

DOI: https://doi.org/10.17353/2070-5379/13_2016

УДК 550.83:551.24(268.52)

Жолондз А.С., Поселов В.А.

Федеральное государственное унитарное предприятие «Всероссийский научно-исследовательский институт геологии и минеральных ресурсов Мирового океана имени академика И.С. Грамберга» (ФГУП «ВНИИОкеангеология им. И.С. Грамберга»), Санкт-Петербург, Россия, zhas@vniio.nw.ru, var@vniio.nw.ru

ДИЗЬЮНКТИВНЫЕ НАРУШЕНИЯ НА ШЕЛЬФЕ ПРИЯМАЛЬСКОЙ ЧАСТИ КАРСКОГО МОРЯ

Анализ и построение схем дизъюнктивных нарушений является одним из важных этапов определения перспектив нефтегазоносности региона. Проведен анализ распространения основных опорных горизонтов в пределах изучаемой площади. Результаты основаны на интерпретации данных сейсморазведочных работ, проведенных в малоизученных областях транзитной зоны западного берега полуострова Ямал.

***Ключевые слова:** дизъюнктивные нарушения, структурное строение, Ямал, Карское море.*

Введение

В настоящее время акватория Карского моря является одним из высокоперспективных регионов для восполнения углеводородных запасов в Российской Федерации. Этому способствуют и относительно небольшие глубины моря, особенно на приямальском шельфе, и уже существующая инфраструктура на суше. Проведенные в 2012–2014 гг. региональные геофизические работы у западного берега полуострова Ямал позволили получить новые и актуализировать имеющиеся данные по основным структурным элементам, дизъюнктивным нарушениям (ДН), что даст возможность в дальнейшем уточнить тектоническую составляющую общей изученности региона. Все эти данные необходимо учитывать при оценке ресурсной перспективности региона.

Краткий очерк об истории изучения региона

Начало геологическому изучению Ямала было дано в 1950-х гг. [Скоробогатов, 2003] с проведения государственной геологической съемки южной части полуострова масштаба 1:1000000. В 1960-х гг. были проведены первые сейсмические исследования, по данным которых были выявлены четыре крупные зоны поднятий. В это же время проводились магнито- и гравиметрические съемки. Все эти данные стали основой для построения более 80 вариантов схем тектонического районирования фундамента. К середине 1990-х гг. на полуострове было выполнено около 35 тыс. пог. км сейсмических работ.

Развитие сейсморазведочных методов в 1960-х гг. и обнаружение крупных месторождений углеводородов на суше способствовало проведению более детальных

геологоразведочных работ в акватории Карского моря. В начале 1990-х гг. были подготовлены к бурению одни из самых крупных морских месторождений углеводородов – Русановское и Ленинградское. В результате совместной интерпретации морских и сухопутных данных была составлена обобщенная тектоническая схема Карского моря и п-ова Ямал. На рис. 1 приведен фрагмент одной из наиболее современных опубликованных тектонических карт [Верба, Иванов, 2009].

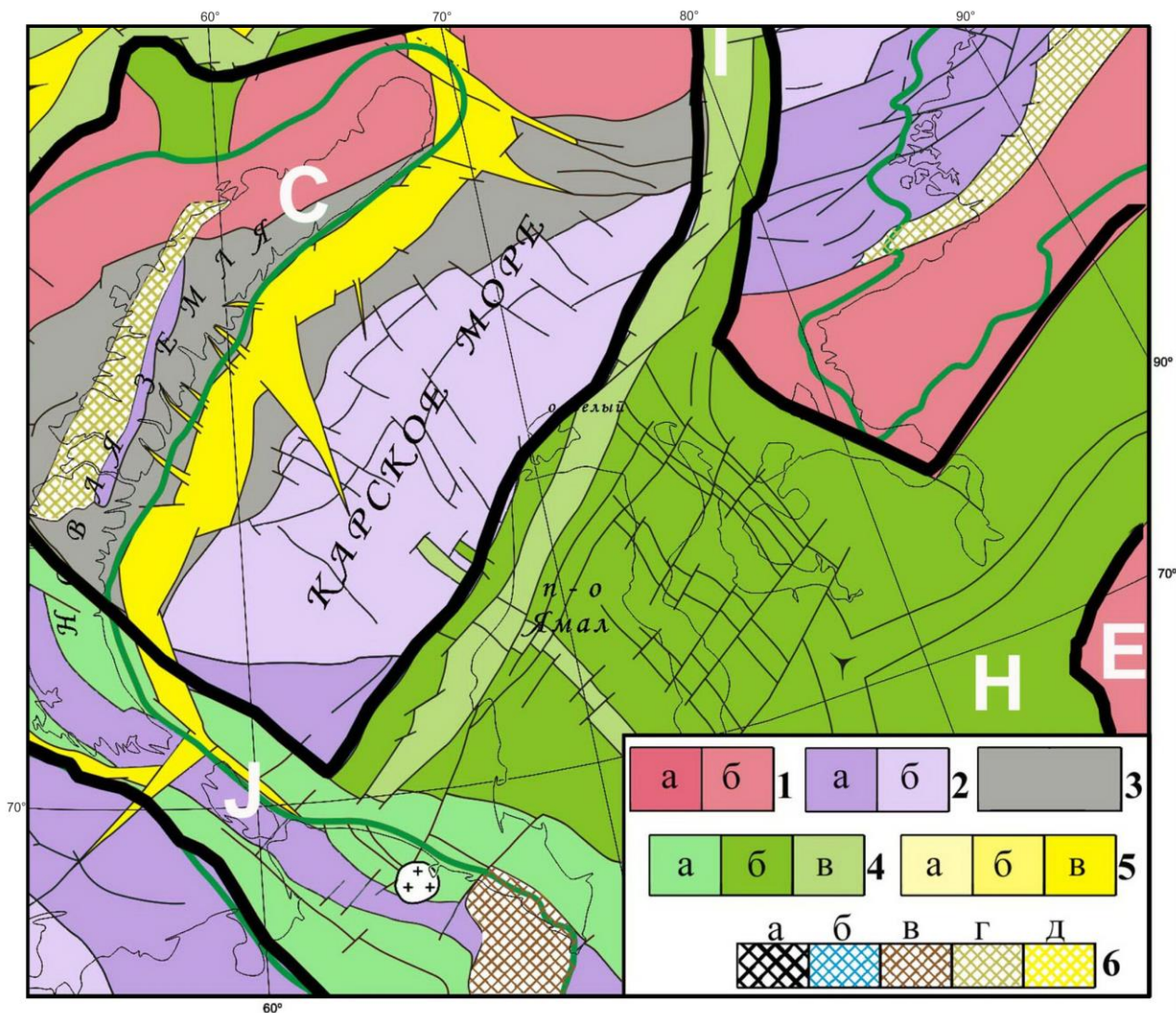


Рис. 1. Фрагмент тектонической карты Баренцево-Карского региона
(М.Л. Верба, Севморгео, 2006)

I – раннедокембрийские метаморфические структурно-вещественные комплексы (СВК): а – на поверхности, б – под чехлом недислоцированных позднерифейских и палеозойских отложений; 2 – позднерифейские и венд-кембрийские СВК: а – склоновые формации, б – формации абисселей; 3 – среднепалеозойские СВК рифтогенных прогибов; 4 – позднепалеозойские-раннемезозойские СВК рифтогенных прогибов: а – позднепалеозойские, б – позднепермские-триасовые, в – триасовые-юрские; 5 – позднемеловые - кайнозойские СВК: а – формации абисселей, б – склоновые формации, в – формации развивающихся неотектонических эпиконтинентальных рифтов; б – зоны коллизии и штаринга: а – байкальской, б – каледонской, в – герцинской, г – кимеррийской, д – альпийской тектонических эпох. Буквами обозначены: С – Новоземельский террейн; Е – Сибирский кратон; Н – Западно-Сибирская койлогенная плита; I - Ушаковско-Урванцевский грабен-рифт; J – Кортаихо-Байдарацкий мегапрогиб.

Работы, проведенные во ФГУП «ВНИИОкеангеология им. И.С. Грамберга»

В рамках выполнения Государственного контракта в 2012–2014 гг. ФГУП «ВНИИОкеангеология им. И.С. Грамберга» и ОАО «МАГЭ» провели совместные работы по сети региональных профилей вдоль побережья Ямала, отдельное место в которых занимали работы в транзитной зоне (рис. 2). Уникальность полученных материалов состоит в том, что они были собраны в тех районах приямальского шельфа Карского моря, которые ранее не были исследованы.

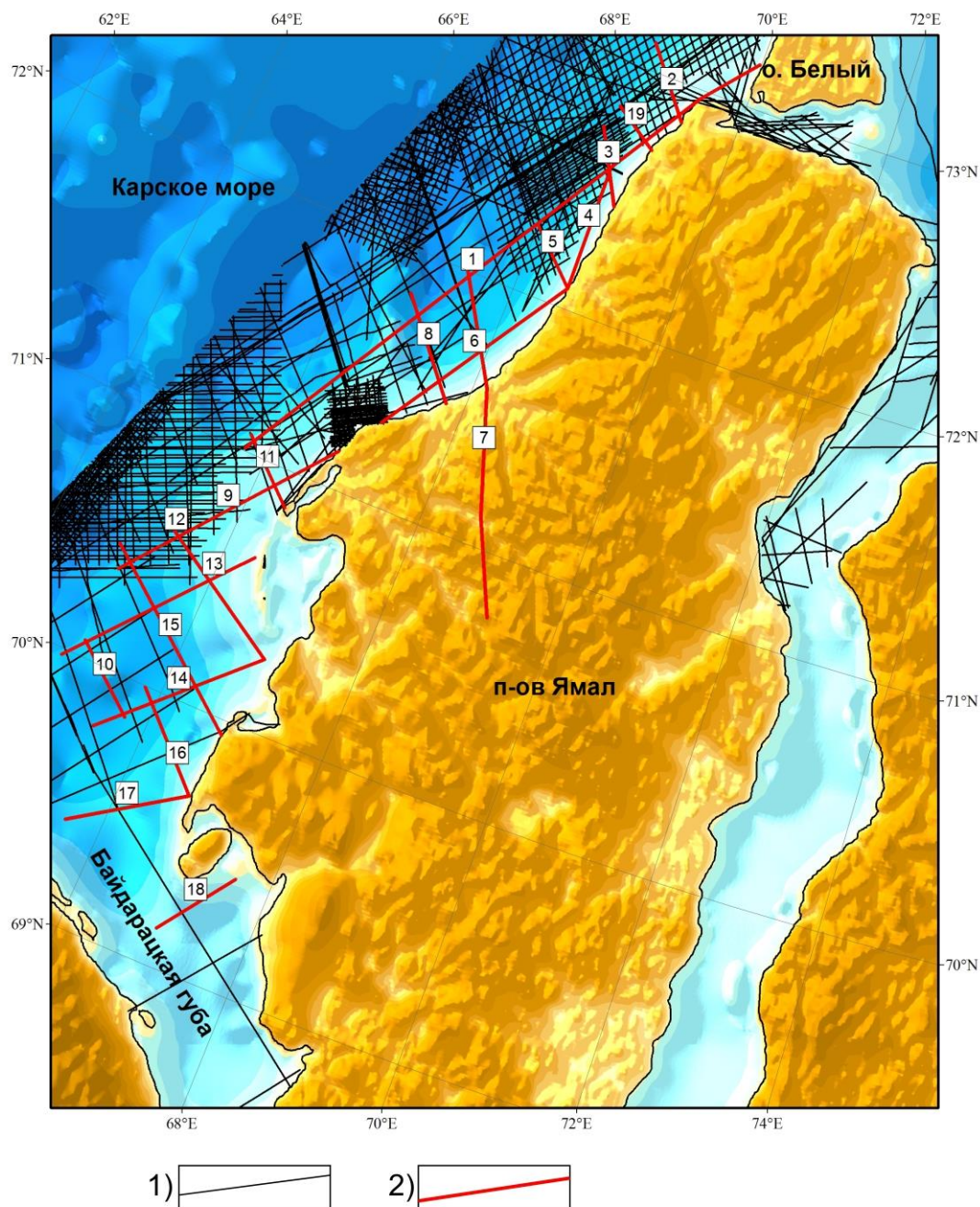


Рис. 2. Сейсмическая изученность приямальской шельфовой части Карского моря
(по материалам ВНИИОкеангеология)

Положение профилей: 1) выполненных до 2012 г., 2) комплексных, выполненных ВНИИОкеангеологией в 2012-2014 гг.

Изучение приямальской части Южно-Карского шельфа проводилось в несколько этапов с использованием комплекса методов, включающего следующие работы: сейсморазведочные на море, на суше и в транзитной зоне, электро- и газогеохимические, гравиметрические и сейсмоакустические. Полный объем составил 19 профилей общей длиной 1410 км (см. рис. 2).

Морской этап работ включал в себя более 1000 км профилей, выполненных на НИС «Профессор Куренцов» с 4-км сейсмической косой в летние периоды 2012–2014 гг. Выбранная методика позволила получить полезную информацию до 7 с двойного времени пробега сейсмических волн.

Сухопутный этап проводился в марте-апреле 2013 г. Этот профиль связывает транзитную и морскую зоны со скважиной на Восточно-Бованенковском месторождении. Данный профиль стал опорным для проведения уверенной корреляции основных опорных горизонтов.

Этап проведения работ в *транзитной зоне* проходил в августе – сентябре 2013 г. Общий объем полученных сейсмических данных составил более 250 км.

Интерпретация

В результате проведенной интерпретации сейсмических данных была построена схема структурных элементов, показанная на рис. 3 [Жолондз, Павленкин, 2015]. В ее основе лежит структурная схема горизонта А, являющегося подошвой кайнозойско-мезозойского осадочного чехла. Центральный элемент в пределах района работ – сверхглубокая часть Южно-Карской впадины (ЮКВ), в районе которой горизонт А прослеживался на глубинах более 11 км. Юго-западный и западный борта имеют больший градиент глубин, чем остальные. Расположенные по бортам положительные структуры разделены прогибами. Один из прогибов – Сеяхинский – отличается от остальных следующими особенностями волнового поля: повышенной сегментированностью отражающих поверхностей, большими углами наклона рефлекторов и невозможностью однозначной интерпретации горизонта А.

С точки зрения поиска углеводородов важным маркером является обнаружение и идентификация кровли юрских отложений – глинистой пачки горизонта Б. По имеющимся данным был проведен анализ распространения верхнеюрских отложений в пределах шельфовой приямальской части Карского моря (рис. 4). Полученная схема была дополнена построением области распространения средне- и нижнеюрских отложений. Для сравнения на схему были нанесены данные по границам выклинивания тех же комплексов, полученные по всей акватории Карского моря [Ульянов, 2011]. В прибрежной зоне, данные, приведенные Г.В. Ульяновым, являются в существенной степени интерполированными, так как в указанной области на тот момент не было достаточного количества информации.

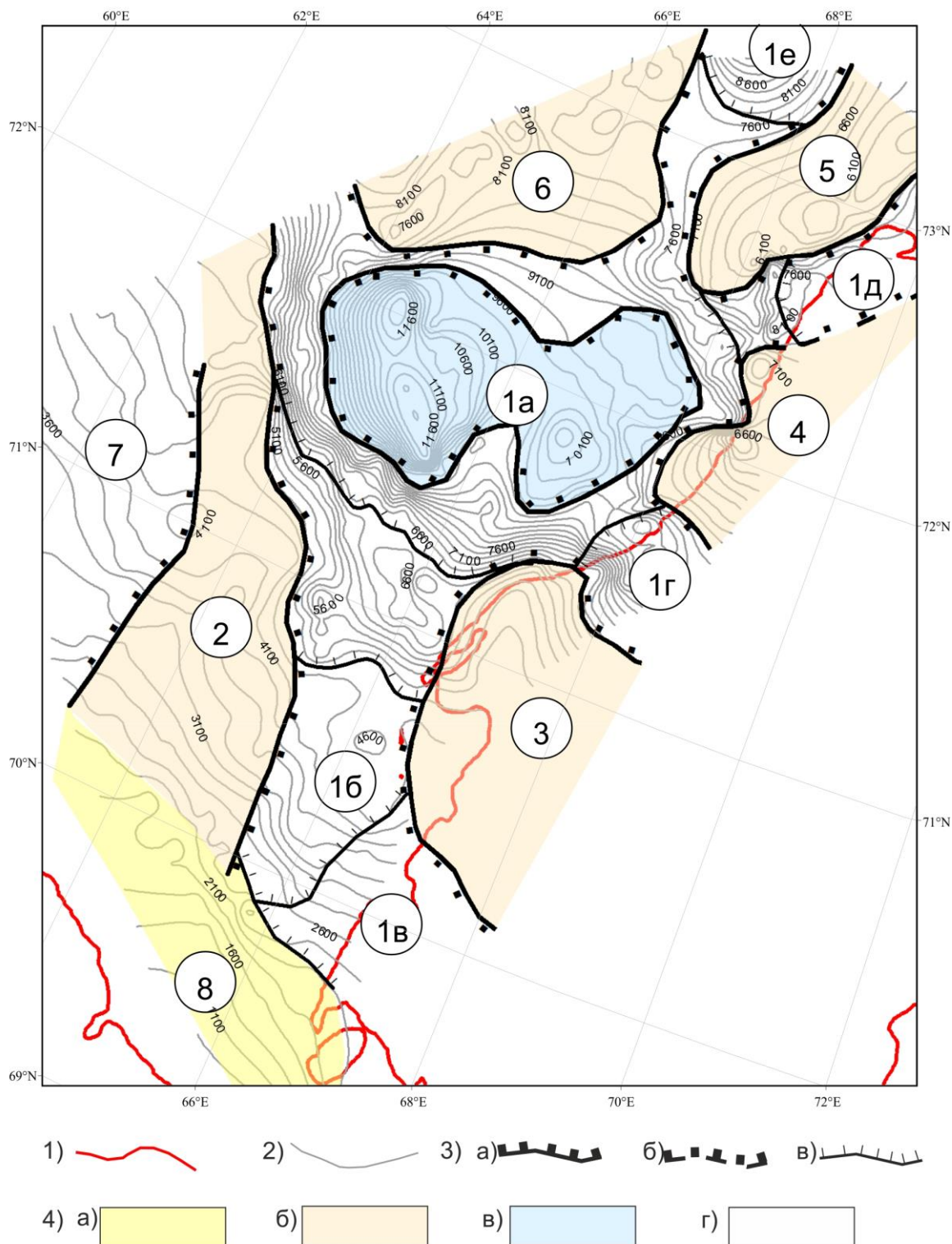


Рис. 3. Схема структурных элементов приямальной части Южно-Карской впадины

1) береговая линия; 2) изогипсы горизонта А; 3) а) границы структур 1-ого порядка; б) предполагаемые границы структур 1-ого порядка; в) границы структур второго порядка; 4) а) моноклинали; б) вал или поднятие; в) центральная часть Южно-Карской впадины; г) прогибы. Цифрами на схеме отмечены: 1а – центральная часть Южно-Карской впадины, 1б – Пухучанская впадина, 1в – Восточно-Байдарацкий прогиб, 1г – Сеяхинский прогиб, 1д – Белоостровский прогиб, 1е – прогиб Благополучия, 2 – Обручевский вал, 3 – Нурминский вал, 4 – Малыгинский вал, 5 – Скуратовский вал, 6 – Русановско-Ленинградское поднятие, 7 – Табьюский прогиб, 8 – Преднайхойская моноцираль.

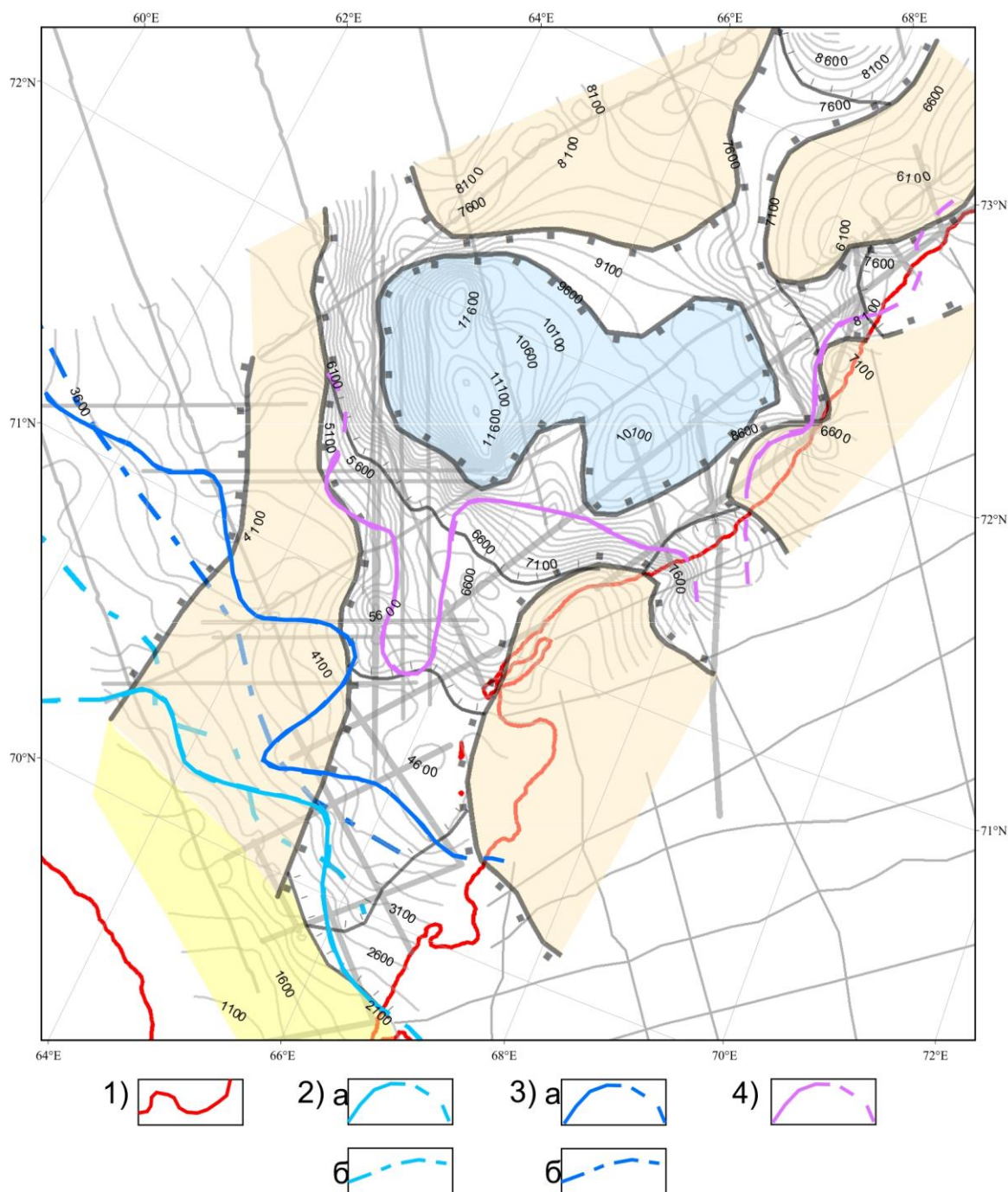


Рис. 4. Границы выклинивания горизонтов приямальской части Южно-Карской впадины
 1) береговая линия, 2) а – границы выклинивания верхнеюрских отложений по данным ВНИИОкеангеология, б – границы выклинивания верхнеюрских отложений по данным Г.В. Ульянова, 3) а – границы выклинивания нижне-среднеюрских отложений по данным ВНИИОкеангеология, б – границы выклинивания нижне-среднеюрских отложений по данным Г.В. Ульянова, 4) границы выклинивания триасовых отложений по данным ВНИИОкеангеология. Сплошной линией отмечено уверенное прослеживание, пунктиром – предполагаемое.

Также на схему была нанесена граница области распространения триасовых отложений, которые были выделены в соответствии с опубликованными данными по интерпретации прибрежного наземного профиля [Ершов, 2003]. Таким образом, в результате

проведенных работ появилась возможность проследить с высокой степенью достоверности области распространения основных опорных горизонтов в шельфовой части.

В Байдарацкой губе палеозойские перекрыты меловыми и кайнозойскими отложениями, мощность которых не превышает 2 км. Следовательно, данный район является интересным для постановки работ на изучение верхней части палеозойских толщ, перспективы нефтегазоносности которых в Западной Сибири подтверждаются геологическими материалами [Запивалов, Исаев, 2010].

Выделение дизъюнктивных нарушений

Следуя определению, дизъюнктивные нарушения – это разрывы сплошности геологических тел [Горная энциклопедия, 1984-1991], являющиеся общим термином для трещин, разрывов и разломов. По происхождению ДН подразделяются на нетектонические, возникающие при сокращении объема породы, выветривании, оползнях, падении метеоритов, и тектонические. Последние подразделяются на разрывы без смещения (трещины) и разрывы со смещением (сбросы, взбросы, сдвиги, надвиги, шарьяжи и раздвиги). По отношению к складчатым и другим тектоническим структурам они могут быть краевыми или граничными, внутренними и сквозными, а по глубине проявления – приповерхностными или глубинными.

На исследуемой площади выделяется большое количество ДН различных типов. Наибольшая плотность нарушений наблюдается на профилях в Байдарацкой губе и в районе пересечения с Сеяхинским прогибом. В этих районах ДН можно интерпретировать как разрывы со смещениями. При этом разломы прослеживаются через весь осадочный чехол, что может свидетельствовать об относительно недавней активизации в пределах указанных районов.

О природе происхождения Сеяхинского прогиба до сих пор ведутся споры. Прогиб представляет собой широкую зону разломов с сильно погруженной осевой частью. Д.А. Астафьев [Астафьев и др., 2008] приводит доказательства того, что данный прогиб имеет грабен-рифтовую природу, объясняющую большую глубину погружения домезозойского фундамента. Более осторожную интерпретацию приводит В.А. Верниковский: по его мнению, эту зону следует называть «сбросы и сдвиги неопределенные» [Верниковский, 2013]. Авторы также придерживаются осторожного определения природы прогиба в виду недостаточности данных для идентификации этапов формирования рифта.

Для выявления систем ДН проводилась дополнительная интерпретация волновых полей, состоящая в поиске и трассировании нарушений структуры сейсмической записи. Наилучшие результаты выделения ДН были получены в центральной части района работ, так как в этой области имеются дополнительные сейсмические данные, полученные ОАО

«МАГЭ» в 2004 г. с аналогичным качеством. В остальных частях района исследований приходилось опираться на данные 1980-х гг.

Все выделенные нарушения были вынесены на построенную ранее схему структурных элементов (рис. 5). В процессе интерпретации было отмечено, что на площади выделяются несколько типов ДН – линейные структуры, отвечающие геологическим нарушениям сплошности пород, структуры, образованные тектоническими движениями, а также валы, образованные выступами докембрийских пород. На рис. 6а приведен пример волнового поля, в котором выделяется выраженное поднятие докембрийского фундамента.

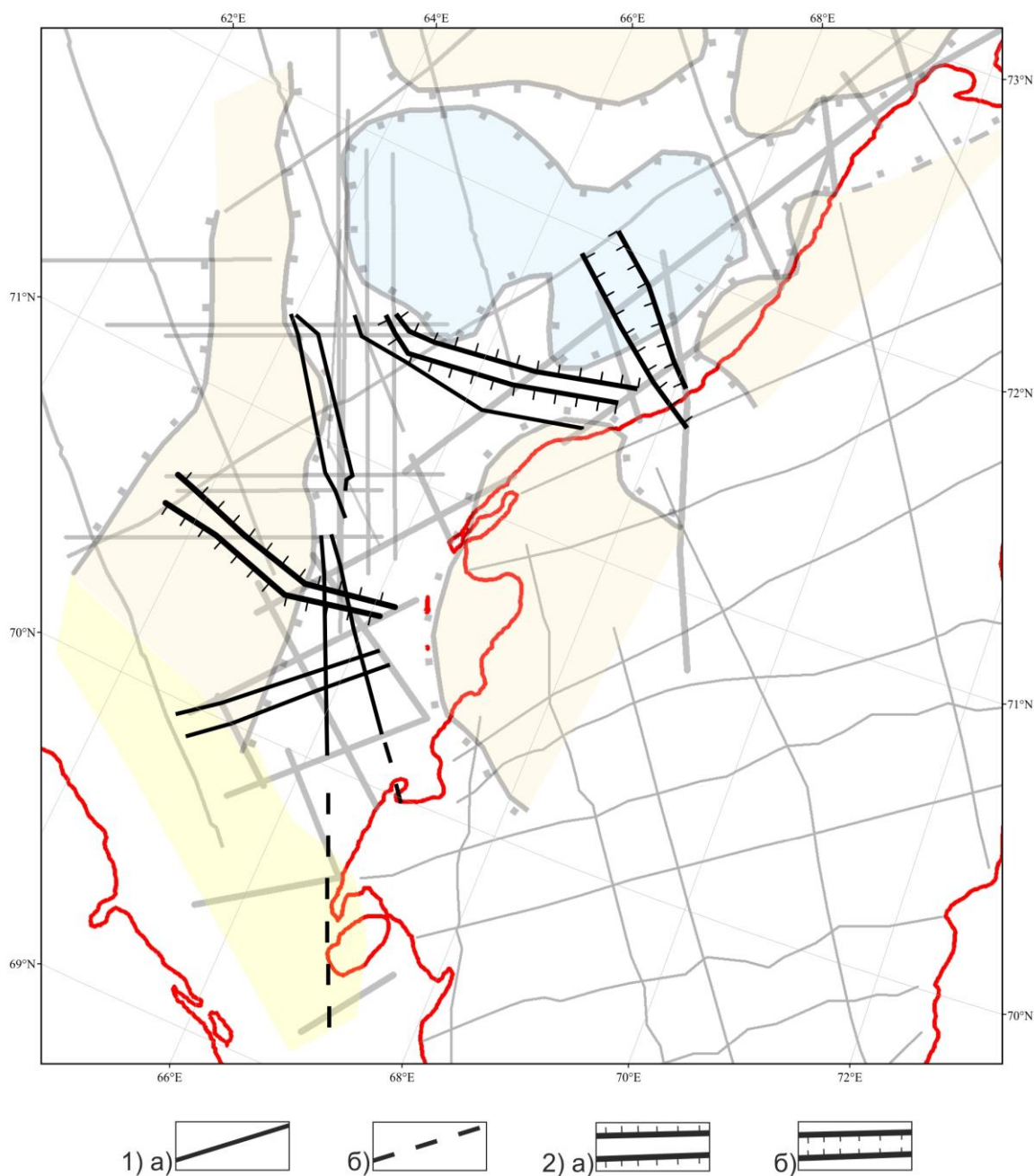


Рис. 5. Схема дизъюнктивных нарушений приамальской части Южно-Карской впадины
1 – линейные нарушения: а) уверенно прослеживающиеся, б) предполагаемые; 2 – границы структур: а) положительных, б) отрицательных.

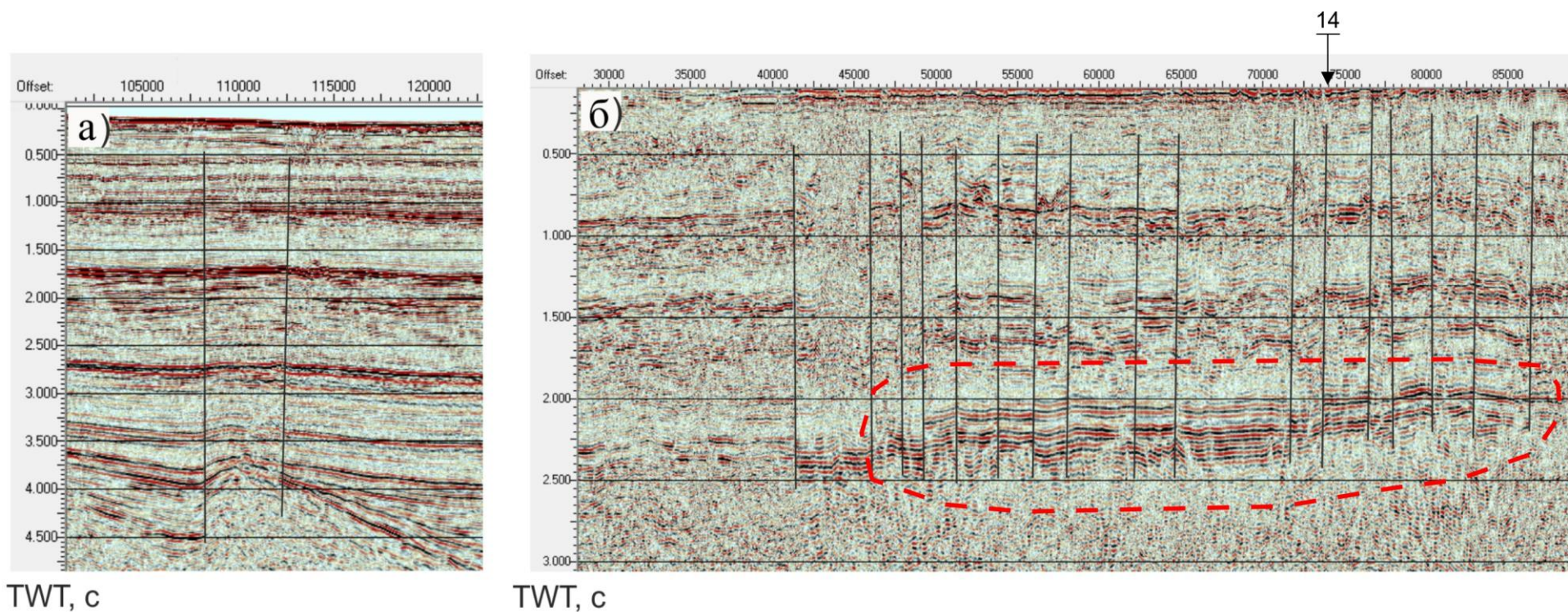


Рис. 6. Примеры волновых полей с нанесенными дизъюнктивными нарушениями (по материалам ВНИИОкеангеология)
а) связанные с подъемом фундамента, б) линейные нарушения (фрагмент профиля 15, красным отмечена область предполагаемого коллектора).

Последовательная фиксация на нескольких профилях схожей волновой картины позволила выделить вал, показанный на южном борту центральной части ЮКВ.

Вал в южной части площади представляет собой небольшой по амплитуде симметричный выступ палеозойских отложений. В рельефе вышележащих толщ он практически не выражен.

Линейные структуры отмечены на схеме в виде более тонких черных линий. Линии их предполагаемого продолжения проведены пунктиром. В Байдарацкую губу протягивание зоны разломов условно, так как в этой области может происходить наложение зоны разломов, связанной с формированием Пай-Хоя.

Выделение элементов тектоники служит как для решения задач по геологической истории региона, так и для обоснования нефтегазоносности. Залежи нефти и/или газа всегда находятся в коллекторах – зонах с повышенной пористостью и проницаемостью, которые на сейсмических разрезах проявляются областями повышенной «мутности» и сегментированности отражающих поверхностей.

В ранее неисследованном районе приамальского шельфа на профиле 15 (рис. 6б) в области пересечения с профилем 14 была выделена зона повышенной трещиноватости с признаками коллектора. Предполагаемый коллектор тектонически ограничен по краям, а сверху перекрыт мел-кайнозойскими отложениями. Размеры выделенной зоны составляют примерно 40 км вдоль профиля 15 и около 25 км вдоль профиля 14. Анализ газогеохимических данных показывает в придонных отложениях высокое содержание масел и парафинов.

Выводы

В результате проведенной работы была дополнена и уточнена схема дизъюнктивных нарушений на шельфе приамальской части Карского моря. Было отмечено, что положение Сеяхинского прогиба, выраженного системой ДН с признаками вертикальных движений, совпадает с положением рифтовой зоны, показанной в работах ряда авторов. Однако, на настоящий момент происхождение этого прогиба является предметом споров. Дальнейший анализ полученных авторами результатов сможет внести свой вклад в познание истории формирования региона.

Новые данные позволили выделить перспективную зону с признаками коллектора для поиска углеводородов в ранее неизученной области приамальского шельфа.

Выявленная небольшая мощность мел-кайнозойского осадочного чехла в Байдарацкой губе позволяет предположить перспективность данного региона для изучения нефтегазоносного потенциала палеозойских отложений.

Литература

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.

Верба М.Л., Иванов Г.И. Тектоническая карта Баренцево-Карского региона масштаба 1:2500000 нефтегеологический и геоэкологический прогноз // Труды 9-й Международной конференции и выставки по освоению ресурсов нефти и газа Российской Арктики и континентального шельфа стран СНГ (RAO / CIS Offshore 2009) (г. Санкт-Петербург, 15-18 сентября 2009 г.). – СПб.: ХИМИЗДАТ, 2009. – Т.1. - С. 19-23 (324 с.).

Верниковский В.А., Добрецов Н.Л., Метелкин Д.В., Матушкин Н.Ю., Кулаков И.Ю. Проблемы тектоники и тектонической эволюции Арктики. // Геология и геофизика. – 2013. - Т.54 – №8 – С. 1083-1107.

Горная энциклопедия. – М.: Советская энциклопедия / Под ред. Е.А. Козловского. 1984–1991.

Ершов С.С. Новые данные о строении осадочного чехла Западно-Сибирской плиты в районе полуострова Ямал // Доклады молодых ученых на XXXVI тектоническом совещании. – Москва. – 2003.

Жолондз А.С., Павленкин А.Д. Новые данные к оценке перспектив нефтегазоносности приамальской части южнокарского шельфа // Нефтегазовая геология. Теория и практика. – 2015. – Т.10. – №3. – http://www.ngtp.ru/rub/5/26_2015.pdf. DOI: http://dx.doi.org/10.17353/2070-5379/26_2015

Запивалов Н.П., Исаев Г.Д. Критерии оценки нефтегазоносности палеозойских отложений Западной Сибири // Вестник Томского гос. ун-та. – 2010. – № 341. – С. 226-232.

Скоробогатов В.А., Строганов Л.В., Копеев В.Д. Геологическое строение и газонефтеносность Ямала. - М.: ООО «Недра-Бизнесцентр», 2003. – 352 с.

Ульянов Г.В. Геолого-геохимические предпосылки газонефтеносности юрских отложений Южно-Карской впадины авт. дис. ... канд-та геол.-минерал. наук: 25.00.12. – Москва: МГУ, 2011. – 15 с.

Zholondz A.S., Poselov V.A.

All-Russia Research Institute for Geology and Mineral Resources of the World Ocean named after academician I.S. Gramberg (VNIIOkeangeologia named after I.S. Gramberg), St. Petersburg, Russia, zhas@vniio.nw.ru, vap@vniio.nw.ru

DISJUNCTIVE DISLOCATIONS ON PRIYAMAL PART OF KARA SEA SHELF

Analysis and construction of disjunctive dislocations schemes is one of the important stages of definition of the region's oil and gas potential prospects. The paper addressed the issue of distinguishing the main faults on Priyamal part of the South Kara Sea shelf according to seismic data. The analysis of the key layers' distribution within the studied area is performed. The results are based on the interpretation of seismic surveys data carried out in poorly studied areas of the transit zone of the Yamal Peninsula western coast.

Keywords: *disjunctive dislocations, structural composition, Yamal, Kara Sea.*

References

Astaf'ev D.A., Skorobogatov V.A., Radchikova A.M. *Graben-riftovaya sistema i razmeshchenie zon neftegazonakopleniya na severe Zapadnoy Sibiri* [Graben-rift system and placement of oil and gas accumulation zones in the north of Western Siberia]. *Geologiya nefti i gaza*, 2008, no. 4.

Ershov S.S. *Novye dannye o stroenii osadochnogo chekhla Zapadno-Sibirskoy plity v rayone poluostrova Yamal* [New data on the structure of the sedimentary cover of the West Siberian Plain in the region of Yamal]. *Doklady molodykh uchenykh na XXXVI tektonicheskom soveshchani*. Moscow, 2003.

Gornaya entsiklopediya [Mining Encyclopedia]. Moscow: Sovetskaya entsiklopediya. Editor E.A. Kozlovsky, 1984–1991.

Skorobogatov V.A., Stroganov L.V., Kopeev V.D. *Geologicheskoe stroenie i gazoneftenosnost' Yamala* [Geologic structure and Yamal gas and oil presence]. Moscow: OOO «Nedra-Biznestsentr», 2003, 352 p.

Ul'yanov G.V. *Geologo-geokhimicheskie predposylki gazoneftenosnosti yurskikh otlozheniy Yuzhno-Karskoy vpadiny* [Geological and geochemical preconditions of oil and gas potential of the Jurassic deposits of the South Kara depression]. Abstract of the thesis for the degree of geological-mineralogical sciences. Moscow: MGU, 2011, 15 p.

Verba M.L., Ivanov G.I. *Tektonicheskaya karta Barentsevo-Karskogo regiona masshtaba 1:2500000 neftegeologicheskii i geoekologicheskii prognoz* [Tectonic Map of the Barents-Kara region, scale 1: 2,500,000 Oil geological and geo-ecological forecast]. Proceedings 9th International Conference and Exhibition for Oil and Gas Resources Development of the Russian Arctic and CIS Continental Shelf (RAO / CIS Offshore 2009) (Saint-Petersburg, 15-18 September 2009). Saint-Petersburg: KhIMIZDAT, 2009, vol. 1, p. 19-23 (324 p.).

Vernikovskiy V.A., Dobretsov N.L., Metelkin D.V., Matushkin N.Yu., Kulakov I.Yu. *Problemy tektoniki i tektonicheskoy evolyutsii Arktiki* [Problems of tectonics and tectonic evolution of the Arctic]. *Geologiya i geofizika*, 2013, vol. 54, no. 8, p. 1083-1107.

Zapivalov N.P., Isaev G.D. *Kriterii otsenki neftegazonosnosti paleozoyskikh otlozheniy Zapadnoy Sibiri* [Criteria for assessing the oil and gas potential of Paleozoic deposits of Western Siberia]. *Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo universiteta*, 2010, no. 341, p. 226-232.

Zholondz A.S., Pavlenkin A.D. *Novye dannye k otsenke perspektiv neftegazonosnosti priyamal'skoy chasti yuzhnokarskogo shel'fa* [New data to the assessment of oil and gas potential of the Priyamal part of the South Kara shelf]. *Neftegazovaya geologiya. Teoriya i praktika*, 2015, vol. 10, no. 3, available at: http://www.ngtp.ru/rub/5/26_2015.pdf. DOI: https://doi.org/10.17353/2070-5379/26_2015