

УДК 551.24 (571.1)

DOI 10.31087/0016-7894-2018-3-87-101

Уточнение тектонического строения Ямало-Гыданского региона по результатам комплексной интерпретации геофизических данных

© 2018 г. | А.А. Куркин, В.И. Кузнецов

ООО «НОВАТЭК НТЦ», Тюмень, Россия; aleksandrkurkin88@yandex.ru; vikuznetsov@novatek.ru

Поступила 21.03.2018 г.

Принята к печати 18.04.2018 г.

Ключевые слова: *тектоника; доюрское основание; фундамент; осадочный чехол; рифты; рифтогенез; разломы; поднятия; Западная Сибирь; Южно-Таймырский складчатый пояс; скв. Гыданская-118.*

Комплексная интерпретация материалов потенциальных полей и сейсморазведки позволила детализировать схему тектонического строения доюрского основания и осадочного чехла Ямало-Гыданского региона. Уточнено строение предполагаемых надрифтовых пермотриасовых впадин. На сейсмических материалах отсутствуют признаки значительного тектонического растяжения, свойственные рифтогенезу, на основании чего был сделан вывод о более глубоком заложении зон растяжения земной коры. Раздвигание было незначительным, а прогибание, вследствие остывания и утяжеления литосферы после рифтогенеза, имело огромные амплитуды. Оно обеспечило накопление мощных, преимущественно пострифтовых пермотриасовых толщ. Прогибание продолжалось в течение всего мезозоя и происходило в основном вдоль рифтовых зон. Это обусловило формирование крупных поднятий осадочного чехла. Закартированы глубинные тектонические разломы-линеаменты. Приведенная схема строения доюрского основания может служить основой для калибровки теплового потока при создании модели нефтегазоносной системы. Наибольшие перспективы нефтегазоносности доюрского основания следует связывать с южным окончанием Таймырского складчатого пояса на северо-востоке Гыданского полуострова, где выявлены и окартированы крупные антиклинальные поднятия в предположительно карбонатном палеозойском разрезе.

Для цитирования: Куркин А.А., Кузнецов В.И. Уточнение тектонического строения Ямало-Гыданского региона по результатам комплексной интерпретации геофизических данных // Геология нефти и газа. – 2018. – № 3. – С. 87–101. DOI: 10.31087/0016-7894-2018-3-87-101.

Tectonic structure of the Yamal-Gydan region: update on the result of integrated interpretation of geological and geophysical data

© 2018 | A.A. Kurkin, V.I. Kuznetsov

NOVATEK, Tyumen, Russia; aleksandrkurkin88@yandex.ru; vikuznetsov@novatek.ru

Received 21.03.2018

Accepted for publication 18.04.2018

Key words: *tectonics; pre-Jurassic basal complex; basement; sedimentary cover; rifts; rifting; faults; uplifts; Western Siberia; South Taimyr orogenic belt; well Gydansky-118.*

Integrated interpretation of potential fields and seismic data allowed detailing a tectonic scheme of the pre-Jurassic basal complex and sedimentary cover within the Yamal-Gydan region. Structure of the supposed Permian and Triassic above-rift troughs is updated. There are no indications of the considerable tectonic tension typical of rifting. This suggests the deeper occurrence of the Earth's crust tension zones. Pulling apart was insignificant, while downwarping caused by the lithosphere cooling and weighing following the rifting had very large amplitudes. All this provided accumulation of superthick Permian and Triassic deposits (mostly of post-rift origin). Downwarping continued throughout the Mesozoic and was concentrated along the rift zones. As a result, large uplifts of the sedimentary cover were formed. Deep-seated lineaments mapped in the basal complex are the tectonic blocks boundaries, reverse faults, thrusts, and other inhomogeneities of the basement. In the course of the Mesozoic cover development, all the structure-forming motions occurred along these lineaments. According to many researches, these deep-seated lineaments control the position of linear waste mantle and productive zones at the top of the pre-Jurassic basal complex. The presented structural scheme of pre-Jurassic basal complex may serve as a basis for heat flow calibration when creating a model of petroleum system.

For citation: Kurkin A.A., Kuznetsov V.I. Tectonic structure of the Yamal-Gydan region: update on the result of integrated interpretation of geological and geophysical data. *Geologiya nefi i gaza = Oil and gas geology*. 2018;(3):87–101. DOI: 10.31087/0016-7894-2018-3-87-101.

Несмотря на огромный массив накопленной геолого-геофизической информации по Западно-Сибирской нефтегазоносной провинции, представления о тектоническом строении провинции, особенно ее северной части, во многом противоречивы.

В частности, это касается формирования, распространения, протяженности и интенсивности предполагаемых пермотриасовых рифтов — важнейших тектонических элементов Западно-Сибирской плиты. Существуют многочисленные варианты схем

строения доюрского основания плиты. Многие из них либо базировались только на материалах гравиметрической и магниторазведки и не учитывали сейсмические данные МОГТ, либо основывались на редкой сети сейсмических региональных профилей 1980-х гг., которые имеют неудовлетворительное качество сигнала в интервале доюрского основания и малоприспособлены для интерпретации. Вместе с неопределенностью интерпретации гравимагнитных данных, это вызвало большие расхождения в определении границ зон рифтов, особенно на севере региона. Так, в интерпретации В.С. Суркова, Колтогорско-Уренгойский грабен-рифт, проходящий субмеридионально через всю территорию плиты, продолжается на территорию Гыдана, а на Ямале протягивается его северо-западное ответвление [1]. Согласно другим авторам, рифты прогнозируются лишь в Пур-Тазовском районе и Карском море, а на Ямале и Гыдане признаков рифтогенеза по сейсмическим данным не обнаружено [2]. Более того, многие исследователи выражают сомнение в существовании рифтов в Западной Сибири [3–5].

За последние годы на полуостровах Ямал и Гыданский проводились сейсмические съемки, позволяющие выявить новые детали строения доюрского основания. К примеру, на отработанных в 2013–2015 гг. сейсмических профилях 2D на Усть-Енисейской площади в северо-восточной части Гыданского полуострова четко прослеживается внутренняя структура основания. Съемки 3D на Южно-Тамбейской и Утренней площадях позволяют картировать складки и трассировать в латеральном направлении разломы доюрского интервала. Современная переобработка архивных 2D-разрезов улучшает качество изображения нижней части разреза. Поэтому представляется актуальным уточнение схемы тектонического строения доюрского основания на основе всех имеющихся геолого-геофизических данных — как материалов гравимагнитных полей, так и сейсмических, включая детальные, площадные, новые 2D-съемки и 3D-кубы.

С точки зрения перспектив нефтегазоносности гораздо большее практическое значение имеют вопросы морфологии и происхождения структурных поднятий и разломов осадочного чехла. Используемые в практике тектонические схемы чехла (Бочкарев В.С., 1990) были составлены еще в 1990-х гг. и основаны на сейсмических материалах без необходимого учета скоростных аномалий. Как известно, многие понятия, выделенные на основе этих материалов, последующим бурением не подтвердились [6].

Не до конца решен и вопрос формирования структурных элементов осадочного чехла. На сейсмических разрезах не наблюдается структурообразующих тектонических нарушений, с которыми можно было бы связать формирование поднятий чехла. Причины образования структур следует искать в глубинных тектонических элементах. Таким образом,

мы возвращаемся к актуальности уточнения строения доюрского основания.

Итак, цель данного исследования состоит в уточнении схемы тектонического строения доюрского основания и осадочного чехла Ямало-Гыданского региона на основе всех актуальных геолого-геофизических данных, а также определении степени влияния структуры основания на формирование тектонических элементов чехла.

Методика работы

Одним из основных источников информации о строении доюрского основания Западно-Сибирской плиты являются **данные гравитационного и магнитного полей** (рис. 1), так как отложения чехла в основном немагнитны и выдержаны по плотности в горизонтальном направлении, а основные аномалии полей вызваны неоднородностями именно доюрского комплекса.

Возможности прогноза строения доюрского основания Западной Сибири по данным потенциальных полей были темой многих исследований (Сидоров Д.А., 2000; Иванова Н.М., 2008) [3, 7]. На основе результатов этих работ можно составить следующие основные правила интерпретации потенциальных полей, которыми необходимо руководствоваться при создании схемы строения доюрского основания.

1. Положительные гравитационные и магнитные аномалии обычно интерпретируют как высокоплотные эффузивы и интрузии основного состава, которые выполняют грабен-рифты, сформированные в результате пермотриасового рифтогенеза. Они обычно приурочены к наиболее прогнутым участкам осадочного бассейна.

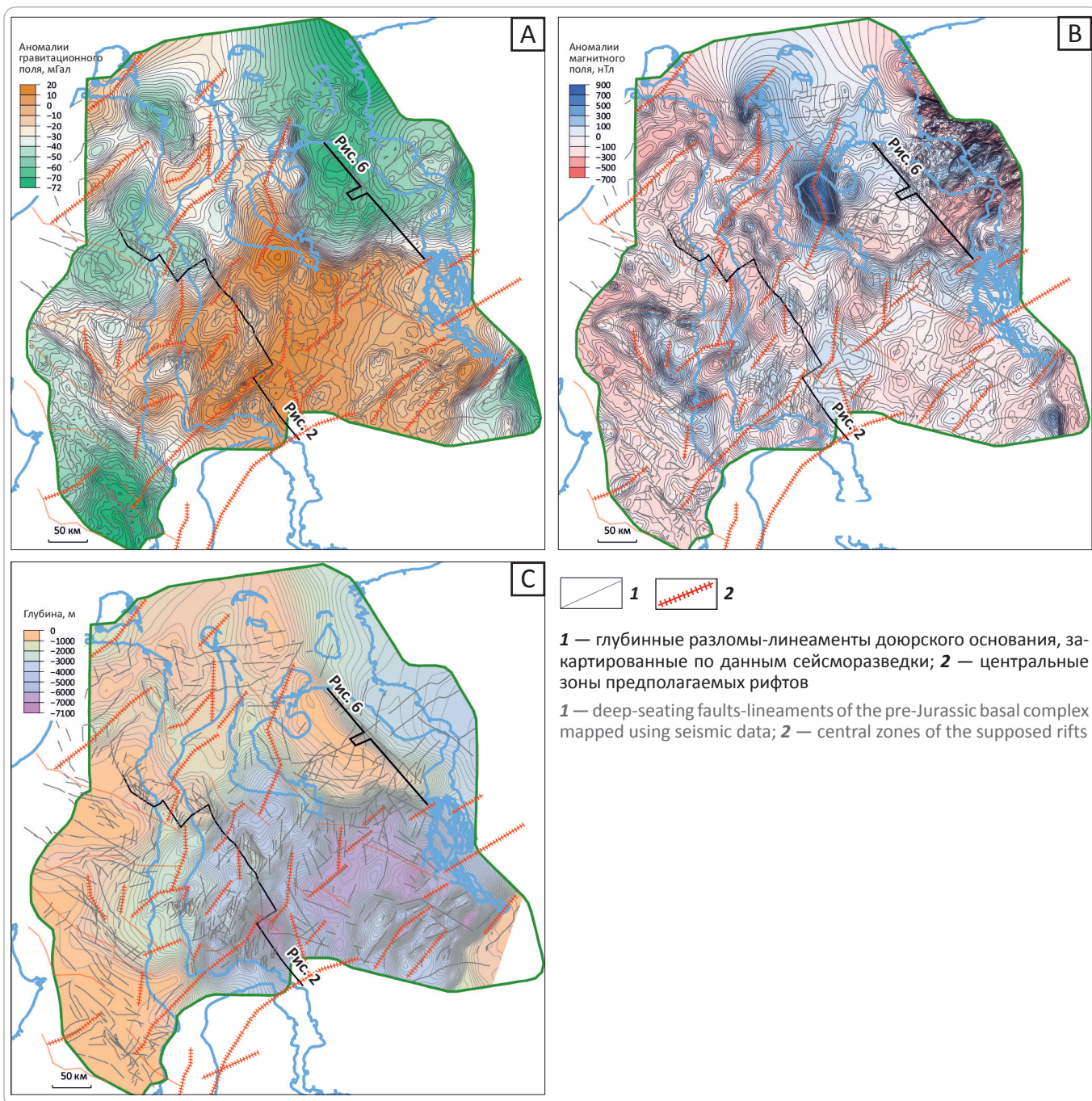
2. Положительные гравитационные и отрицательные магнитные аномалии соответствуют менее крупным интрузиям основного состава и грабен-рифтам либо подъемам складчатого и (или) метаморфического фундамента, магнитная активность которого может быть существенно ниже окружающих блоков. Это могут быть карбонатные массивы в складчатом палеозойском комплексе.

3. Отрицательные гравитационные аномалии и положительные магнитные отвечают возможным метаморфическим комплексам в кристаллическом фундаменте или вулканогенно-осадочным образованиям в складчатых структурах палеозоя.

4. Отрицательные гравитационные и магнитные аномалии отражают области повышенной мощности складчатого осадочного палеозоя (например, карбонатные массивы в складчатом девон-ордовикском комплексе) и (или) поднятия гранитоидных образований дорифейского фундамента, и (или) гранитоидные интрузивы.

Следует отметить, что, согласно мнению многих исследователей, в Западной Сибири гравимагнитные

Рис. 1. Карты аномалий гравитационного (А) и магнитного (В) полей и толщин пермотриасовых отложений (С)
Fig. 1. Maps of anomalous gravity (a) and magnetic (B) fields and thickness of Permian-Triassic sequences (C)



поля могут существенно искажаться под влиянием относительно современных глубинных флюидодинамических процессов [7, 8]. В результате этого потенциальные поля могут не отражать напрямую тектоническую структуру доюрского основания.

В данной статье интерпретация доюрского основания базируется как на материалах гравимагнитных полей, так и на **сейсмических данных**. По сейсмическим разрезам повышенной глубинности были прослежены отражающий горизонт Ia, приуроченный к кровле доюрского основания, и условный горизонт А

в подошве пермотриасового комплекса (рис. 2). В результате построена карта толщин пермотриасового «рифтового» комплекса (см. рис. 1).

Для того чтобы проследить взаимосвязь структур доюрского основания и осадочного чехла, на примере восточной части Ямала (рис. 3) были определены основные этапы тектонической активизации осадочного чехла. Время активности разломов, образования структур, тип и направление тектонических движений оценивались по результатам палеогеоморфологического анализа. Он представляет собой исследова-

GEOPHYSICAL SURVEYS

Рис. 2. Сейсмический композитный профиль, иллюстрирующий строение нижней части разреза
Fig. 2. Slalom seismic section illustrating the structure of the deeper section

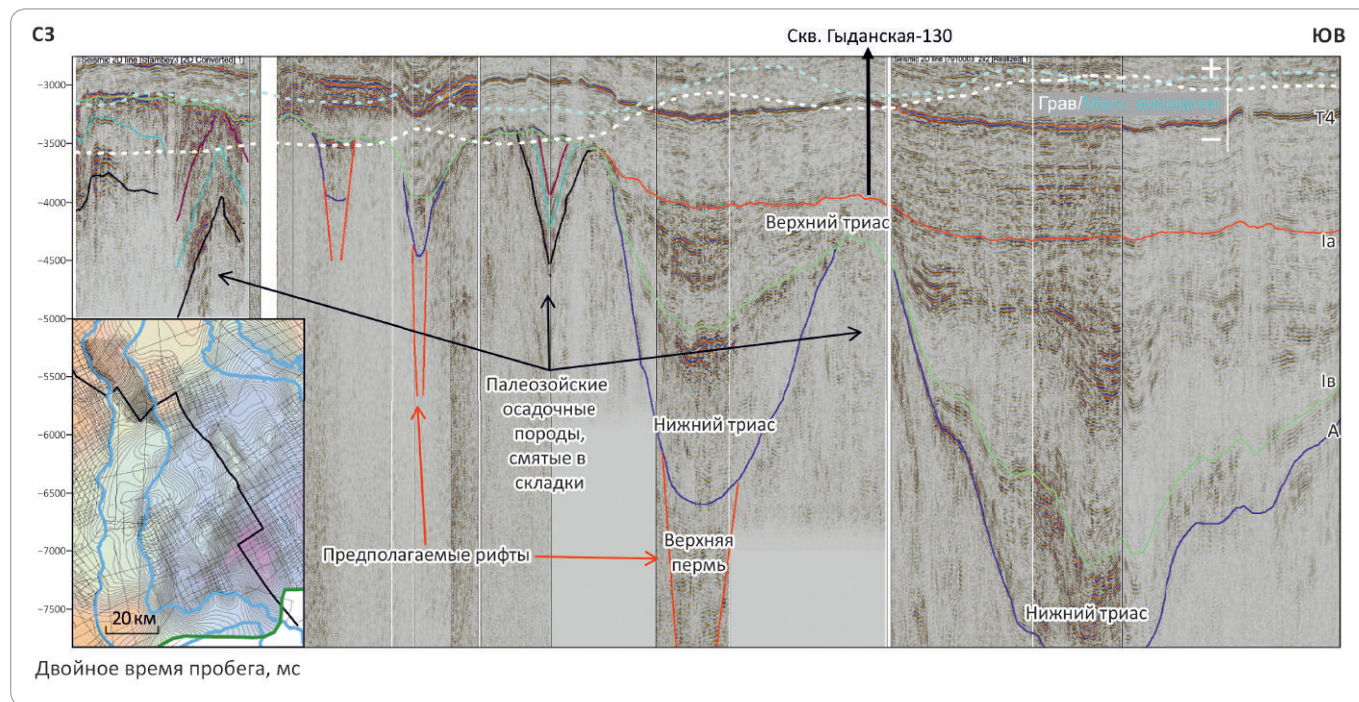


Рис. 3. Тектоническое развитие осадочного чехла восточной части Ямала
Fig. 3. Tectonic development of sedimentary cover in the eastern Yamal

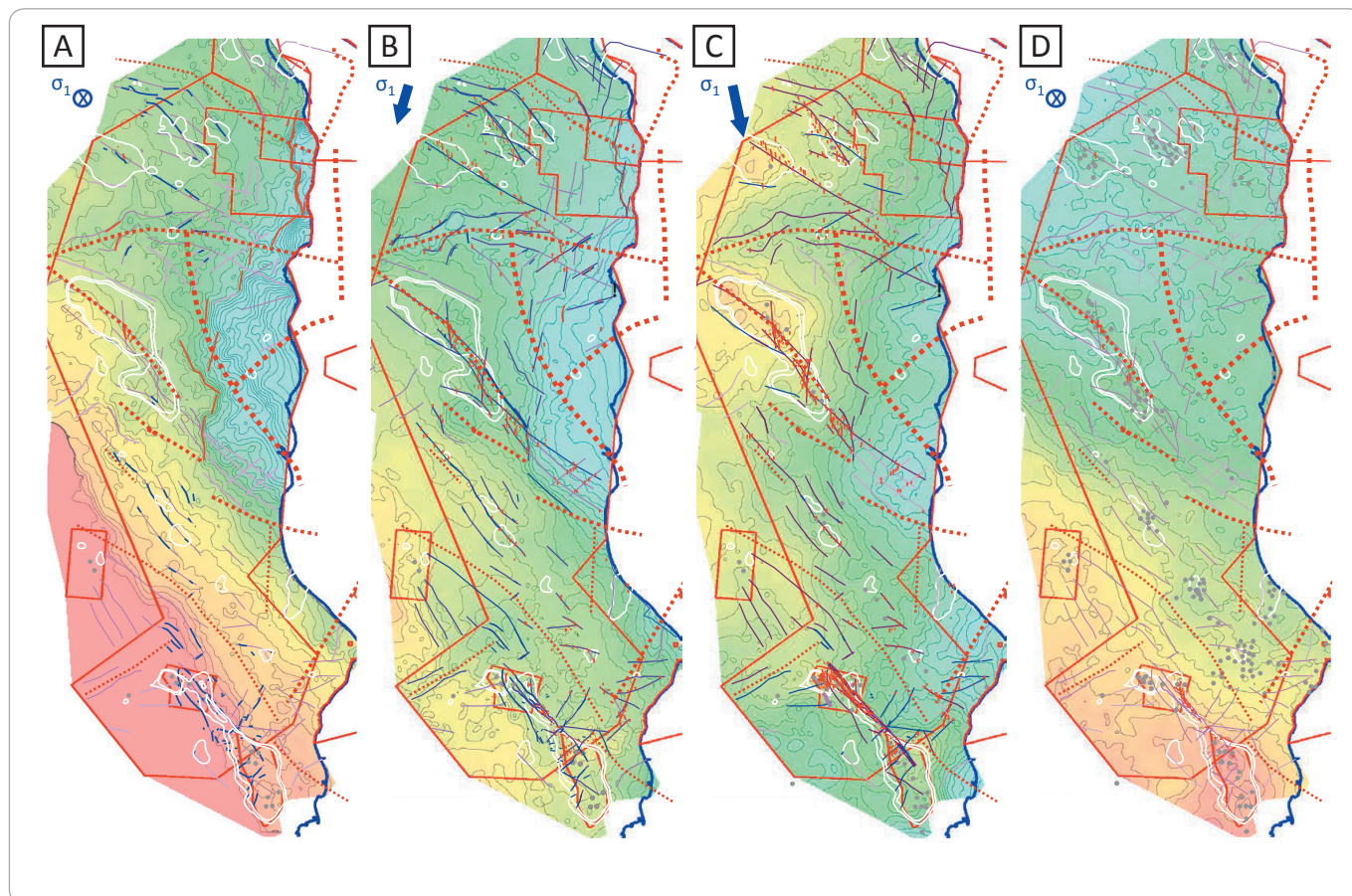
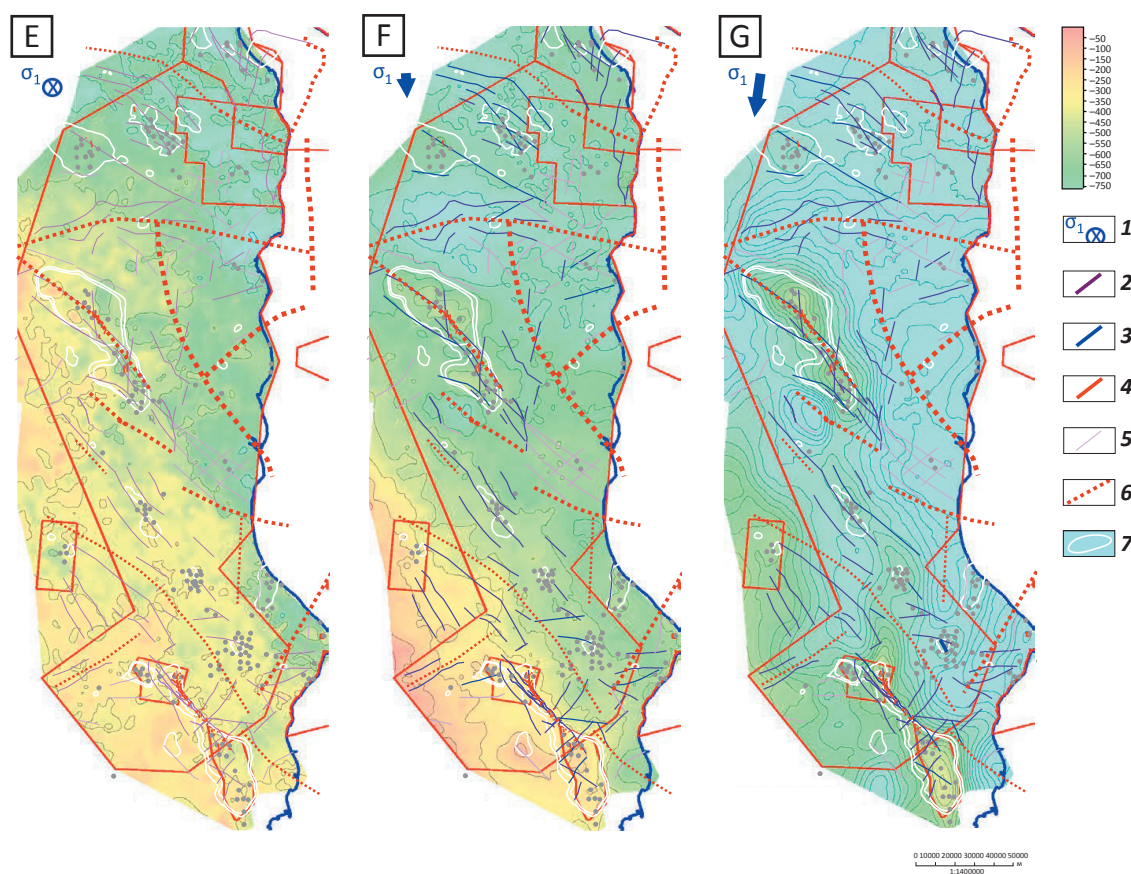


Рис. 3, окончание
Fig. 3, end.



А — до позднего тоара; В — поздний тоар — поздняя юра; С — берриас — готерив; D — баррем — апт; E — ранний альб; F — поздний альб — сеноман; G — после сеномана.

1 — направление максимального напряжения — вниз; **глубинные разломы доюрского основания (2–5):** 2 — сдвиги, 3 — взбросы, 4 — сбросы, 5 — неуверенной трассировки; 6 — предположительно древние рифты; 7 — контуры современных поднятий по кровле юры

A — prior to Late Toarcian; B — Late Toarcian – Late Jurassic; C — Berriasian – Hauterivian; D — Barremian – Aptian; E — Early Albian; F — Late Albian – Cenomanian; G — after Cenomanian.

1 — maximum stress direction (downward); **deep-seated faults of the pre-Jurassic basal complex (2–5):** 2 — strike-slip faults, 3 — reverse faults, 4 — normal faults, 5 — uncertain tracing; 6 — supposed ancient rifts; 7 — contours of modern uplifts in the Jurassic top

ние толщин сейсмокомплексов по картам и разрезам, выделение характерных сейсмофаций подошвенного налегания, кровельного прилегания, выклинивания и других особенностей волнового поля. Так, увеличение мощности отложений по направлению к сбросу свидетельствует о тектоническом растяжении в данный период геологического времени, а резкое уменьшение толщин в своде антиклинали соответствует фазе роста структуры. В ходе работы авторы статей использовали свой опыт подобных исследований по соседним территориям, где есть сейсмические съемки 3D, в частности результаты анализа тектонического развития Геофизической площади [9].

Тектоническое строение доюрского основания

Схема строения доюрского основания составлена на базе исследований, выполненных авторами статьи (рис. 4). Основные результаты сводятся к следующему.

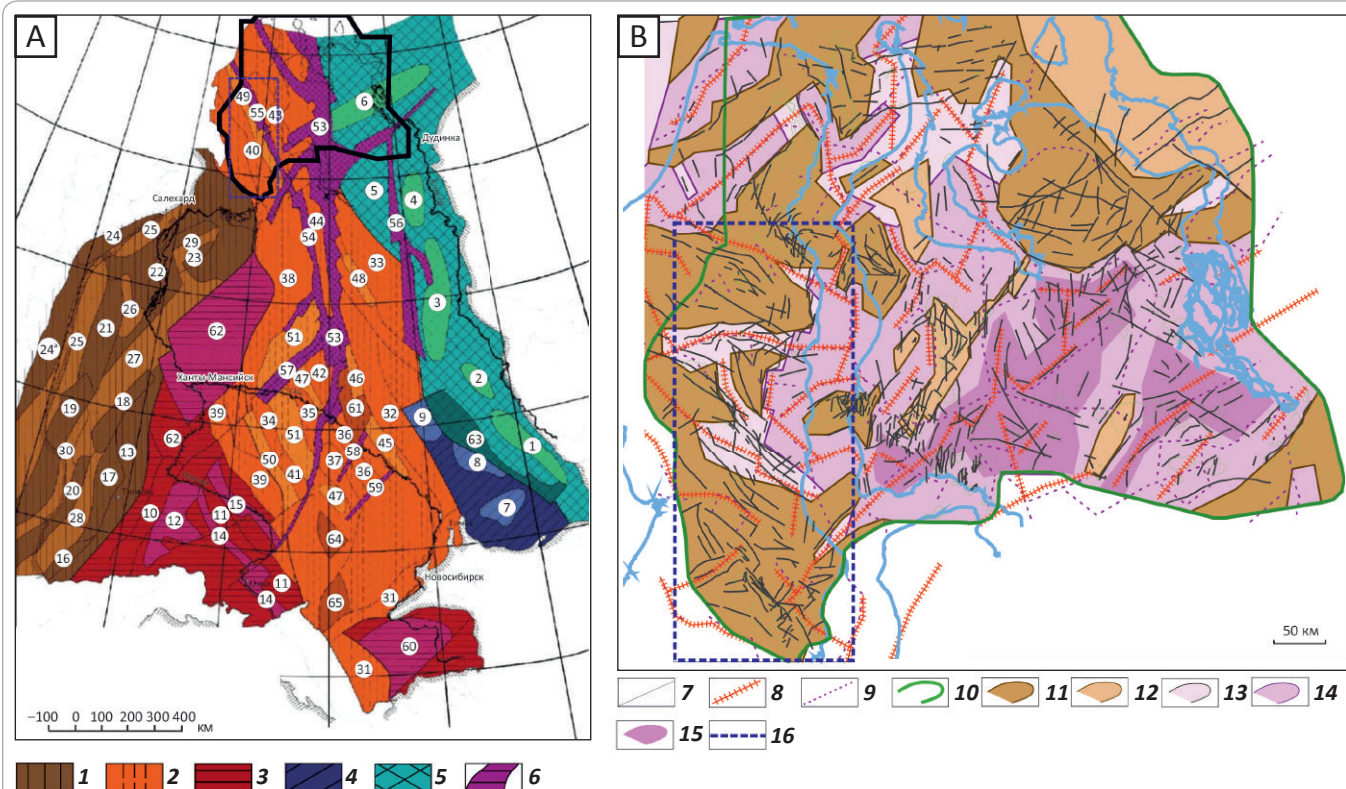
Как было отмечено, многие исследователи на основе сейсмических материалов делают вывод, что четкие признаки сопровождающего рифтогенез растяжения земной коры отсутствуют. Действительно, на сейсмических разрезах через полуострова Ямал и Гыданский видно, что особенности волнового поля в районе линейных положительных аномалий гравимагнитного поля, ассоциируемых с рифтами, слабо соответствуют определению рифтов (см. рис. 2). Здесь наблюдаются пермтриасовые впадины чашеобразного, пликативного типа. Не видно смещений фаз, характерных для рифтовых сбросов, сопровождающих растяжение бассейна и раздвигание литосферных плит. Отсутствуют типичные увеличения толщин синрифтовых отложений по направлению к краям впадин.

Интерпретация этих впадин как рифтов затрудняется еще и тем, что впадины могут быть связаны также и с палеозойскими межгорными орогенными

GEOPHYSICAL SURVEYS

Рис. 4. Схема тектонического строения доюрского основания Ямало-Гыданского региона по В.С. Суркову с соавторами [1] (А) и составленная по результатам исследований авторов статьи (В)

Fig. 4. Tectonic scheme of the pre-Jurassic basal complex in the Yamal-Gydan region: after V.S. Surkov [1] (A) and created on the results of researches completed by the authors (B)



Структурные зоны: 6 — Усть-Енисейская впадина; 40 — Нурминский инверсионный антиклинорий; 49 — Нейтинский прогиб; 53 — Колтогорско-Уренгойский рифт; 55 — Ямалский рифт.

Блоки (1–5): 1 — Уральский герцинид, 2 — Центрально-Западно-Сибирский герцинид, 3 — Казахстанско-Салымский каледонид, 4 — Алтае-Саянский салаирид, 5 — Енисейский байкалитид; 6 — рифты раннего триаса; 7 — глубинные разломы-линеaments доюрского основания, закартированные по данным сейсморазведки; 8 — центральные зоны предполагаемых рифтов; 9 — возможные интрузии или более мелкие рифты; 10 — контуры замкнутых поднятий по кровле доюрского основания; **приподнятые древние блоки доюрского основания, перекрытые отложениями (11, 12):** 11 — юрско-меловыми, 12 — верхнетриасовыми; **надрифтовые впадины, зоны прогибания (13–14):** 13 — доверхнетриасовые, 14 — верхнетриасовые, 15 — верхнетриасовые интенсивные; 16 — граница восточной части Ямала (см. рис. 2).

Остальные усл. обозначения см. на рис. 1

Structural zones: 6 — Ust-Yenisei depression; 40 — Nurminsky inversion anticlinorium; 49 — Neitinsky trough; 53 — Koltogor-Urengoisky rift; 55 — Yamal rift.

Blocks (1–5): 1 — Urals Hercynides, 2 — Centra-Western Siberian Hercynides, 3 — Kazakhstan-Salymsky Caledonides, 4 — Alta-Sayany Salairides, 5 — Yenisei Baikallides; 6 — Early Triassic rifts; 7 — deep-seating faults-lineaments of the pre-Jurassic basal complex mapped using seismic data; 8 — central zones of the supposed rifts; 9 — possible intrusions or smaller rifts; 10 — contours of closed uplifts in the pre-Jurassic basement top; **uplifted ancient blocks of pre-Jurassic basement overlapped by the deposits (11, 12):** 11 — Jurassic-Cretaceous, 12 — Upper Triassic; **above-rift depressions, zones of downwarping (13–14):** 13 — pre-Upper Triassic, 14 — Upper Triassic, 15 — Upper Triassic intensive; 16 — border of the Yamal eastern part (see Fig. 2).

For other Legend items see Fig. 1

прогибами, которые сложно отличить от триасовых рифтов по сейсмическому образу [7].

Несмотря на эти противоречия, в доюрском основании очевидно существование глубокопогруженных аномальных линейных зон, вызвавших интенсивное прогибание Западно-Сибирской плиты в триасе (без существенного растяжения земной коры). Очевидно и то, что положительные гравимагнитные аномалии

достаточно хорошо соответствуют в плане зонам увеличения толщин пермотриасовых отложений (см. рис. 1). Вероятнее всего, наблюдаемые на сейсмических профилях пермотриасовые впадины являются следствием существования рифтов, расположенных глубже, чем видимая на сейсмических материалах часть разреза. Возможно, растяжение происходило не в земной коре, а в подкоровом слое мантии [10, 11].

Таким образом, узкие линейные положительные аномалии магнитного и в меньшей степени гравитационного поля авторы статьи интерпретируют как центральные зоны гипотетических рифтовых впадин, где развивались плотные и сильномагнитные основные и ультраосновные вулканиты, эффузивы, базальты. В триасе данные зоны испытали существенное прогибание и образовались амплитудные (до 10 км и более) впадины, заполненные указанными магматическими и вулканогенно-осадочными породами.

По степени интенсивности прогибания можно выделить три градации надрифтовых впадин: 1) самые древние — верхнепермско-нижнетриасовые, не испытывавшие прогибания в верхнем триасе, имеют наименьшую амплитуду, часто характеризуются аномалиями только магнитного поля, без выраженных гравитационных аномалий; 2) более молодые — верхнетриасовые; 3) наиболее интенсивно прогнутые — верхнетриасовые, соответствуют наибольшему зонам увеличения толщин пермотриасового комплекса и наиболее интенсивным положительным аномалиям гравитационного поля.

Отрицательные магнитные и гравитационные аномалии, как и ожидалось, соответствуют приподнятым блокам основания между предполагаемыми рифтами и зонам уменьшения толщин пермотриасового комплекса. Это области развития не затронутых триасовым прогибанием палеозойских осадочных бассейнов (см. рис. 2), и (или) зоны развития кислых гранитоидов, гнейсов. Часть таких поднятий, расположенных по периферии наиболее интенсивно прогибающихся надрифтовых зон, оказалась перекрыта верхнетриасовыми отложениями.

По сейсмическим и гравимагнитным данным в доюрском основании выделяется ряд глубинных линейно-разломов, вдоль которых в осадочном чехле происходили основные структурообразующие движения. Они представляют собой границы тектонических блоков, взбросы, надвиги и прочие неоднородности основания и выделялись согласно следующим критериям: в первую очередь по протяженным дизъюнктивным нарушениям со смещением по кровле фундамента, четко закартированным на основе сейсмических данных; по наблюдаемым непосредственно внутри доюрского интервала смещениям осей синфазности, соответствующим разломам, и крутопадающим отражениям, ассоциируемым с поверхностями скольжения складок и надвигами; на основе карт толщин горизонтов осадочного чехла — по линейным градиентным зонам резкого изменения толщин, исходя из предположения, что они были вызваны тектонической активностью глубинных разломов; по вышележащим разломам осадочного чехла в предположении, что кулисообразные системы сбросов формируются вдоль шовных зон тектонических блоков фундамента; вдоль линейных

перегибов, осевых линий и замков антиклиналей чехла в предположении, что рост линейных структур чехла может быть вызван действием глубинных разломов; по данным гравитационных и магнитных полей, так как теоретически границы тектонических блоков должны быть приурочены к градиентным зонам, в первую очередь зонам магнитного поля.

В результате, если сравнивать приведенную в настоящей статье схему строения доюрского комплекса с работами предшественников, то по своей сегментированности структура рифтовых впадин, согласно интерпретации авторов статьи, ближе к модели Д.А. Астафьева [12] и А.А. Нежданова, чем к схеме В.С. Суркова (см. рис. 4).

Уточнение схемы тектонического строения осадочного чехла

В практике работ наиболее часто используется схема тектонического строения осадочного чехла Западной Сибири, составленная коллективом ЗапСибНИГНИ под руководством В.С. Бочкарева (1990). Территория Ямала и Гыдана на этой схеме практически не обновлялась с 1990-х гг. Как было отмечено, в настоящее время требуется уточнение этой схемы в соответствии с результатами современной переобработки архивных сейсмических профилей, учитывающей скоростные неоднородности разреза, а также материалы новых 3D-съемок.

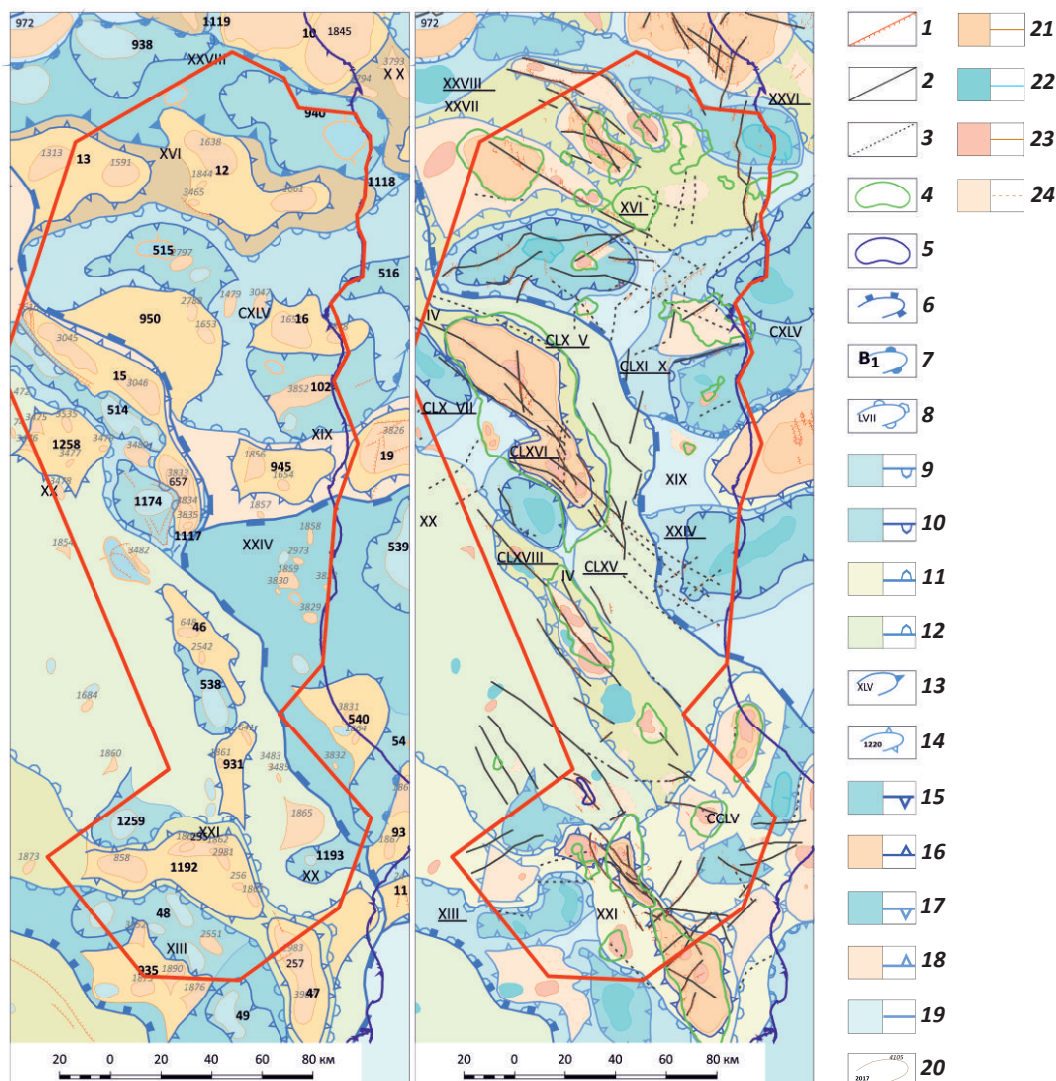
В соответствии с современными структурными построениями создана обновленная схема тектоники чехла на примере восточной части Ямала (рис. 5). Существенно уточнилась морфология тектонических элементов (основные изменения приведены в таблице). Также были более детально отрисованы тектонические дизъюнктивные нарушения с учетом материалов сейсмической съемки 3D на Мало-Ямальском и Новопортовском месторождениях. В результате трассировки нарушений по профилям 2D, в соответствии с установленными по материалам 3D тектоническими особенностями, была уточнена геометрия разломов (не только непосредственно в пределах участков 3D-съемок, но и по всей территории работ).

В основу схемы положен структурный план кровли юры. Так как основным объектом нефтегазопромысловых работ в регионе являются залежи структурного типа в меловом интервале разреза, то необходимо вынести на схему сводные контуры меловых поднятий. Таким образом, на схеме можно проследить изменчивость или устойчивость структурного плана поднятий, а самое главное, отразить бескорневые структуры, не выделяющиеся на уровне кровли юры. Более глубокие поднятия, выходящие к кровле юры, также были отражены на схеме в виде сводного контура структурных объектов юрских горизонтов.

GEOPHYSICAL SURVEYS

Рис. 5. Схема тектонического строения осадочного чехла востока Ямала: по В.С. Бочкареву (1990) (А) и составленная по результатам исследований авторов статьи (В)

Fig. 5. Tectonic scheme of the eastern Yamal sedimentary cover: after V.S. Bochkarev (1990) (A) and created on the results of researches completed by the authors (B)



1 — тектонические нарушения в осадочном чехле; **разломы-линеаменты доюрского основания (2, 3): 2** — глубинные, **3** — предполагаемые; **контуры замкнутых поднятий (4, 5): 4** — в меловых горизонтах (сводные), **5** — в юрских горизонтах, выполаживающихся к кровле юры; **контуры структур (6–24): 6** — региональных, **7** — крупных I порядка (мегавалов, мегапрогибов, моноклиналий, мегаседловин), **8** — средних и малых I порядка (пояса сводов, мегавалов, впадин, магапрогибов и др.), **(9–12): 9** — отрицательных незамкнутых, **10** — отрицательных замкнутых, **11** — положительных, **12** — моноклиналий, **13** — крупных II порядка (валов, прогибов, котловин, мезоседловин и др.); **14** — средних и малых II порядка (малых валов, малых прогибов, структурных мысов, седловин и др.) **(15–19): 15** — отрицательных замкнутых, **16** — положительных замкнутых, **17** — отрицательных незамкнутых, **18** — положительных незамкнутых (структурные носы), **19** — сочленяющих (седловины), **20** — средних и малых III порядка и IV порядка (локальных поднятий, депрессий, структурных носов и др.) **(21–24): 21** — положительных замкнутых III порядка, **22** — отрицательных, **23** — положительных замкнутых IV порядка, **24** — положительных незамкнутых (структурные носы).

Номера структур см. в таблице

1 — tectonic faults in sedimentary cover; **faults-lineaments of the pre-Jurassic basal complex (2, 3): 2** — deep-seated, **3** — supposed; **contours of closed uplifts (4, 5): 4** — in the Cretaceous horizons (combines), **5** — in the Jurassic horizons flattening towards the Jurassic top; **contours of structures (6–24): 6** — regional, **7** — large of the I-st order (mega-swells, mega-troughs, monoclines, mega-saddles), **8** — medium small of the I order (anticlinal fold belts, mega-swells, depressions, mega-troughs, etc.) **(9–12): 9** — not closed negative, **10** — closed negative, **11** — positive, **12** — monoclines; **13** — large of the II-nd order (swells, troughs, basins, meso-saddles, etc.), **14** — medium and small of the II-nd order (small swells, small troughs, structural noses, saddles, etc.) **(15–19): 15** — closed negative, **16** — closed positive, **17** — not closed negative, **18** — not closed positive (structural noses), **19** — joining (saddles); **20** — medium and small of the III-rd order and IV-th order (local uplifts, depressions, structural noses, etc.) **(21–24): 21** — closed positive of the III-rd order, **22** — negative, **23** — closed positive of the IV-th order, **24** — not closed positive (structural noses).

See structure names in the Table

Таблица. Тектонические элементы осадочного чехла восточной части Ямала

Table. Tectonic elements of sedimentary cover in the eastern Yamal

Номер по каталогу, название структуры, 1990			Основные изменения в обновленной схеме
Региональные			
A	Западно-Сибирская геосинеклиза (плита)		
Субрегиональные надпорядковые			
B	Ямало-Тазовская мегасинеклиза		
B2	Мессояхско-Антипаютинская зона линейных структур		С запада и севера границы уменьшаются, исключаются районы Хамбатеяского и Каменномысского поднятий, которые относятся к Южно-Ямальской моноклизе; Ябтыксалинская котловина относится к Ямало-Гыданской мегаседловине
B3	Ямало-Гыданская мегаседловина		Расширяется в юго-западной части, включена Ябтыксалинская котловина
B5	Южно-Ямальская моноклиза		Расширяется на восток, включен впервые выделяемый Каменомысский малый выступ
I порядка крупные			
B26	Сеяхинско-Антипаютинский пояс впадин		Западная граница смещается на восток, за пределы рамки работ
B36	Среднеямальская зона линейных структур		Надмессояхская зона линейных структур. Центральнo-Ямальский мегавал, Новолунная впадина исключены
I порядка средние и малые			
B3	CCXXIX	Северо-Ямальский сложный мегавал	
	XXVII	Центральнo-Ямальский мегавал	
B36	XIX	Геофизический мегавал	Расширяется на юг, на востоке в него включатся Южно-Гыданское поднятие
B5	IV	Нурминский мегавал	Нурминско-Бованенковский мегавал Существенно увеличен, включает Бованенковско-Арктический крупный вал, Нурминскую террасу, Нерутаяхский крупный прогиб, Восточно-Юрибейскую малую моноклиаль
	XX	Юрибейская моноклиаль	Уменьшается в размерах в связи с выделением в ее восточной части отдельной Нурминской террасы и в южной части Каменномысского малого выступа
	CCLV	Ранее не выделялась	Каменномысский малый выступ
	XXI	Южно-Ямальский мегавал	
B26	XXXII	Антипаютинская впадина	Западная граница смещается на восток, за пределы рамок работ
II порядка крупные структуры			
B3	CLXIX	CXLV Северо-Сеяхинская впадина (I порядка)	Северо-Сеяхинский крупный прогиб Переведен в структуру II порядка
	CIX	Западно-Преображенский крупный прогиб	
	XXVI	Поруйский крупный вал	
	XXVII	XVI	Центральнo-Ямальский крупный вал
XXVIII		Тиутейский крупный прогиб	Поджался с юга
B5	CLXV	Ранее не выделялась	Восточно-Юрибейская малая моноклиаль
	CLXVI	Нурминский мегавал (I порядка)	Бованенковско-Арктический крупный вал Переведен в структуру II порядка в рамках Нурминско-Бованенковского мегавала. По сравнению с предыдущей рисовкой Нурминского мегавала уменьшается с севера и расширяется в южной части
	CLXVII	V Нерутаяхинский мегапрогиб (I порядка)	Нерутаяхинский крупный прогиб Переведен в структуру II порядка



GEOPHYSICAL SURVEYS

Таблица, продолжение
Table, cont.

Номер по каталогу, название структуры, 1990				Основные изменения в обновленной схеме	
		CLXVIII	Ранее не выделялась		Нурминская терраса
		XII	Яротинский крупный прогиб		Уменьшился с севера за счет исключения Менгенотского поднятия
B36		XXIV	Сеяхинская котловина		
B26		XV	Каменномысская мезоседловина		Уменьшилась
			II порядка средние и малые		
B3	XXVII	XVI	13	Восточно-Бованенковский структурный мыс	Восточно-Бованенковский малый вал Увеличился в восточном направлении, охватывает структуру Снежную
			12	Северо-Сеяхинский малый вал	Западно-Сеяхинский малый вал Переименован, чтобы не путать с Сеяхинским структурным носом, находящимся южнее. Площадь сократилась и охватывает только Западно-Сеяхинское поднятие, исключается Северо-Сеяхинский структурный нос
			1486	Ранее не выделялась	Вэнуйская терраса
		XXVIII	940	Средневэнуйская малая котловина	
			1118	Без названия	Верхнесеяхинская седловина
		CLXIX	16	Западно-Сеяхинский малый вал	Сеяхинский структурный нос Переименован, чтобы не путать с Западно-Сеяхинским валом, находящимся севернее
			515	Большетамботинский малый прогиб	
			950	Ниливэйский структурный мыс	Ниливойская седловина Смещается на северо-восток
	CXLV		1024	Без названия малая котловина	
			516	Беломысская малая котловина	
		XXVI	18	Пакседский малый вал	Сократился на юге
B36	XIX		19	Геофизическое куполовидное поднятие	Геофизический сложный вал Расширяется на юг и объединяется в замкнутую структуру с Трехбугорным поднятием
			945	Восточно-Арктический структурный мыс	Восточно-Арктическая седловина
		XXIV	539	Ябтыксалинская малая котловина	
B5	IV	CLXVI	15	Арктический малый вал	Увеличился в размерах за счет приращения площади с западной стороны
			1258	Ясавэйский структурный мыс	Ясавейская седловина
			514	Нерутяхский малый прогиб	Уменьшился с юга
			1174	Западно-Арктическая малая котловина	
			1117	Без названия	Инцитатская седловина
		CLXVIII	46	Сабьяхинский малый вал	
			1487	Ранее не выделялась	Нулмуяхинский структурный мыс
			541	Восточно-Нурмояхинский малый прогиб	
			1193	Без названия малый прогиб	

Таблица, окончание
Table, end.

Номер по каталогу, название структуры, 1990					Основные изменения в обновленной схеме
			540	Нижненурмояхинский структурный мыс	Сместился южнее и стал более вытянутым
			1194	Восточно-Новопортовский структурный мыс	
			934	Западно-Каменномысский малый вал	Западно-Каменномысский малый вал Объединяются
			1195	Каменномысский структурный мыс	
	XX		1259	Без названия структурный залив	
	XXI		1192	Малоямальский малый вал	Южно-Ямальский вал
			47	Новопортовское куполовидное поднятие	Объединяет Малоямальский малый вал и Новопортовское куполовидное поднятие. На месте западной части малого вала сейчас картируется Превосходный структурный нос
			1488	Ранее не выделялось	Превосходный структурный нос
		XII	48	Яротинский малый прогиб	
		XII	49	Западно-Новопортовская малая котловина	
		XII	1489	Ранее не выделялась	Троянская седловина
		XII	935	Мантойский структурный мыс	
III порядка (положительные)					
B3	XXVII	XVI	12	Западно-Сеяхинское (север)	
		CLXIX	515	Ранее не выделялась	Седский структурный нос
B5	IV	CLXVI	15	Ранее не выделялась	Нейтинская крупная брахиантиклиналь
			15	Арктическая крупная брахиантиклиналь	Увеличилась
	IV	CLXVIII	931	Нурминский структурный нос (II порядка)	Нурминский структурный нос
	CCLV		1487	Ранее не выделялась	Ростовцевский структурный нос
	CCLV		540	Ранее не выделялась	Хамбатейское
	CCLV			Ранее не выделялась	Юрсedayский структурный нос
	XXI		1192	Малоямальский крупный купол	Малоямальская крупная антиклиналь Теперь объединяет только Малоямальское II и Ямальское поднятия, Малоямальское I от них отделяется
B36	XIX		945	Ранее не выделялась	Среднесеяхинский структурный нос

1 2 3 4 5

Структуры (1–5): 1 — положительные замкнутые, 2 — положительные незамкнутые, 3 — сочленяющие (седловины), моноклинали, зоны, объединяющие положительные и отрицательные структуры, 4 — отрицательные незамкнутые; 5 — отрицательные замкнутые

Взаимосвязь доюрского основания и осадочного чехла

Рассмотрим влияние тектонической структуры доюрского основания на формирование структурных элементов осадочного чехла на примере восточной части Ямала (см. рис. 4). На схемах палеорельефа

для каждого крупного периода развития осадочного чехла с нанесенными глубинными элементами доюрского основания видно, что на определенных этапах формирующиеся отрицательные элементы чехла в большинстве случаев тяготеют к выделенным надрифтовым линейным зонам (см. рис. 3 В, С,



GEOPHYSICAL SURVEYS

F, G). Это позволяет сделать вывод о том, что по мере общего пострифтового погружения бассейна заполненные тяжелыми вулканитами рифтовые впадины опускались более интенсивно, чем остальные более легкие блоки основания. Таким образом, одним из основных структурообразующих механизмов чехла следует считать неравномерное опускание блоков основания.

Однако, если на юге и в центре Западно-Сибирского бассейна этот механизм является преобладающим, то на севере региона формирование высокоамплитудных контрастных складок нельзя объяснить неравномерным опусканием, поскольку многие из них не приурочены к древним выступам доюрского основания. На Ямале, например, на начало формирования бассейна в палеорельефе не выражено ни одно современное поднятие (см. рис. 3 А). Причиной этого может быть искажающее влияние скоростных неоднородностей на прогнозные глубинные поверхности, однако даже после их устранения многие поднятия остаются бескорневыми.

Из схем палеорельефа видно, что формирование структур чехла было не постоянным и непрерывным, а импульсным и неравномерным. Указанные этапы активного структурообразования (см. рис. 3 В, С, F, G) чередовались с периодами тектонического затишья (см. рис. 3 А, D, E), а наиболее интенсивное структурообразование произошло лишь на последнем этапе (см. рис. 3 G). Если бы структуры чехла формировались в результате неравномерного опускания блоков основания, то они проявились бы на всех палеоэтапах.

Более того, закартированные надрифтовые впадины могут способствовать формированию только крупных структурных элементов чехла, но не объясняют образование более мелких (но самых важных объектов нефтегазопромысловых работ) поднятий.

Все это свидетельствует о существовании еще одного структурообразующего механизма. Этим механизмом является тектоническое горизонтальное (тангенциальное) сжатие. Признаков глобального тектонического сжатия в разные этапы развития осадочного чехла на территории региона достаточно: эрозия верхнеюрско-раннеокомских отложений на своде многих поднятий; бескорневые структуры; увеличение толщин в своде поднятий (тектоническая инверсия); малоамплитудные взбросы в юрском интервале разреза (а в северной части региона — и в меловом); крутопадающие сбросы и мелкие приразломные антиклинальные складки в висячем крыле сбросов.

Тектоническое сжатие на севере Западной Сибири проявилось в формировании так называемых систем горизонтального сдвига, закартированных в зоне Надым-Пур-Тазовского междуречья и южнее [13, 14] (Филиппович Ю.В., 2012). В ходе данной работы

было установлено продолжение этих систем на север, в Ямало-Гыданский регион. По материалам сейсмических съемок 3D на Геофизической, Утренней, Южно-Тамбейской, Мало-Ямальской, Новопортовской, Бованенковской площадях выявлены характерные для сдвиговых тектонических движений системы кулисообразных сбросов чехла, которые тянутся вдоль закартированных глубинных линеаментов доюрского основания. Формирование многих локальных поднятий связывается с транспрессией при сдвиговых движениях вдоль этих глубинных линеаментов.

В некоторых случаях образование крупных структур можно объяснить только горизонтальным сжатием и транспрессией. В частности, Нейтинское поднятие не имеет под собой в доюрском основании отрицательной аномалии гравитационного поля и соответствующих «легких» гранитогайсов, а наоборот, образовано над предполагаемым древним рифтом.

В итоге создается следующая модель формирования структур осадочного чехла. К началу становления чехла рельеф по большей части выполаживается (см. рис. 3 А), но далее, при накоплении юрских и меловых отложений, надрифтовые впадины время от времени реактивировались в виде прогибаний (см. рис. 3 В, С, F), в том числе и на неотектоническом этапе (см. рис. 3 G). Приподнятые легкие блоки основания опускались менее интенсивно, за счет чего сохранялись структурные поднятия. То есть бассейн развивался унаследовано. На фоне общего прогибания бассейна, центром которого служили надрифтовые зоны, в определенные моменты развития происходили импульсы тектонического сжатия, сформировавшие вытянутые структуры более мелкого порядка.

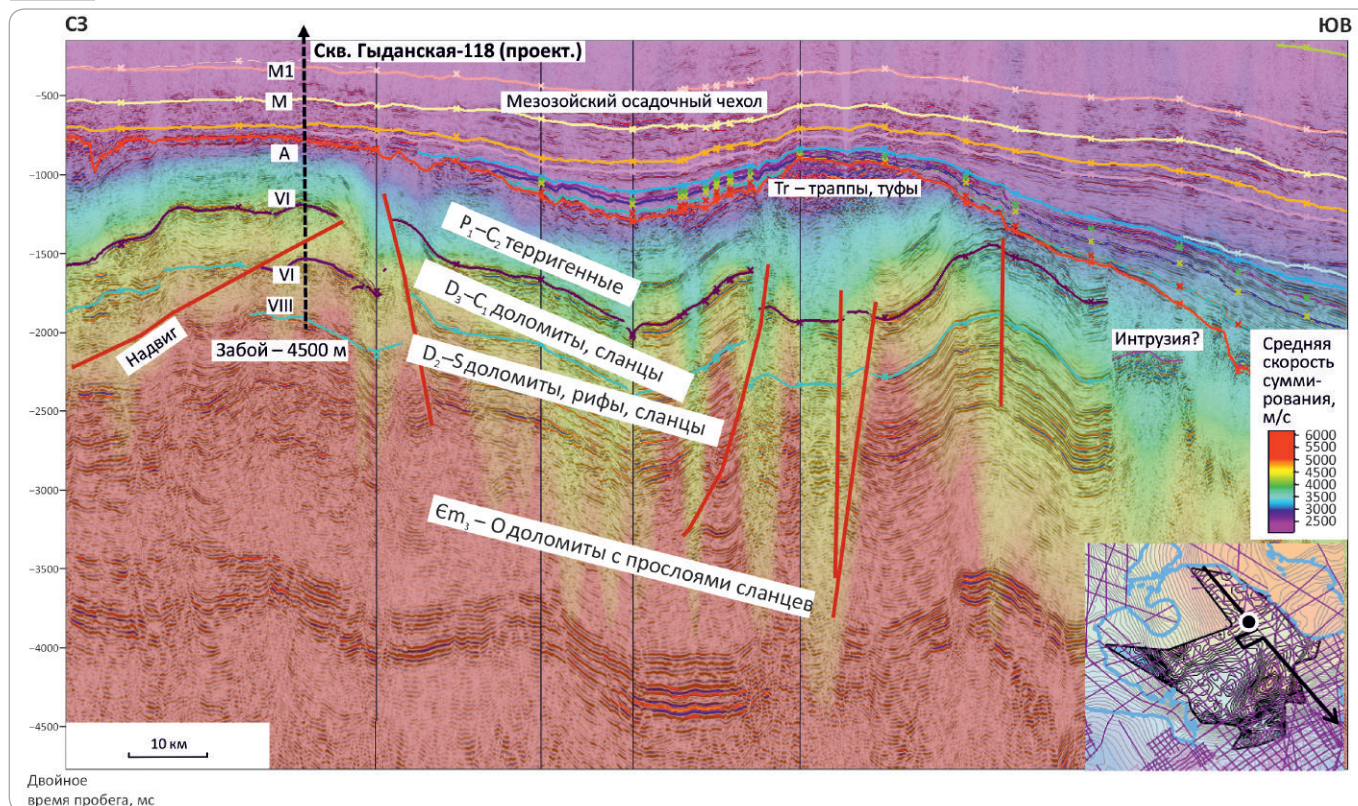
Перспективы нефтегазоносности

Обновленная тектоническая схема осадочного чехла восточной части Ямала отражает изменения в структурных построениях относительно предыдущих работ и уточняет перспективы нефтегазоносности структурных ловушек. Бескорневые и глубокопогруженные структуры впервые были отражены на схеме. Некоторые из ранее выделенных поднятий не подтвердились при современных построениях и поэтому отсутствуют на новой схеме.

Практическая значимость полученной схемы доюрского основания заключается в том, что строение основания напрямую влияет на базальный тепловой поток, а значит, и на прогрев нефтегазоматеринских толщ и нефтегазоносность отложений чехла. Правда, в этом вопросе нет единого мнения. Согласно мнению многих исследователей, в выделенных зонах развития предполагаемых рифтов следует ожидать повышенные значения базального теплового потока, согласно мнению других — повышенный тепловой поток должен наблюдаться над приподнятыми, древними блоками, выступами кристаллического

Рис. 6. Сейсмический разрез через Усть-Енисейскую площадь — юго-западное окончание Таймырского складчатого пояса (положение разреза см. на рис. 1)

Fig. 6. Seismic section across the Ust-Yenisei area — the south-western end of the Taimyr folded belt (for the section position see Fig. 1)



фундамента [15]. В любом случае приведенная схема строения доюрского основания может служить основой для калибровки теплового потока при создании модели нефтегазоносной системы.

С доюрским основанием давно связывают серьезные перспективы наращивания ресурсной базы в дополнение к традиционным поисковым объектам. Перспективными являются структурные ловушки в палеозойских карбонатных отложениях и ловушки выклинивания в триасовых грабенах [16]. Наибольшие перспективы следует связывать с Усть-Енисейской площадью — южным окончанием Таймырского складчатого пояса. Здесь на доступных для бурения глубинах до 3 км выявлены и оконтурены крупные, амплитудой до 1 км и площадью до 350 км², антиклинальные поднятия в предположительно карбонатных палеозойских отложениях (рис. 6). Именно в складчатых поясах прогнозируется открытие крупных месторождений, например в Предуралье [17].

Поэтому логично, что с учетом этого заложена новая параметрическая скв. Гыданская, которая должна подтвердить наличие коллекторских интервалов, установить эффективность покрышек и определить нефтегазоносность этого нового для региона перспективного комплекса. На текущем этапе, согласно исследованиям нефтегазоматеринских толщ по обнажениям Западного Таймыра, прогнозируется нефтяное насыщение этих перспективных поднятий.

Дополнительно на Усть-Енисейской площади выделяются ловушки выклинивания юрских горизонтов, которые характеризуются аномалиями волнового поля, возможно свидетельствующими о наличии залежей УВ.

Согласно мнению многих исследователей, выделенные глубинные линеаменты, напрямую определяют перспективы нефтегазоносности доюрского основания. Древние разломы контролируют положение линейных кор выветривания, в которых доказано развитие залежей углеводородов, например на Новопортовской площади (Журавлев Е.Г., 1999).

Выводы

Комплексная интерпретация материалов потенциальных полей и данных сейсморазведки позволила детализировать схему строения доюрского основания Ямало-Гыданского региона.

Уточнено строение предполагаемых надрифтовых впадин. В сейсмических материалах отсутствуют признаки значительного тектонического растяжения земной коры, свойственные рифтогенезу. Отсюда следует вывод о более глубоком залегании зон растяжения. Раздвигание было незначительным, а прогибание, вследствие остывания и утяжеления литосферы после рифтогенеза, имело огромные амплитуды. Оно обеспечило накопление огромных толщ пермотриасовых отложений, которые являются преимуще-

GEOPHYSICAL SURVEYS

ственно пострифтовыми. Прогибание продолжалось в течение всего мезозоя.

Структурные элементы чехла формировались за счет двух основных механизмов.

1. Неравномерное погружение блоков основания обусловило формирование наиболее крупных тектонических элементов чехла. Погружение осадочного чехла происходило в основном вдоль выделенных надрифтовых впадин доюрского основания, соответственно между ними образовывались поднятия.

2. Горизонтальные тектонические напряжения сформировали структурные элементы более мелкого порядка. На фоне общего вертикального прогибания бассейна выявлено пять основных периодов активности тангенциальных тектонических напряжений. При этом происходили горизонтальные сдвиги, сопровождающиеся транспрессией, формированием поднятий, сопряженных с ними взбросов и кулисообразных систем сбросов. Эти структурообразующие движения происходили вдоль закартированных глубинных линейментов доюрского основания.

Литература

1. Гурари Ф.Г., Девятков В.П., Демин В.И. и др. Геологическое строение и нефтегазоносность нижней – средней юры Западно-Сибирской провинции / Под ред. В.С. Суркова. – Новосибирск : Наука, 2005. – 156 с.
2. Vyssotski A.V., Vyssotski V.N., Nezhdanov A.A. Evolution of the West Siberian Basin. *Marine and Petroleum Geology*. 2006;23(1):93–126.
3. Бочкарев В.С. Создание геологических моделей строения палеозойского нефтегазонасного комплекса и разработка главных направлений подготовки и освоения его ресурсного потенциала в северных районах Западной Сибири. – Тюмень : ОАО «СибНАЦ», 2004.
4. Артюшков Е.В. Механизм образования сверхглубоких осадочных бассейнов. Растяжение литосферы или экологитизация? // Геология и геофизика. – 2010. – Т. 51. – № 12. – С. 1675–1686.
5. Кушнир Д.Г. Глубинное геологическое строение и перспективы нефтегазоносности Приенисейской полосы Таймыра и Гыдана // Нефтегазовая геология. Теория и практика. – 2016. – Т. 11. – № 1. – С. 1–29. DOI: 10.17353/2070-5379/6_2016.
6. Куркин А.А. Причины неподтверждения структурных объектов при поисково-разведочном бурении в Ямальской и Гыданской НГО // Экспозиция Нефть Газ. – 2017. – Т. 58. – № 5. – С. 27–32.
7. Бочкарев В.С. Геологическое строение палеозойского и триасового комплексов в Пуровском регионе и перспективы их нефтегазоносности // Тр. Первой Пуровской геологической конференции «Геология и нефтегазоносность Надым-Пур-Тазовского междуречья». – Тюмень, Тарко-Сале : Пурнефтегазгеология, 1995. – С. 179–206.
8. Нежданов А.А., Огибенин В.В., Давыдов А.В. Ретроспективный анализ эффективности геологоразведочных работ на нефть и газ в Западной Сибири // Газовая промышленность. – 2014. – № 716 (специальный выпуск). – С. 113–118.
9. Kurkin A.A., Grigoreva I.I. Some Results of Tectonic Evolution Study of Northern West Siberia Fields. EAGE Saint Petersburg International Conference and Exhibition on Geosciences 2014: Investing in the Future. Saint-Petersburg, 2014. DOI: 10.3997/2214-4609.20140222.
10. Лунёв Б.В., Лапковский В.В. Развитие конвективной неустойчивости континентальной «термической литосферы», как механизм формирования крупных осадочных бассейнов // Четвертая тектонофизическая конференция в ИФЗ РАН «Тектонофизика и актуальные вопросы наук о Земле» (Москва, 3–7 октября 2016 г.) : мат-лы докладов конференции : в 2 т. – М. : Изд-во ИФЗ РАН, 2016. – С. 522–528.
11. Добрецов Н.Л., Полянский О.П. О механизмах формирования глубоких осадочных бассейнов: достаточно ли данных для доказательства экологитизации? // Геология и геофизика. – 2010. – Т. 51. – № 12. – С. 1687–1696.
12. Астафьев Д.А., Скоробогатов В.А., Радчикова А.М. Грабен-рифтовая система и размещение зон нефтегазонакопления на севере Западной Сибири // Геология нефти и газа. – 2008. – № 4. – С. 2–8.
13. Gogonenkov G.N., Timurziev A.I. Strike-slip faults in the West Siberian basin: implications for petroleum exploration and development. *Russian Geology and Geophysics*. 2010;51(1):304–316.
14. Насонова Н.В., Романчев М.А. Геодинамический контроль нефтегазоносности сдвиговыми дислокациями на востоке Западной Сибири // Геология нефти и газа. – 2011. – № 4. – С. 8–14.
15. Фомин А.Н. Катагенез органического вещества и нефтегазоносность мезозойских и палеозойских отложений Западно-Сибирского мегабассейна / Науч. ред. А.Э. Конторовича. – Новосибирск : Изд-во ИНГ СО РАН, 2011. – 331 с.
16. Плесовских И.А., Нестеров И.И. (мл.), Нечипорук Л.А., Бочкарев В.С. Особенности геологического строения северной части Западно-Сибирской геосинеклизы и новые перспективные объекты для поисков углеводородного сырья // Геология и геофизика. – 2009. – Т. 50. – № 9. – С. 1025–1034.
17. Соборнов К.О. Структура складчатых поясов и перспектива открытия крупных месторождений в складчатом Предуралье // Нефтегазовая геология. Теория и практика. – 2015. – Т. 10. – № 1. DOI: 10.17353/2070-5379/6_2015.

References

1. Gurari F.G., Devyatov V.P., Demin V.I. et al. Geological structure and hydrocarbon potential of Lower-Middle Jurassic in the West Siberian Province. In: V.S. Surkov ed. Novosibirsk: Nauka; 2005. 156 p.
2. Vyssotski A.V., Vyssotski V.N., Nezhdanov A.A. Evolution of the West Siberian Basin. *Marine and Petroleum Geology*. 2006;23(1):93–126.
3. Bochkaev V.S. Building geological models of Palaeozoic oil&gas play and working out a policy for preparation and development of its resource potential in the Western Siberia north. Tyumen: OAO "SibNATS"; 2004.
4. Artyushkov E.V. Mechanism of formation of superdeep sedimentary basins: lithospheric stretching or eclogitization? *Russian geology and geophysics*. 2010;51(12):1304–1313. DOI: 10.1016/j.rgg.2010.11.002.
5. Kushnir D.G. Pre-Yenisei area of Taimyr and Gydan peninsulas — deep seated geological structure and petroleum potential prospects. *Neftegazovaya geologiya. Teoriya i praktika*. 2016;11(1):1–29. DOI: 10.17353/2070-5379/6_2016.
6. Kurkin A.A. Reasons for exploration failures of anticlinal prospects in Yamal and Gydan regions of West-Siberia. *Ekspozitsiya Neft Gaz*. 2017;58(5):27–32.

7. Bochkarev V.S. Geological structure and petroleum potential of Palaeozoic and Triassic sequences in the Pur region. *Tr. Pervoi Purovskoi geologicheskoi konferentsii "Geologiya i neftegazonosnost' Nadym-Pur-Tazovskogo mezhdurech'ya"*. Tyumen, Tarko-Sale: Purneftegazgeologiya; 1995. P. 179–206.
8. Nezhdanov A.A., Ogibenin V.V., Davydov A.V. Retrospective analysis of efficiency of E&P activities for oil and gas in Western Siberia. *Gazovaya promyshlennost' = Gas Industry*. 2014;(S716):113–118.
9. Kurkin A.A., Grigoreva I.I. Some Results of Tectonic Evolution Study of Northern West Siberia Fields. EAGE Saint Petersburg International Conference and Exhibition on Geosciences 2014: Investing in the Future. Saint-Petersburg, 2014. DOI: 10.3997/2214-4609.20140222.
10. Lunev B.V., Lapkovskii V.V. Development of convective instability of continental "thermal lithosphere" as a mechanism of large sedimentary basins formation. *Chetvertaya tektonofizicheskaya konferentsiya v IFZ RAN "Tektonofizika i aktual'nye voprosy nauk o Zemle" (October, 3–7 2016, Moscow): mat-ly dokladov konferentsii*. Moscow: Izdatelstvovo IFZ RAN; 2016. P. 522–528.
11. 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. DOI: 10.1016/j.rgg.2010.11.006.
12. Astafiev D.A., Skorobogatov V.A., Radchikova A.M. Graben-rift system and oil and gas accumulation zones distribution on the north of West Siberia. *Geologiya nefti i gaza*. 2008;(4):2–8.
13. Gogonenkov G.N., Timurziev A.I. Strike-slip faults in the West Siberian basin: implications for petroleum exploration and development. *Russian Geology and Geophysics*. 2010;(51):304–316.
14. Nasonova N.V., Romanchev M.A. Geodynamic control of oil and gas potential by fault dislocations on the east of West Siberia. *Geologiya nefti i gaza*. 2011;(4):8–14.
15. Fomin A.N. Catagenesis of organic matter and oil and gas potential of Mesozoic and Palaeozoic formations of West Siberian mega-basin. In: A.E. Kontorovich ed. *Novosibirsk: Izdatelstvo INGG SO RAN*, 2011. 331 p.
16. Plesovskikh I.A., Nesterov I.I. (Jr.), Nechiporuk L.A., Bochkarev V.S. Structural features of the northern West Siberian geosyncline and new exploration targets. *Russian Geology and Geophysics*. 2009;50(9):789–796.
17. Sobornov K.O. Structure of fold belts and prospects of discovery of large deposits in folded Pre-Urals. *Neftegazovaya geologiya. Teoriya i praktika*. 2015;10(1). DOI: 10.17353/2070-5379/6_2015.

EAGE

НА ПРАВАХ РЕКЛАМЫ



ВКЛЮЧАЯ ДВА
ГЕОЛОГИЧЕСКИХ СЕМИНАРА
ПО ИЗУЧЕНИЮ ПРИБАЙКАЛЯ

ГеоБайкал '18

5-Я МЕЖДУНАРОДНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ

УСПЕЙТЕ ЗАРЕГИСТРИРОВАТЬСЯ!

11-17 АВГУСТА 2018 Г. | Г. ИРКУТСК, РОССИЯ

WWW.EAGE.ORG / WWW.EAGE.RU