефтенасыщенных пород — 88,2 млрд м^3 , однако не исключено значительное увеличение этих цифр при бурении скважин глубиной более 5,5–6,0 км. При детальном исследовании kernового материала выявлено, что ведущую роль при создании эффективного пространства массивного резервуара играют тесно взаимосвязанные процессы безводного углеводородного и гидротермального метасоматозов и адиабатическая трещиноватость, представленная трещинами природного гидроразрыва и сейсмического дробления — главными факторами появления зон дилатансионного разуплотнения. Совокупность процессов гипогенного разуплотнения обусловила формирование трещинного резервуара колоннообразной формы, в пределах которого отмечаются очень высокие (до 2000 т/сут) дебиты нефти и не вскрыт водонефтяной контакт, несмотря на значительные (до 5,3 км) глубины скважин. Вся имеющаяся информация (геолого-промысловая и геохимическая) свидетельствует о недавнем формировании и современном пополнении массивных залежей месторождения Белый Тигр и его спутников и позволяет связывать их с каналами поступления глубинных энергии и вещества [4]. Их образование может быть обосновано «трубами» дегазации Земли — каналами-проводниками глубинной энергии и восходящих флюидов.

Таким образом, анализ большого числа фактического и экспериментального материала свидетельствует о том, что наиболее приемлемой для нефтегазогеологических построений на современном этапе можно считать геосинергетическую концепцию А.Е. Лукина, согласно которой для преобразования осадочного бассейна в нефтегазоносный недостаточно энергетических ресурсов. Для достижения этого необходимо взаимодействие глубинных высокоэнергетических флюидных потоков с уже сформированной осадочной оболочкой с преобразованием ее в мощную диссипативную и самоорганизующуюся систему, генерирующую скопления углеводородов в районах активного глубинного флюидного режима.



Основным итогом проведенного краткого анализа существующих концепций нефтегазообразования является вывод, что **нафтидогенез — это следствие взаимодействия энергетических полей всех геосфер Земли**. Объектами нефтегазовой геологии становятся строение как приповерхностных, так и глубинных структур Земли и энергетика процессов, охватывающих не только недра осадочных бассейнов, но и всю Землю в целом. При этом особое значение приобретают следующие основные проблемы глубинной и приповерхностной геодинамики и тектоники: а) обособление глубинных структур, контролирующих очаги нефтегазообразования; б) структура и динамика разгрузки глубинных флюидных потоков; в) тектонический контроль нефтегазонакопления с учетом процессов глубинной дегазации — вторжение флюидов в верхние оболочки Земли.

Плюмовая геодинамика

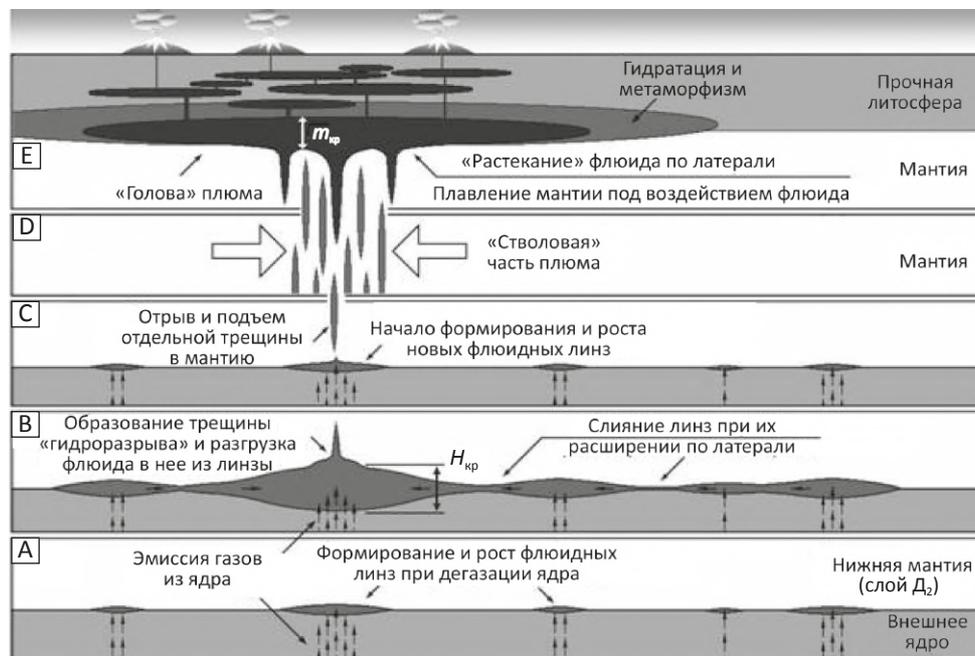
В настоящее время признано, что Земля представляет собой стратифицированную многооболочечную планету, разделенную на множество геосфер, основными из которых являются тектоносфера (земная кора с верхней мантией), мезосфера (нижняя мантия) и ядро. Японский геолог Ш. Маруяма (1994), а затем и российские исследователи [10] для каждой оболочки отмечают особые, свойственные ей процессы: для тектоносферы — тектоники плит, в мезосфере — широкомасштабной плюмотектоники, в ядре — тектоники роста. Несмотря на автономность происходящих в каждой геосфере процессов, тесное их взаимодействие оказывает весьма существенное влияние на формирование особенностей строения тектоносферы и, что самое важное, инфраструктуры литосферного пространства.

В конце XX в. — начале XXI в. в геологии сформировалась концепция о глубинных восходящих мощных флюидных потоках, достигающих верхних горизонтов литосферы. Эти потоки флюидов, в которых преобладают газы и широкий круг летучих компонентов, получили название «**плюмы**». Существование плюмов («магматических шлейфов») впервые предположил в 1971 г. американский геофизик Джейсон Морган для объяснения природы горячих точек Земли (Гавайи, Исландия и др.). Термином «плюм» он назвал огромную трубу высокотемпературной магмы, которая зарождается в виде относительно тонкой струи на оболочке земного ядра и поднимается на тысячи километров к самому верхнему слою мантии. Достигнув литосферы, этот поток растекается, образуя «гриб со шляпкой». Полученные в начале XXI в. в результате суперкомпьютеризации сейсмологических исследований и интегрированного анализа огромного массива петрологической информации и сейсмотомографических материалов представления о глубинном строении Земли и процессах, участвующих в формировании глубинных и сверхглубинных

восходящих структур, значительно расширились.

Важное значение для понимания процессов глубинной геодинамики имеет слой D_2 , расположенный в подошве мантии. Его верхняя граница неровная. Толщина слоя меняется от 150 до 350 км. Он характеризуется высоким градиентом температуры (~ 4000 °С в основании и ~ 3000 °С на верхней границе). Вязкость слоя D_2 , судя по сейсмическим скоростям, варьирует в широтном направлении, что может быть следствием вещественной неоднородности. В подошве слоя выявлена зона ультранизких скоростей, по-видимому, свидетельствующая о частичном плавлении вещества. В слое D_2 зарождаются мощные восходящие струи разогретой мантии, обогащенной легкими литофильными элементами, — **мантийные плюмы** [11]. Причиной формирования мантийных плюмов является **дегазация ядра водородом**. Исследователи не пришли к единому мнению по поводу механизмов подъема мантийных плюмов. Ф.А. Летников [5, 11] считает, что плюмы формируются за счет тепловых взрывов на границе ядро — мантия с выбросом газов, находящихся под давлением больше 13000 Кбар (130 ГПа) при температуре больше 4000 °С и «прожигают» мантию по пути к поверхности по принципу «газовой горелки». Взаимодействие водородного флюида с кислородосодержащей матрицей генерирует тепло и воду, что приводит к преобразованию изначально водородного флюида в водно-водородный с летучими соединениями металлов. При этом плюмы выступают в роли гиперболических потоков, обладающих громадной энергоемкостью, зависящей от их массоемкости. Н.Л. Добрецов [12] утверждает, что источниками плюмов являются мантийные воронки на границе ядро — мантия, которые имеют термохимическую природу и формируются при поступлении химической добавки, понижающей температуру плавления у подошвы мантии. В соответствии с этими двумя концепциями мантийные плюмы формируются при проплавлении непрерывного канала от ядра до основания литосферы. Н.С. Жатнуев [13] предполагает вариант миграции от ядра порций флюидов в пластичной мантии по субвертикальным плоскостям — трещинам, дробящимся в процессе подъема на более мелкие фрагменты (рис. 1). Н.Л. Добрецов [14] полагает, что плюмы могут зарождаться также на границе верхней и нижней мантии (слой С) на глубине 420–660 км и в тыловой части субдуцируемой плиты с глубины 100–300 км. Мантийные плюмы, концентрирующие громадную энергоемкость и обладающие часто значительными размерами (до 1000–2000 км в диаметре), преобразуют литосферу, формируя основные черты ее ячеисто-блоковой инфраструктуры, в том числе создавая рифтогенные осадочные бассейны [15] и крупные изверженные провинции. При этом в литосфере образуется система каналов-проводников глубинных энергии и материала, по которым мантийные струи

Рис. 1. Схема формирования плюмов и плюмового магматизма (по [13])
Fig. 1. Scheme of plumes formation and plume magmatism (after [13])



А–Е — последовательность процесса формирования плюмов (вне масштаба); $H_{кр}$ — критическая высота линзы, необходимая для ее прорыва в мантию; $m_{кр}$ — критическая мощность магматического резервуара, необходимая для его прорыва

A–E — sequence of plumes formation process (out of scale); $H_{кр}$ — critical thickness of lenticle, which is required for breakthrough to the mantle; $m_{кр}$ — critical thickness of plutonic body, which is required for breakthrough

достигают верхних слоев земной коры в виде флюидных плюмов.

Геодинамика Западно-Сибирской нефтегазонадной провинции

Ярким примером активного воздействия на литосферные процессы является **Сибирский суперплюм** [14]. Ему соответствуют обширнейшая (площадь больше $2,6 \cdot 10^6 \text{ км}^2$) одноименная изверженная провинция (рис. 2), сформировавшаяся в позднепермско-раннетриасовое время [16], погребенные вулканы Западно-Сибирской плиты и траппы Сибирского кратона. В развитии Сибирского суперплюма выделяется три этапа [14]: 1) ранний — 260–252 млн лет; 2) главный — 251–248 млн лет; 3) поздний (регрессивный) — 247–234 млн лет. Огромный объем извергнутых расплавов составил $2,3 \cdot 10^6 \text{ км}^3$ эффузивных и интрузивных пород. Трапповый магматизм охватил значительные площади не только Сибирской платформы и Западной Сибири, но и Карского моря и п-ова Таймыр. При этом выделяют [17] четыре центра магматизма с общими корнями на границе нижней мантии и ядра: Таймырский, Маймеча-Котуйский, Норильский и Тазовский.

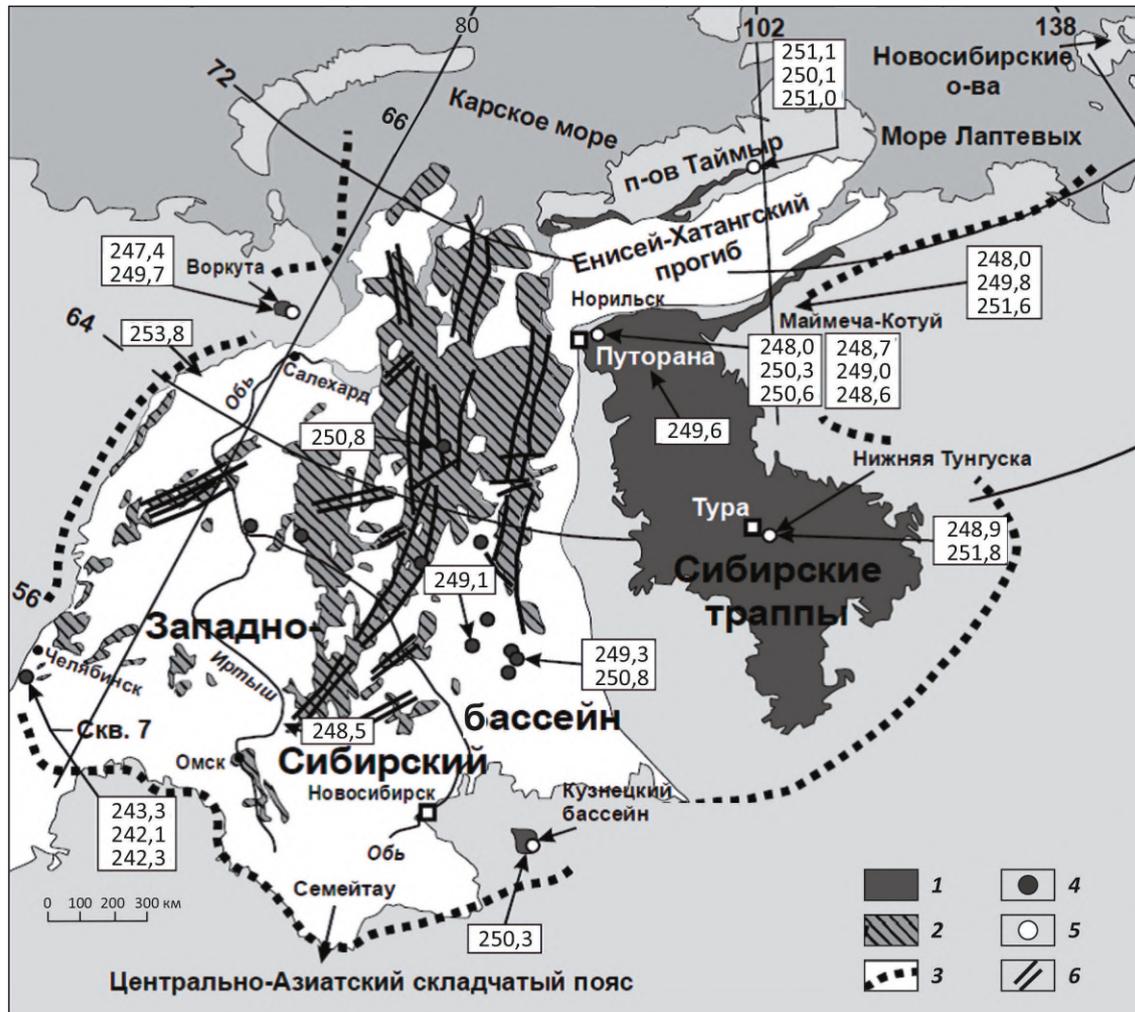
В первых трех значительный объем занимают базит-гипербазитовые расплавы, зарождающиеся в глубоких слоях мантии в условиях интенсивнейше-

го литосферного растяжения. Мощнейшее действие Сибирского суперплюма свидетельствует о его громадных энергетических возможностях. Этим вызвано развитие в пределах Тазовского центра Западной Сибири значительных объемов магнитоактивных тел основного и, возможно, ультраосновного состава, фиксируемых в виде интенсивных положительных магнитных аномалий, протягивающихся на 300–500 км. С.В. Аплонов [18] связывает их с Обским палеоокеаном, раскрывшимся 240–215 млн лет назад в результате значительного раскола литосферы. При этом границы образовавшегося рифта разошлись на 200–300 км. В дальнейшем океаническая природа рифта не подтвердилась при бурении Тюменской сверхглубокой скв. СГ-6. На глубине 6424–7502 км (забой) была вскрыта толща триасовых вулканических отложений континентального происхождения [19].

Тазовский ареал пермотриасового магматизма, занимающий значительную по размерам территорию северо-востока Западно-Сибирской плиты, определен четырьмя крупными расколами литосферы, формирующими рифтовые долины глубиной до 1,5 км, которые представляют собой наиболее дезинтегрированную часть **Западно-Сибирской рифтовой системы**. Стержневой структурой системы является Колтогорско-Уренгойский рифт, протянувшийся в субмеридиональном направлении на 1800 км при

TOPICAL ISSUES OF OIL AND GAS GEOLOGY

Рис. 2. Карта Сибирской крупнейшей изверженной провинции с местонахождениями точек определения абсолютного возраста Ar/Ar-методом, млн лет (по [16])
 Fig. 2. Map of the largest Siberian igneous province showing stations of absolute age determination using Ar/Ar method, mln years (after [16])



1 — выходы базальтов и туфов; 2 — погребенные базальты и туфы; 3 — провинция сибирских траппов; 4 — скважины; 5 — места отбора образцов; 6 — главные рифты

1 — basalt and tuff outcrops; 2 — buried basalt and tuff; 3 — Siberian trap province; 4 — wells; 5 — sampling stations; 6 — major rifts

ширине 50–180 км. Наиболее широкая его часть приурочена к Тазовскому центру растяжения литосферы, к югу и северу ширина раскола уменьшается до 50–60 км. В систему входят Худосейский, Худоттейский и Ямальский рифты, соответствующие высокомагнитным телам, выполняющим глубокие расколы литосферы — подводящие каналы основного и ультраосновного магматического материала. За пределами Тазовского ареала процессы пермотриасового рассеянного **рифтогенеза** привели к формированию на остальной территории Западно-Сибирской рифтовой системы вулканогенных толщ основного состава [19] в виде трещинных излияний и лавовых покровов, в основном в зонах разломов и дезинтегрированных межблоковых зон. Мощность вулканогенных толщ по скважинным данным (Никольская-1, Омбинская-2, Федоровская-69 и др.) не превышает 1,5 км.

Гигантская энергетика Сибирского суперплюма, выразившаяся в виде излияний огромных масс траппов на дневную поверхность и проникновения в межслоевые пространства допермских осадочных толщ на десятки и сотни километров, привела к величайшему вымиранию животного мира в триасе (почти 90 % видов). Причиной могли быть огромные объемы выбросов ядовитых веществ (мышьяк, хром), уменьшение количества кислорода, насыщение атмосферы углекислым газом.

Кроме интенсивной магматической деятельности Сибирский суперплюм сформировал преимущественно амагматичные рифтовые системы: а) крупного 1100 × (230–650) км субширотного Енисей-Хатанского рифт-пострифтового трога, обрамленного «горячими» Таймырским (с севера) и Норильско-Маймеча-Котуйским (с юга) суперраско-

лами литосферы и наиболее дезинтегрированного в осевой части в виде Рассохинско-Балахинского рифта, отраженного в мезо-кайнозойском чехле трога инверсионными структурами Мессояхской гряды; б) расположенные на периферии ареала действия суперплюма и занимающие акватории морей Лаптевых, Карского, Баренцева и Северного.

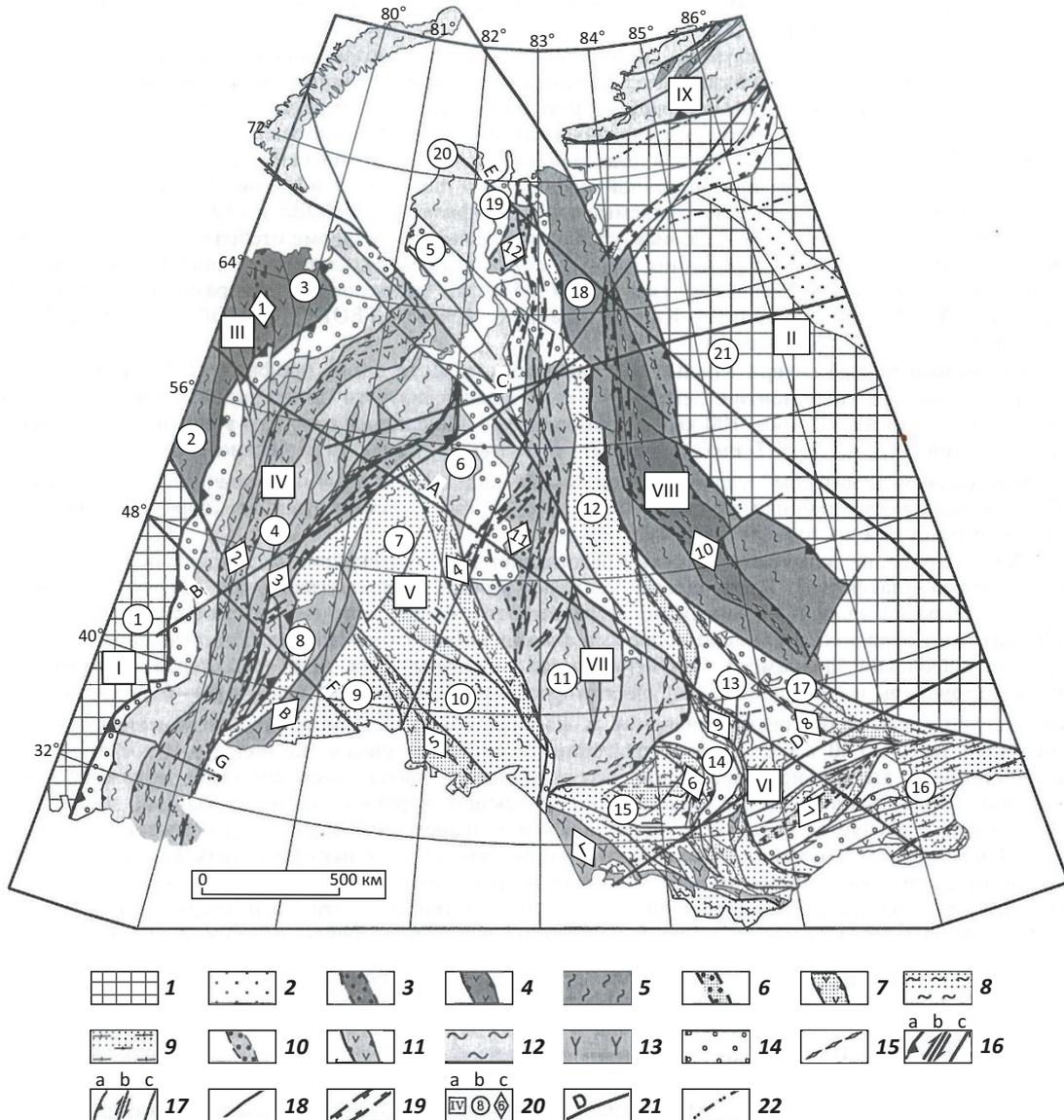
Разрушение литосферы в результате плюмовых деструкционных процессов сосредоточенного и рассеянного рифтинга происходило наиболее концентрированно, главным образом в «ослабленных» фрагментах. Современные модели литосферы представлены структурированной (зонно-блоковой) средой, состоящей из относительно стабильных блоков, окруженных подвижными зонами с пониженной (вследствие раздробленности) вязкостью субстрата [20], в виде межгеоблоковых литосферных «швов» и межблоковых (сутурная, кластеры разломной и трещинной дезинтеграции среды) зон различного ранга. В пределах Западно-Сибирской мезо-кайнозойской плиты структура консолидированного доюрского субстрата освещена в многочисленных работах, основными из которых являются исследование В.С. Суркова (2002), В.С. Бочкарева (2003), А.С. Егорова (2003), Е.Г. Журавлева (2002), К.А. Клещева и В.С. Шеина (2004) и многих других авторов.

Несмотря на различие взглядов, все они подчеркивают блоковую делимость доюрского основания плиты. Наиболее наглядно ее зонно-блоковая структура отражена на Карте плитотектонического районирования доюрских структур Западной Сибири, составленной в 2003 г. В.С. Шеиным [21], и на Тектонической схеме консолидированного фундамента Западно-Сибирской платформы (рис. 3), предложенной в 2003 г. А.С. Егоровым [22]. Анализ построений разных исследователей и существующей по этой проблеме геолого-геофизической информации, проведенный автором статьи, свидетельствует, что позднепермско-триасовые рифтогенные процессы наиболее активно проявились в подвижных зонах допозднепермского пространства. Интенсивные процессы растяжения формируют в это время в стержневой зоне Западно-Сибирского геоблока крупный Обско-Тазовский дезинтегрированный клинораздвиговый блок треугольной формы с вершиной на широте Омска (на юге) и основанием длиной 600 км в пределах Ямало-Тазовской депрессии (на севере, у побережья Карского моря). Блок ограничен с юго-запада Салымским сутурным швом, с востока — Колтогорско-Уренгойской шовной зоной и представляет собой крупную «зону зияния» литосферы, судя по построениям А.С. Егорова по геотраверсу Мурманск – Кызыл [22], прослеженную до глубины 100 км в виде разуплотненной коромантийной среды (рис. 4). По сейсмическим данным [23], под Уренгойским месторождением отмечена «столбообразная», значительно разуплотненная верхнемантийная

неоднородность диаметром 300 км и глубиной до 110 км. Границы Обско-Тазовского блока, сформированного в основном в результате процессов позднепермско-триасового спрединга [18], в целом согласуются с контурами Западно-Ямальской и Южно-Сибирской позднепермско-триасовых пассивных окраин, выделенных В.С. Шеиным [21]. За пределами Обско-Тазовского блока интенсивные рифтогенные процессы разрушения литосферы проявились в юго-западной (приуральской) части Западно-Сибирского геоблока в сфере действия Шеркалинской и Валерьяновской сдвиговых шовных зон (см. рис. 3), в мегасдвиговом пространстве между ними. В целом позднепермско-триасовая рифтогенная деятельность Сибирского суперплюма проходила в условиях **вращения Сибирских геоблоков** по часовой стрелке [24], что вызвало интенсивное развитие сдвиговых деформаций, главным образом по разломам субмеридионального, северо-западного и северо-восточного направлений.

Энергия **плюмово-рифтогенных** [17] геодинамических процессов привела к образованию в пределах Западно-Сибирского мегарифтогена одноименной **эндодренажной мегасистемы**. Термин предложен Г.С. Вартамяном [25] для крупных геоструктур Земли, где реализуется транспортировка и аккумуляция тепла основной массы жидких и летучих продуктов глубинной трансформации вещества, состоящих из обширных тепловых реакторов и глубинных каналов транспортировки флюидов и выполняющих функции регулирующего клапана, сбрасывающего критические давления и предотвращающего планетарный коллапс. **Западно-Сибирская эндодренажная мегасистема** включает в себя сеть региональных, зональных и локальных каналов-флюидопроводников, через которую осуществляется устойчивый в геологическом времени дренаж флюидных потоков. В конце триаса, в результате понижения энергии Сибирского суперплюма и смены интенсивной горячей дегазации Земли на относительно холодную, происходит трансформация плюмово-рифтогенного режима в **пострифтовый геодинамический**. Основные следствия интенсивной дегазации Земли в пределах Западно-Сибирской эндодренажной мегасистемы: а) возникновение в связи с выходом на поверхность огромных масс глубинного материала дефекта геологического пространства с формированием в условиях оседания земной поверхности крупнейшего на Земле мезо-кайнозойского осадочного мегабассейна; б) трансформация осадочного мегабассейна в нефтегазоносный в результате массивированной транспортировки глубинной энергии и вещества, определяющих процессы нефтегазообразования и нефтегазоаккумуляции. По мнению Ф.А. Летникова, дефект геологического пространства возникает из-за разрушения с утонением земной коры восстановленными глубинными

Рис. 3. Тектоническая схема консолидированного фундамента Западно-Сибирской плиты и прилегающих складчатых областей (по [22])
 Fig. 3. Tectonic framework of consolidated basement of West Siberian Plate and neighbouring orogenic belts (after [22])



1 — геоблоки (палеоплиты) с древней архейской корой; 2 — шовные зоны; **структурно-вещественные подразделения фанерозойских складчатых областей (3–12):** 3–5) — позднепротерозойские (байкальские) складчатые системы (3–5): 3 — межплитные зоны предполагаемого развития коры океанического типа, 4 — сутурные зоны и тектонические покровы, выполненные вулканогенно-осадочными комплексами островных дуг и офиолитами, 5 — микроплиты и деформированные окраины палеоплит, представленные на поверхности фундамента осадочными и осадочно-вулканогенными комплексами чехлов микроплит и пассивных окраин; 6–9) — ранне-среднепалеозойские (каледонские) складчатые системы (6–9): 6 — межплитные зоны предполагаемого развития коры океанического типа, 7 — сутурные зоны и тектонические покровы, выполненные вулканогенно-осадочными комплексами островных дуг и офиолитами, 8 — микроплиты и деформированные окраины палеоплит, представленные на поверхности фундамента осадочными и осадочно-вулканогенными комплексами чехлов микроплит и пассивных окраин; 9 — выступы раннедокембрийского кристаллического цоколя; 10–12) — позднепалеозойские (герцинские) складчатые системы (10–12): 10 — межплитные зоны предполагаемого развития коры океанического типа, 11 — сутурные зоны и тектонические покровы, выполненные вулканогенно-осадочными комплексами островных дуг и офиолитами, 12 — микроплиты и деформированные окраины палеоплит, представленные на поверхности фундамента осадочными и осадочно-вулканогенными комплексами чехлов микроплит и пассивных окраин; 13 — позднепалеозойские вулканоплутонические пояса активных окраин: В — Валерьяновская, Г — Горно-Алтайская; 14 — позднепалеозойские коллизионные краевые прогибы, межгорные впадины и вулканические депрессии; 15 — положение глубинных границ палеоплит и микроплит; **разрывные нарушения (16–18):** 16 — глубинные тектонические границы древних платформ и складчатых областей, секущие трансрегиональные дислокации: а — надвиги, б — сдвиги, с — прочие разломы, в том числе смешанного или неустановленного морфокинематических типов, 17 — тектонические границы структурных зон в пределах складчатых областей: а — надвиги, б — сдвиги, с — прочие разломы; 18 — прочие разломы; 19 — триасовые грабен-рифты; 20 — тектонические структуры: а — главные: I — Восточно-Европейская платформа, II — Сибирская платформа, III — Тимано-Печорская складчатая область, IV — Уральская складчатая область, V — Казахстанская складчатая

Усл. обозначения к рис. 3, окончание
Legend for Fig. 3, end.

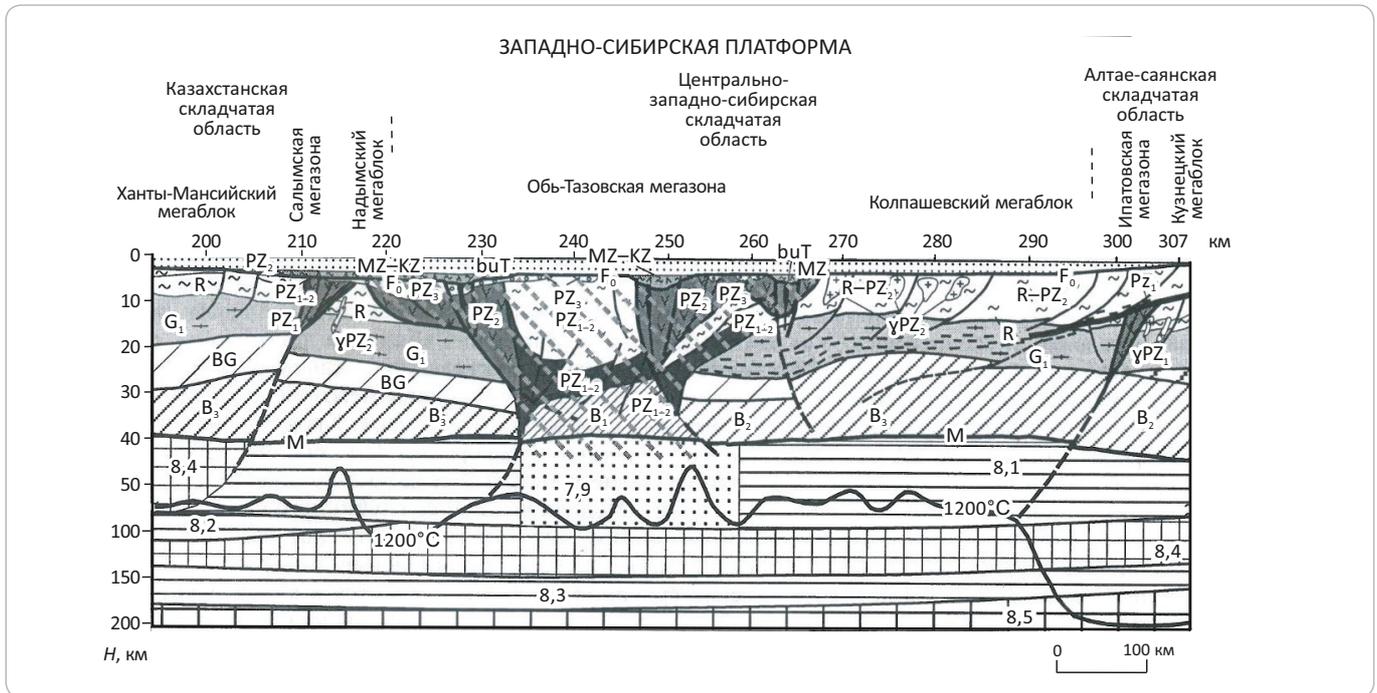
область, VI — Алтае-Саянская складчатая область, VII — Центрально-Западно-Сибирская складчатая область, VIII — Енисейская складчатая область, IX — Таймырская складчатая область; b — блоки (палеоплиты и микроплиты) с древней раннедокембрийской корой: 1 — Волго-Уральский, 2 — Тимано-Печорский, 3 — Большеземельский, 4 — Восточно-Уральский, 5 — Ямало-Гыданский, 6 — Надымский, 7 — Ханты-Мансийский, 8 — Зауральский, 9 — Кокчетавский, 10 — Иртышский, 11 — Межевско-Нюрольский, 12 — Колпашевский, 13 — Минусинский, 14 — Кузнецкий, 15 — Горно-Рудно-Алтайский, 16 — Тувинский, 17 — Восточно-Саянский, 18 — Няояхско-Кетский, 19 — Новопортовский, 20 — Южно-Карский, 21 — Тунгусско-Ангарский; c — структуры растяжения, сжатия и сдвига, сформированные вдоль границ литосферных палеоплит: 1 — Верхнепечорская, 2 — Тагило-Магнитогорская, 3 — Шеркалинская, 4 — Салымская, 5 — Иртышская, 6 — Салаирская, 7 — Западно-Саянская, 8 — Кизирская, 9 — Кузнецко-Алатауская, 10 — Приенисейская, 11 — Обь-Тазовская, 12 — Ямало-Гыданский; 21 — линии опорных геолого-геофизических разрезов литосферы (геотравверсов), составленных вдоль профилей ГСЗ-МОВЗ и МОВ-ОГТ: А — Мурманск — Кызыл, В — Нижний Тагил — Уренгой, С — Березово — Усть-Мая, D — Рубцовск — мыс Невельского, Е — Ямал — Кяхта, F — Костомукша — Семипалатинск, G — Уралсейс, H — Тенгиз — море Лаптевых; 22 — контуры развития мезо-кайнозойского чехла Западно-Сибирской мегасинеклизы

1 — geoblocks (paleo-plates) with ancient Archean crust; 2 — suture zones; **structural and material units in Phanerozoic orogenic belts (3–12):** Late Proterozoic (Baikalian) fold systems (3–5): 3 — interplate zones of the supposed development of oceanic-type crust, 4 — suture zones and nappes composed of island-arc igneous-sedimentary sequences and ophiolites, 5 — microplates and deformed paleoplate margins, which are represented on the basement surface by sedimentary and sedimentary-igneous sequences of microplate and passive margin covers; Early-Middle Palaeozoic (Caledonian) fold systems (6–9): 6 — interplate zones of the supposed development of oceanic-type crust, 7 — suture zones and nappes composed of island-arc igneous-sedimentary sequences and ophiolites, 8 — microplates and deformed paleoplate margins, which are represented on the basement surface by sedimentary and sedimentary-igneous sequences of microplate and passive margin covers; 9 — uplifts in Early Pre-Cambrian crystalline base; Late Palaeozoic (Herzynian) fold systems (10–12): 10 — interplate zones of the supposed development of oceanic-type crust, 11 — suture zones and nappes composed of island-arc igneous-sedimentary sequences and ophiolites, 12 — microplates and deformed paleoplate margins, which are represented on the basement surface by sedimentary and sedimentary-igneous sequences of microplate and passive margin covers; 13 — Late Palaeozoic volcanic-plutonic belts of active margins: B — Valer'yanovsky, Г — Gorno-Altaysky; 14 — Late Palaeozoic collision foredeeps, intermontane troughs and volcanic depressions; 15 — position of the deep-seated margins of paleo-plates and microplates; **faults (16–18):** 16 — deep-seated tectonic boundaries of ancient platforms and orogenic belts transverse to transregional dislocations: a — thrusts, b — strike-slip faults, c — other faults, including those of mixed or undetermined morphologic and kinematic types, 17 — tectonic boundaries of structural zones within orogenic belts: a — thrusts, b — strike-slip faults, c — other faults, 18 — other faults; 19 — Triassic graben-rifts; 20 — tectonic structures: a — major: I — East European Platform, II — Siberian Platform, III — Timan-Pechora orogenic belt, IV — Urals orogenic belt, V — Kazakhstansky orogenic belt, VI — Altay-Sayany orogenic belt, VII — Central West Siberian orogenic belt, VIII — Yeniseisky orogenic belt, IX — Taimyrsky orogenic belt; b — blocks (paleo-plates and microplates) with ancient Early Pre-Cambrian crust: 1 — Volga-Urals, 2 — Timan-Pechora, 3 — Bolshezemelsky, 4 — East Urals, 5 — Yamal-Gydansky, 6 — Nadymsky, 7 — Khanty-Mansijsky, 8 — Zauralsky, 9 — Kokchetavsky, 10 — Irtyshsky, 11 — Mezhevsky-Nyurolsky, 12 — Kolpashevsky, 13 — Minusinsky, 14 — Kuznetsky, 15 — Gorno-Rudno-Altaysky, 16 — Tuvinsky, 17 — East Sayansky, 18 — Nyadoyakhsky-Ketsky, 19 — Novoportovsky, 20 — South Karsky, 21 — Tungusky-Angarsky; c — extensional, compressional and strike-slip structures formed along the lithosphere paleo-plates margins: 1 — Verkhnepechorsky, 2 — Tagilo-Magnitogorsky, 3 — Sherkalinsky, 4 — Salymsky, 5 — Irtyshsky, 6 — Salairsky, 7 — West Sayanasky, 8 — Kizirsky, 9 — Kuznetsky-Alatausky, 10 — Priyeniseisky, 11 — Ob-Tazovsky, 12 — Yamal-Gydansky; 21 — lines of key geological and geophysical lithosphere sections (geotraverses) along DSS-ECW and CDP lines: A — Murmansk — Kyzyl, B — Nizhni Tagil — Urengoi, C — Berezovo — Ust'-Maya, D — Rubtsovsk — Cape of Nevelsky, E — Yamal — Kyakhtha, F — Kostomuksha — Semipalatinsk, G — Uralseis, H — Tengiz — Laptev Sea; 22 — contours of Meso-Cenozoic cover development within the West Siberian mega-syncline

флюидами, содержащими кремний, алюминий, кальций, натрий и калий, и выноса на поверхность их больших объемов, в том числе продуктов разрушения — кварца и алюмосиликатов, осаждавшихся на дне бассейна в виде опок и опоквидных глин [26]. Калий и натрий растворяются в воде. Интенсивное пострифтовое погружение в результате значительной разгрузки глубинного материала создало в пределах Западно-Сибирской эндодренажной мегасистемы большие объемы осадков. Толщина мезо-кайнозойских осадков изменяется от 3–4 км на юге до 13–14 км на севере, в зависимости от интенсивности и глубины вовлечения в процессы литосферного растяжения, и максимальна в пределах Обско-Тазовского рифтогенного блока с наибольшей дезинтегрированностью до глубины 100 км. Такой механизм формирования глубоких и сверхглубоких бассейнов согласуется с выводами Н.Л. Добрецова и О.П. Полянского [27] об их природе.

Пострифтовая геодинамическая эволюция Западно-Сибирского мезо-кайнозойского мегабассейна в целом зависит от динамики и энергии «увядающего» Сибирского суперплюма. В условиях остывания литосферы начальный длительный (228–161,2 млн лет) период геодинамической эволюции характеризуется относительно спокойным режимом формирования поздне триасового и юрского осадочного чехла мегабассейна. В конце юры и начале мела (155,7–140,2 млн лет), в результате значительного усиления активности, по сути пароксизма, выноса громадных объемов глубинного материала, произошло погружение дна бассейна с образованием гигантской Западно-Сибирской котловины площадью 1,2 млн км² и глубиной до 500 м и более. Некомпенсированный режим осадконакопления предопределил незначительную толщину георгиевского (5–7 м) и баженовского (15–30 м, иногда достигающего 60 м в аномальных разрезах) комплексов. О высокой ин-

Рис. 4. Глубинный разрез земной коры и верхней мантии Западно-Сибирской плиты по линии геотранверса Мурманск – Кызыл (по [22])
Fig. 4. Deep section across the Earth's crust and upper mantle of the West Siberian Plate along the Murmansk – Kyzyl geotransverse line (after [22])

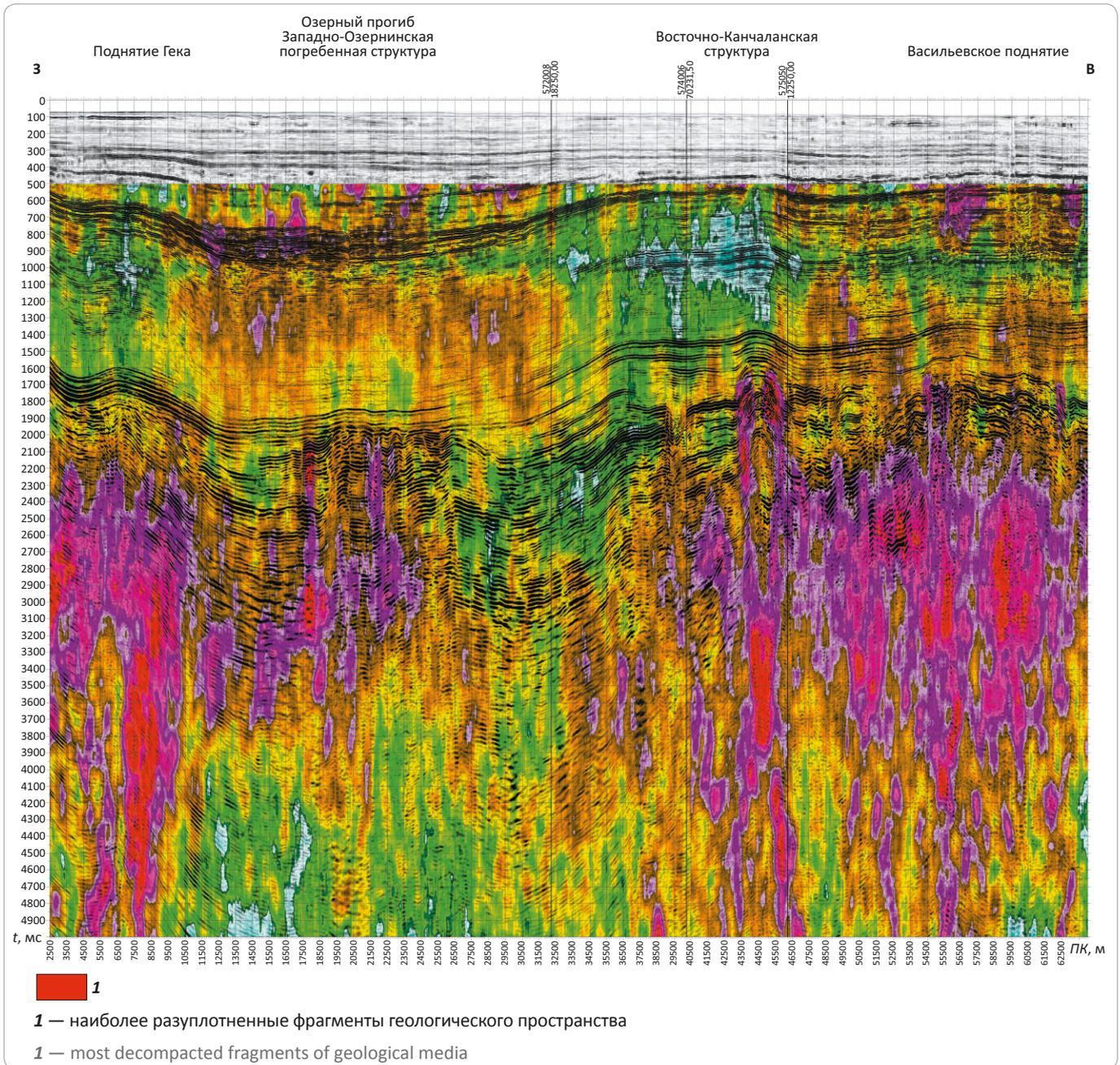


тенсивности флюидодинамических процессов в кимеридж-волжско-берриасское время свидетельствует аномальное строение георгиевско-баженовского комплекса: а) преимущественное развитие углеродистых высококремнистых пород; б) высокая зараженность фосфоритовыми конкрециями гидротермально-хемогенной природы; в) большая концентрация свободного кремнезема в виде опала и халцедона (до 25 %); г) значительное воздействие карбонатных и сульфатных гидротерм; д) повышенные радиоактивность, содержания редких (никель, кобальт, кадмий, мышьяк, медь и др.) и рассеянных (бор, таллий, барий и др.) элементов; е) наличие твердых битумов и чистых «углеродных прослоев», свидетельствующих о прорыве в баженовское море подводных углеводородных потоков. Эта по сути кратковременная (около 15 млн лет) интенсивная активизация была ярким событием в пострифтовой мезо-кайнозойской истории Западно-Сибирского мегабассейна. Подобные перестройки с меньшей активностью проседания дна бассейна и формирования глинистых толщ происходили в барремское (130–125 млн лет) и турон-коньякское время (93,5–85,8 млн лет). Периоды активизации в 155–140 и 130–125 млн лет совпадают по времени с II и III стадиями усиления геодинамической активности Северной Евразии, выделенными Н.Л. Добрецовым и др. [17]. Неоген-четвертичная стадия, охватившая весь этот огромный регион [17], в пределах Западной Сибири отразилась резким усилением флюидодинамической деятельности, благоприятной для активизации процессов нефтегазообразования и нефтегазонакопления.

Преимущественно **водородные, углеводородно-водные мантийные струи — плюмы** в виде восходящих флюидных потоков с мощной глубинной энергией — создают мощный синергетический эффект изменения структурно-вещественного облика осадочного чехла и его доюрского субстрата, особенно концентрируясь в ареалах действия зональных и локальных флюидопроводников в виде: а) создания углеводородных «флюидизированных очагов» [28]; б) формирования оптимального для нефтегазонакопления пустотного пространства в трещинных, порово-трещинных и поровых резервуарах; в) оформления окончательного облика складчатых, блоковых и концентрических форм, соответствующих в основном локальным субвертикальным зонам деструкции (СЗД) земной коры — подводным каналам флюидопотоков. Также об этом свидетельствует большой объем сейсморазведочных данных, полученных в благоприятных сейсмогеологических условиях в морских акваториях (рис. 5–7). Во многих случаях СЗД в Западной Сибири соответствуют выделенным С.М. Бембелем [29] **солитонам** — локальным излучателям глубинных энергии и вещества.

В условиях интенсивного разрушения литосферы рифтогенными процессами очень сильная раскрытость, особенно на севере Западной Сибири, ведет к широкому развитию «труб» дегазации [28] с высочайшей энергетикой, формирующей высокоамплитудную бескорневую **инверсионную складчатость**. Все гигантские газовые залежи (Уренгойское, Медвежье, Ямсовейское, Юбилейное и другие месторождения) контролируются крупными инверсион-

Рис. 5. Комбинированный временной разрез поля отраженных и рассеянных волн по сейсмическому профилю 535029 (Берингово море, Восточно-Анадырский прогиб)
Fig. 5. Composite time section (reflected and scattered waves) along seismic line 535029 (Bering Sea, East Anadyr trough)



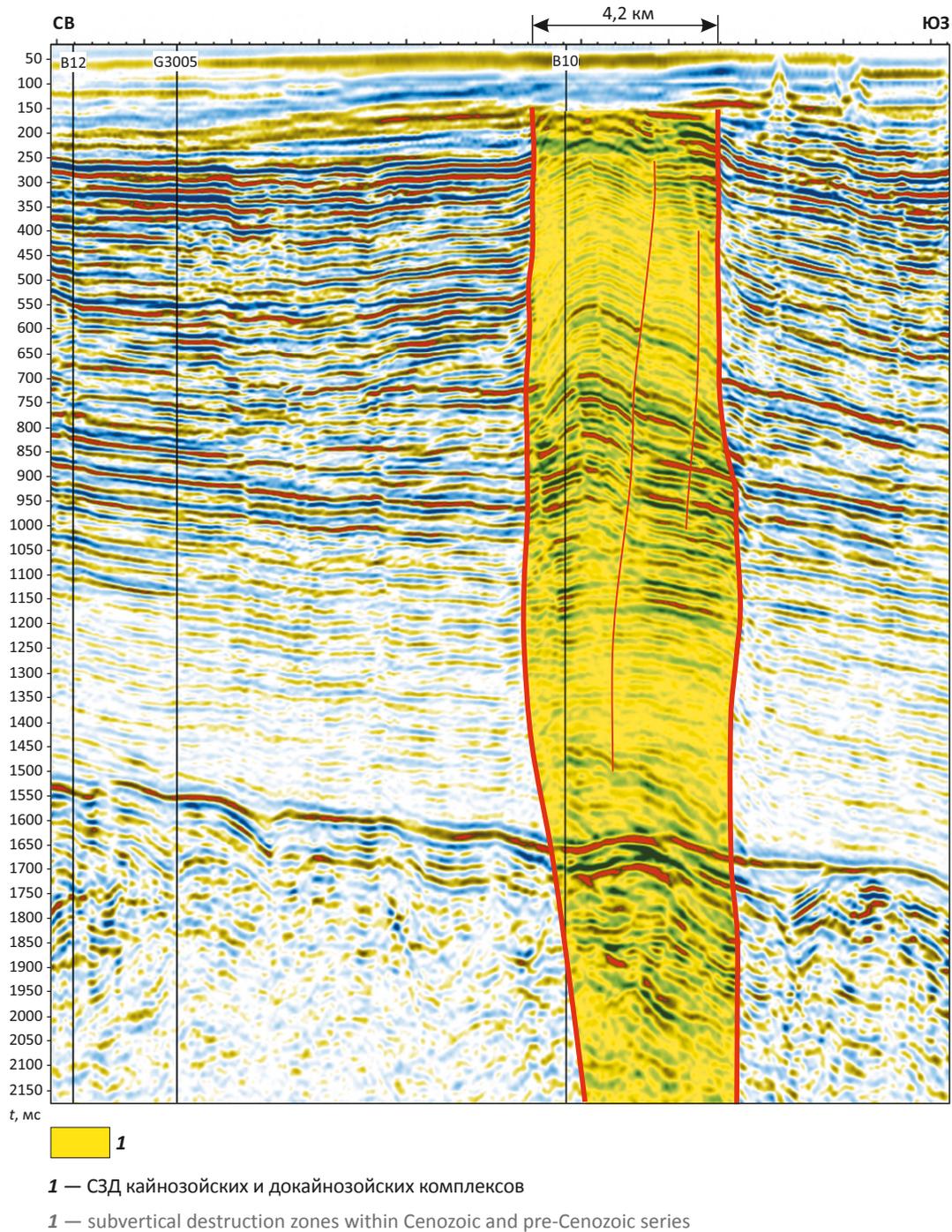
ными структурами с полным или даже избыточным заполнением с высотой залежей до 200 м и более [30]. Инверсионная складчатость характерна и для Баренцевоморского региона. Активная энергетика флюидопотоков, канализируемая СЗД, локализует высокопродуктивные участки месторождений (рис. 8). Неоген-четвертичная активизация в Западной Сибири выразилась и в усилении горизонтальной компоненты литосферных перемещений. Новейшие сдвиговые деформации выявлены и детально изучены на значительной территории региона, особенно в пределах подвижных зон, главным образом в присдвиговом

пространстве Колтогорско-Уренгойской шовной зоны [31, 32]. А.И. Тимурзиев и Г.Н. Гогоненков [32] считают их отражением (результатом воздействия) глубинной сдвиговой литосферной активизации. Н.В. Насонова [31] связывает со сдвигами аномально высокую продуктивность Самотлорского нефтегазового гиганта, исходя из «поршневого» эффекта заполнения углеводородами резервуара. Если это предположение верно, то можно допустить кратковременное интенсивное трансензионное «раскрытие» недр в зоне Колтогорско-Уренгойского шва — мегасдвига.



TOPICAL ISSUES OF OIL AND GAS GEOLOGY

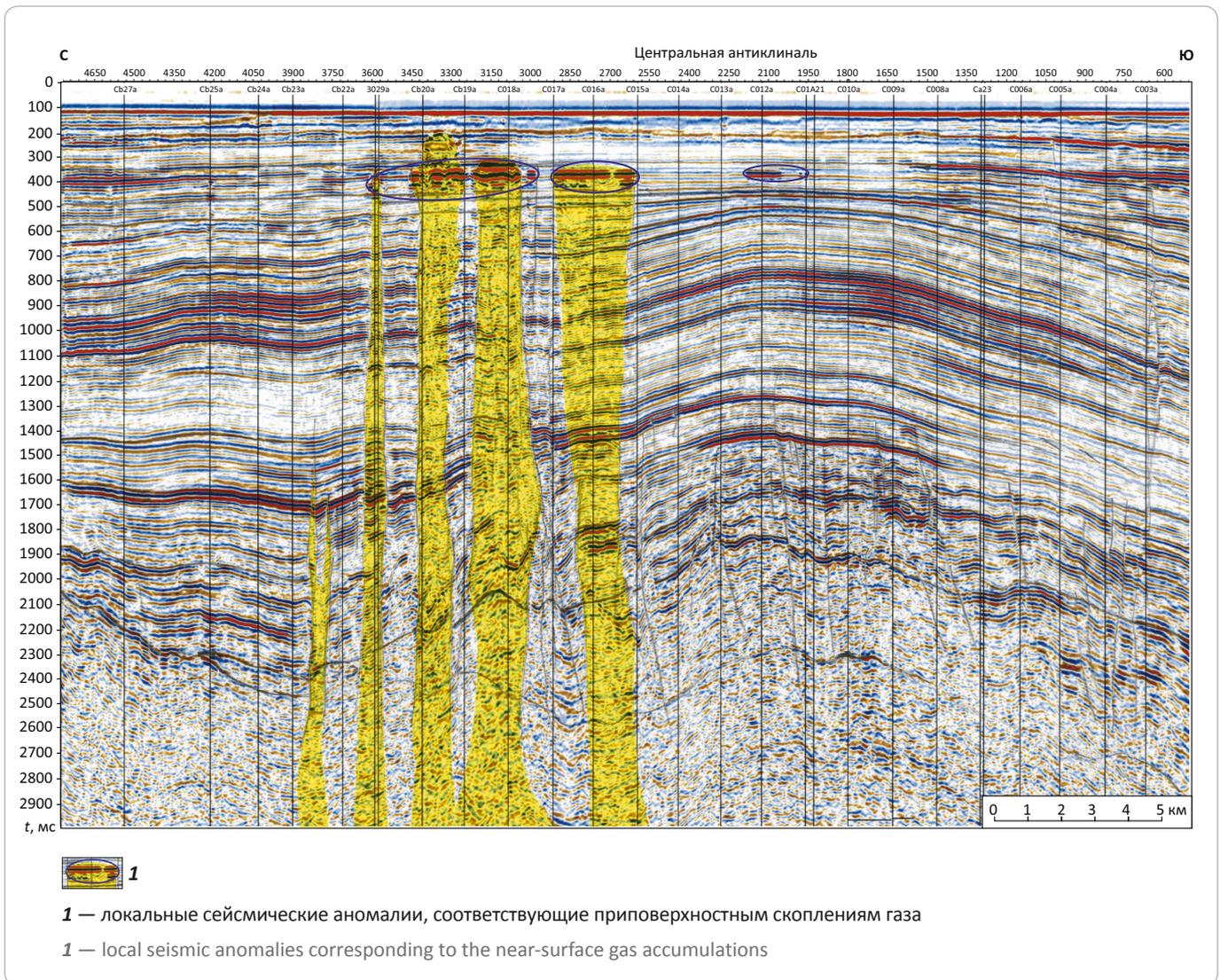
Рис. 6. Фрагмент временного сейсмического разреза по профилю R009B (Восточно-Анадырский прогиб)
 Fig. 6. Fragment of seismic time section along the Line R009B (East Anadyr trough)



В целом плюмово-рифтогенный и пострифтовый геодинамические режимы, как показано на примере результатов действия Сибирского суперплюма, коренным образом влияют на литосферные постройки, создавая крупнейшие эндодренажные системы, осуществляющие усиленную дегазацию Земли преимущественно в виде водородных и углеводородно-водных плюмов — основных конструкторов

процессов нефтегазообразования и нефтегазо-накопления. Ведущая роль рифтогенных процессов в создании осадочных (нефтегазоносных) бассейнов показана в обобщенной модели Д. Маккензи (1980), уточненной В.Е. Хаиным [33], Ю.Г. Леоновым (2004), А.М. Никишиным, Н.Л. Добрецовым. Модель включает подъем линзовидной «шляпы» мантийного плюма к подошве литосферы, вызванное им утоне-

Рис. 7. Восточно-Анадырский прогиб. Структура Центральная. Временной сейсмический разрез по профилю 91а
 Fig. 7. East Anadyr trough. The Central structure. Seismic time section along the Line 91a



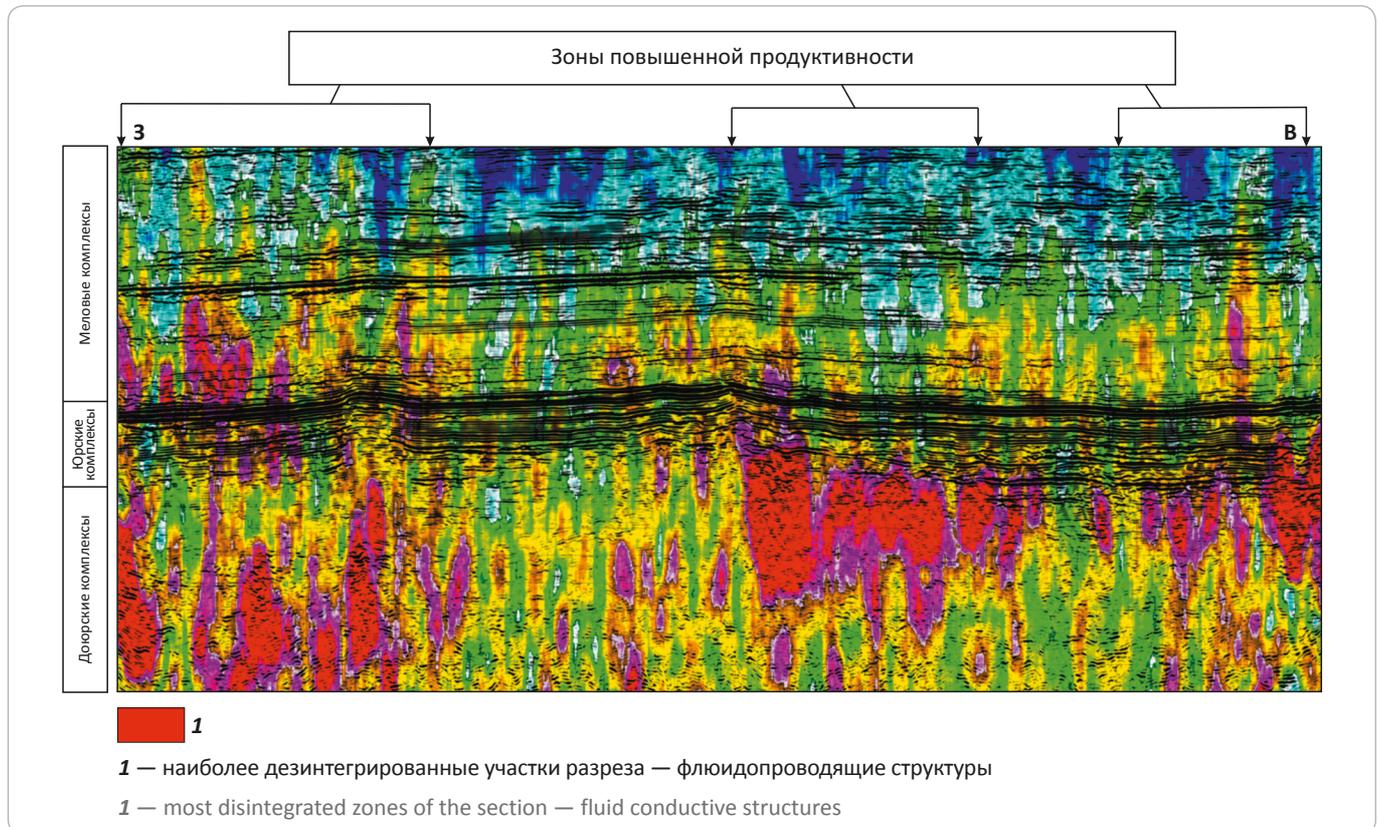
ние и расширение литосферы (рифтовая стадия), затем охлаждение и восстановление изостатического равновесия (пострифтовая стадия). По В.Е. Хаину [10, 33], рифтовые процессы растяжения литосферы реализуются в верхней коре в виде хрупких деформаций, а в вязкой нижней коре — в виде пластического утонения. По Н.Л. Добрецову и О.А. Полянскому [27], при формировании глубоких и сверхглубоких бассейнов разрушение охватывает литосферу почти на всю глубину. Можно предположить, что пластические деформации в основном характерны для подлитосферной мантии. **Процессы плюмово-рифтогенного и пострифтового геодинамических режимов, сформировавшие инфраструктуру и нефтегазовый потенциал Западно-Сибирской нефтегазоносной провинции, определяют суть нефтегазовой геодинамики для всех осадочных (нефтегазоносных) бассейнов, как древних, так и молодых, и являются универсальными.**

Заключение

Анализ нефтегазоносности осадочных бассейнов в различных геодинамических обстановках — условиях действия пермотриасового Сибирского суперплюма и пострифтовых режимов Западно-Сибирской нефтегазоносной провинции — позволил выявить следующие основные положения нефтегазовой геодинамики осадочных бассейнов. Плюмово-рифтогенный и пострифтовый геодинамические режимы определяют два крупнейших этапа в формировании нефтегазоносных систем Земли. В ходе разрушения литосферы **плюмами различной энергетики** на фоне ее интенсивного растяжения создается деструктивная инфраструктура литосферного пространства, определяя его эндодренажную емкость в виде расколов литосферы различных объемных характеристик, зависящих от глубины их проникновения в недра тектоносферы и выраженных в виде рифтовых грабенов различного ранга и



Рис. 8. Комплексный временной сейсмический разрез полей отраженных и рассеянных волн (Аганское месторождение)
 Fig. 8. Composite seismic time section (reflected and scattered waves) across the Agansky field



магистральных разломных кластеров, в основном сдвиговой природы. Вдоль этих форм за счет процессов **рассеянного рифтогенеза** создается «разрыхленное» пространство в виде полей локальных СЗД и интенсивной трещиноватости. На первом этапе: а) формируется сеть крупнейших дренах — флюидопроводников, канализирующих потоки глубинной энергии и вещества в верхние горизонты Земли и сопровождаемых «шлейфами» дренах меньшего ранга; б) создается основа для формирования осадочных бассейнов — крупнейших резервуаров для наполнения их углеводородными скоплениями.

Пострифтовые геодинамические режимы в условиях холодной дегазации из остывающих плюмовых «подушек» и уменьшения их объема формируют в пределах образовавшегося дефекта геологического пространства крупные осадочные бассейны с трансформацией их в последующем в нефтегазонасыщенные. Региональные и локальные плюмы в периоды активизации плюмтектонических процессов способствуют не только синергетическим эффектам нефтегазообразования, но и созданию благоприятных условий для нефтегазонакопления: литодинамических в виде коллекторских и флюидоупорных толщ и структурных в виде разломных, складчатых и кольцевых форм. Наиболее яркие примеры: подвижные зоны сдвигового взаимодействия крупных геоблоков и блоков, инверсионные антиформы Обско-Тазов-

ского геоблока, цепочки присдвиговых валов в зоне Колтогорско-Уренгойского шва, крупнейшая Мессояхская мегаструктура, развитая над глубочайшим расколом литосферы в пределах Енисей-Хатангского трога.

Особое значение для пострифтовых режимов имеет **неоген-четвертичная стадия активизации геодинамических процессов**, в результате которой сформирован нефтегазовый потенциал осадочных бассейнов.

Предлагаемая геодинамическая концепция формирования нефтегазового потенциала Западной Сибири требует изменения стратегии и тактики геолого-разведочных работ с их концентрацией в районах активного действия эндодренажных систем: а) региональных в виде рифтогенных, межблоковых, мегадвиговых зон, кластеров разломного разрушения земной коры, особенно в слабоизученных регионах (Гыдан, Енисей-Хатангский) и комплексах (баженовский, доюрский); б) локальных очагов дилатансионного разуплотнения земной коры в виде солитонов, зон пересечения разломов, главным образом в промышленных районах, для их доразведки. В целом изучение геодинамических режимов и процессов формирования углеводородного потенциала Земли рекомендуется обособить в отдельный раздел геологии — нефтегазовая геодинамика.

Литература

1. Соколов Б.А., Абля Э.А. Флюидодинамическая модель нефтегазообразования. – М. : ГЕОС, 1999. – 76 с.
2. Лоджевская М.И. Количественная оценка нефтегазоносности с позиций глубинного происхождения углеводородов // Геология нефти и газа. – 2015. – № 5. – С. 52–61.
3. Лукин А.Е., Зоценко Н.А., Харахинов В.В., Донцов В.В., Наумко И.М. Литогеохимические факторы формирования нефтеносных метасоматических доломитов рифея Восточной Сибири // Геологический журнал. – 2009. – № 1. – С. 7–24.
4. Старостенко В.И., Лукин А.Е., Цветкова Т.А., Заец Л.Н., Донцов В.В., Савиных Ю.В. Об участии суперглубинных флюидов в нефтидогенезе (по данным изучения уникального нефтяного месторождения Белый Тигр) // Геофизический журнал. – 2011. – Т. 33. – № 4. – С. 3–32.
5. Летников Ф.А. Флюидный режим эндогенных процессов и проблемы рудогенеза // Геология и геофизика. – 2006. – Т. 47. – № 12. – С. 1296–1307.
6. Тимурзиев А.И. Резолюция 1-х Кудрявцевских чтений — Всероссийской конференции по глубинному генезису нефти и газа // Современные наукоемкие технологии. – 2013. – № 2. – С. 33–40.
7. Лукин А.Е., Пиковский Ю.И. О роли глубинных и сверхглубинных флюидов в нефтегазообразовании // Геологический журнал. – 2004. – № 2. – С. 21–33.
8. Гаврилов В.П. Геодинамическая модель нефтегазообразования в литосфере // Геология нефти и газа. – 1998. – № 10. – С. 1–8.
9. Лукин А.Е. О происхождении нефти и газа (геосинергетическая концепция природных углеводородно-генерирующих систем) // Геологический журнал. – 1999. – № 1. – С. 30–42.
10. Хаин В. Е. Современная геодинамика: достижения и проблемы // Природа. – 2002. – № 1. – С. 51–59.
11. Летников Ф.А. Сверхглубинные флюидные системы Земли и проблемы рудогенеза // Геология рудных месторождений. – 2001. – Т. 43. – № 4. – С. 291–307.
12. Добрецов Н.Л. Геологические следствия термохимической модели плюмов // Геология и геофизика. – 2008. – Т. 42. – № 7. – С. 587–604.
13. Жатнуев Н.С. Трансмантийные (интрателлурические) флюиды: новая модель плюмов и плюмового магматизма // Геология и геофизика. – 2016. – Т. 57. – № 8. – С. 1445–1454.
14. Добрецов Н.Л. Глобальная геодинамическая эволюция Земли и глобальные геодинамические модели // Геология и геофизика. – 2010. – Т. 51. – № 6. – С. 761–784.
15. Летников Ф.А. Флюидный механизм деструкции континентальной земной коры и формирование осадочных нефтегазоносных бассейнов / Докл. РАН. – 2005. – Т. 401. – № 2. – С. 205–207.
16. Reichow M.K., Saunders A.D., White R.V., Pringle M.S., Al'Mukhamedov A.I., Medvedev A.I., Kirda N.P. 40Ar/39Ar dates from the West Siberian Basins flood basalt province doubled // Science. – 2002. – Т. 296. – № 5574. – С. 1846–1849. DOI: 10.1126/science.1071671.
17. Добрецов Н.Л., Верниковский В.А., Карякин Ю.В., Кораго Е.А., Симонов В.А. Мезозойско-кайнозойский вулканизм и этапы геодинамической эволюции Центральной и Восточной Арктики // Геология и геофизика. – 2013. – Т. 54. – № 8. – С. 1126–1144.
18. Аглонов С.В., Шмелев Г.Б., Краснов Д.К. Геодинамика Баренцево-Карского шельфа (по геофизическим данным) // Геотектоника. – 1996. – № 4. – С. 58–76.
19. Сараев С.В., Батурина Т.П., Пономарчук В.А., Травин А.В. Пермотриасовые вулканы Колтогорско-Уренгойского рифта Западно-Сибирской геосинеклизы // Геология и геофизика. – 2009. – Т. 50. – № 1. – С. 4–20.
20. Шерман С.И. Деструкция литосферы: разломно-блоковая делимость и ее тектонофизические закономерности // Геодинамика и тектонофизика. – 2012. – Т. 3. – № 4. – С. 315–344.
21. Клещев К.А., Шейн В.С. Перспективы нефтегазоносности фундамента Западной Сибири. – М. : ВНИГНИ, 2004. – 214 с.
22. Егоров А.С., Чистяков Д.Н. Структура консолидированного фундамента Западно-Сибирской платформы и прилегающих складчатых областей // Геология и геофизика. – 2003. – Т. 44. – № 1–2. – С. 101–119.
23. Букин Н.К., Щеглов А.Д., Егоркин А.В. и др. Новые сейсмические метки литосферы районов размещения крупных углеводородных скоплений // Докл. РАН. – 1999. – Т. 364. – № 6. – С. 792–795.
24. Метелкин Д.В., Верниковский В.А., Казанский А.Ю. Тектоническая эволюция Сибирского палеоконтинента от неопротероза до позднего мезозоя: палеомагнитная запись и реконструкции // Геология и геофизика. – 2012. – Т. 53. – № 7. – С. 883–899.
25. Вартанян Г.С. Эндодренаж Земли и глобальная геодинамика // Отечественная геология. – 2010. – № 3. – С. 66–75.
26. Летников Ф.А. Геофлюиды в геологической истории Земли // Дегазация Земли: геодинамика, геофлюиды, нефть, газ и их парагенезы : сб. мат-лов Всерос. конф. (22–25 апреля 2008 г.). – М. : ГЕОС, 2008. – С. 8–10.
27. Добрецов Н.Л., Полянский О.П. О механизмах формирования глубоких осадочных бассейнов: достаточно ли данных для доказательства эклогитизации? // Геология и геофизика. – 2010. – Т. 51. – № 12. – С. 1687–1696.
28. Валяев Б.М. Углеводородная дегазация Земли и генезис нефтегазовых месторождений // Геология нефти и газа. – 1997. – № 9. – С. 30–37.
29. Бембель Р.М., Мегеря В.М., Бембель С.Р. Геосолитоны: функциональная система Земли, концепция разведки и разработки месторождений углеводородов. – Тюмень : Изд-во Вектор Бук, 2003. – 344 с.
30. Контарович В.А., Кожемякин И.Д., Лапковский В.В., Лунев Б.В. Автокаталитическое всплывание газонасыщенных пород как механизм формирования ловушек для уникальных газовых месторождений на севере Западной Сибири // Геология нефти и газа. – 2014. – № 1. – С. 52–59.

TOPICAL ISSUES OF OIL AND GAS GEOLOGY

31. Нассонова Н.В., Романчев М.А. Геодинамический контроль нефтегазоносности сдвиговыми дислокациями на востоке Западной Сибири // Геология нефти и газа. – 2011. – № 4. – С. 8–14.
32. Тимурзиев А.И., Гогоненков Г.Н. Новейшая сдвиговая тектоника осадочных бассейнов: от нефтегазогеологического районирования недр до технологии поисков и разведки глубокозалегающих месторождений углеводородов // Вести газовой науки. – М. : Газпром ВНИИГаз, 2012. – Т. 9. – № 1. – С. 68–85.
33. Хаин В.Е., Соколов Б.А. Рифтогенез и нефтегазоносность: основные проблемы // Рифтогенез и нефтегазоносность. – М. : Наука, 1993. – С. 5–16.

References

1. Sokolov B.A., Ablya E.A. Fluid-dynamic model of oil and gas generation. Moscow: GEOS; 1999. 76 p.
2. Lodzhevskaya M.I. Quantative assessment of oil and gas bearing capacity from the point of abyssal origin of hydrocarbons. *Geologiya nefti i gaza = Oil and gas geology*. 2015;(5):52–61.
3. Lukin A.E., Zoshchenko N.A., Kharakhinov V.V., Dontsov V.V., Naumko I.M. Lithogeodynamic factors formation of petroliferous metasomatic dolomites of East Siberian Riphean. *Geologicheskii zhurnal*. 2009;(1):7–24.
4. Starostenko V.I., Lukin A.E., Tsvetkova T.A., Zaets L.N., Dontsov V.V., Savinykh Yu.V. On involvement of super-deep fluids into naftidogenesis (according to the data of studies of the unique oil deposit White Tiger). *Geofizicheskii zhurnal*. 2011;33(4):3–32.
5. Letnikov F.A. Fluids in endogenic processes and problems of metallogeny. *Russian geology and geophysics*. 2006;47(12):1271–1281.
6. Timurziev A.I. Resolution of the I-st Kudryavtsev Memorial Lectures — Russian Conference on subsurface genesis of oil and gas. *Sovremennye naukoemkie tekhnologii*. 2013;(2):33–40.
7. Lukin A.Ye., Pikovsky Yu.I. About role of deep and superdeep fluids in the processes of oil and gas formation. *Geologicheskii zhurnal*. 2004;(2):21–33.
8. Gavrilov V.P. Geodynamic model of oil and gas generation in lithosphere. *Geologiya nefti i gaza*. 1998;(10):1–8.
9. Lukin A.E. On the origin of oil and gas (geo-synergetic concept of natural hydrocarbon-generated systems). *Geologicheskii zhurnal*. 1999;(1):30–42.
10. Khain V.E. Modern Geodynamics: Progress and Problems. *Priroda*. 2002;(1):51–59.
11. Letnikov F.A. Ultradeep fluid systems of the Earth and ore genesis problems. *Geologiya rudnykh mestorozhdenii*. 2001;43(4):291–307.
12. Dobretsov N.L. Geological implications of the thermochemical plume model. *Russian geology and geophysics*. 2008;42(7):441–454.
13. Zhatnuev N.S. Transmantle (intra-telluric) fluid flows: a new model for plumes and plume magmatism. *Russian geology and geophysics*. 2016;57(8):1135–1142.
14. Dobretsov N.L. Global geodynamic evolution of the Earth and global geodynamic models. *Russian geology and geophysics*. 2010;51(6):592–610.
15. Letnikov F.A. Fluid mechanism of destruction of the earth's continental crust and formation of sedimentary oil- and gas-bearing basins. *Doklady Earth Sciences*. 2005;401(2):200–202.
16. Reichov M.K., Sanders A.D., White R.V., Pringle M.S., Al'Mukhamedov A.I., Medvedev A.I., Kirda N.P. 40Ar/39Ar dates from the West Siberian Basins flood basalt province doubled. *Science*. 2002;296(5574):1846–1849. DOI: 10.1126/science.1071671.
17. Dobretsov N.L., Vernikovskiy V.A., Simonov V.A., Karyakin Y.V., Korago E.A. Mesozoic-Cenozoic volcanism and geodynamic events in the Central and Eastern Arctic. *Russian geology and geophysics*. 2013;54(8):874–887.
18. Aplonov S.V., Shmelev G.B., Krasnov D.K. Geodynamics of the Barents-Kara sea shelf (derived from geophysical data). *Geotektonika*. 1996;(4):58–76.
19. Saraev S.V., Baturina T.P., Ponomarchuk V.A., Travin A.V. Permo-Triassic volcanics of the Koltogory-Urengoi rift of the West Siberian geosyncline. *Russian geology and geophysics*. 2009;50(1):1–14.
20. Sherman S.I. Destruction of the lithosphere: fault-block divisibility and its tectonophysical regularities. *Geodynamics & Tectonophysics*. 2012;3(4):315–344.
21. Kleshchev K.A., Shein V.S. Oil and gas bearing prospects of the Western Siberia basement. Moscow: VNIGNI; 2004. 214 p.
22. Egorov A.S., Chistyakov D.N. Deep structure of the consolidated basement of the West Siberian platform and its folded surroundings. *Russian geology and geophysics*. 2003;44(1–2):101–119.
23. Bukin N.K., Shcheglov A.D., Egorkin A.V. New seismic markers in lithosphere of the regions where large hydrocarbon accumulations are situated. *Dokl. RAN*. 1999;364(6):792–795.
24. Metelkin D.V., Vernikovskiy V.A., Kazansky A.Y. Tectonic evolution of the Siberian paleocontinent from the Neoproterozoic to the Late Mesozoic: Paleomagnetic record and reconstructions. *Russian geology and geophysics*. 2012;53(7):675–688.
25. Vartanyan G.S. Earth endodrainage and global geodynamics. *Otechestvennaya geologiya*. 2010;(3):66–75.
26. Letnikov F.A. Geofluids in geological history of Earth. In: Degazatsiya Zemli: geodinamika, geoflyuidy, neft', gaz i ikh paragenezy: sb. matlov Vseros. konf. (22–25 April 2008). Moscow: GEOS; 2008. pp. 8–10.
27. Dobretsov N.L., Polyansky O.P. On formation mechanisms of deep sedimentary basins: Is there enough evidence for eclogitization? *Russian geology and geophysics*. 2010;51(12):1314–1321.
28. Valiyayev B.M. Hydrocarbon degassing of the Earth, geotectonics and the origin of oil and gas. *Geologiya nefti i gaza = Oil and gas geology*. 1997;(9):30–37.

29. *Bembel' R.M., Megerya V.M., Bembel' S.R.* Geosolitons: Earth's functional system, the concept of hydrocarbon fields exploration and development. Tyumen': Izd-vo Vektor Buk; 2003. 344 p.
30. *Kontorovich V.A., Kozhemyakin I.D., Lapkovsky V.V., Lunev B.V.* Autocatalytic flotation of gas-saturated rocks as mechanism of trap formation for unique gas fields in the north of West Siberia. *Geologiya nefi i gaza = Oil and gas geology*. 2014;(1):52–59.
31. *Nassonova N.V., Romanchev M.A.* Geodynamic control of oil and gas potential by fault dislocations on the east of West Siberia. *Geologiya nefi i gaza = Oil and gas geology*. 2011;(4):8–14.
32. *Timurziev A.I., Gogonenkov G.N.* Latest strike-slip tectonics in sedimentary basins: from geopetroleum zoning of subsurface to the technology for exploration and prospecting of deep-seated hydrocarbon fields. *Vesti gazovoi nauki*. 2012;9(1):68–85.
33. *Khain V.E., Sokolov B.A.* Rifting and oil and gas occurrence: key issues. *Riftogenez i neftegazonosnost'*. Moscow: Nauka; 1993. pp. 5–16.