

УДК 551.242.21(268)

НОВЫЕ ДАННЫЕ О СТРУКТУРЕ И ТЕКТОНИЧЕСКОЙ ЭВОЛЮЦИИ ОСТРОВА ВРАНГЕЛЯ (РОССИЙСКАЯ ВОСТОЧНАЯ АРКТИКА)

© 2014 г. В. Е. Вержбицкий, С. Д. Соколов, М. И. Тучкова,
член-корреспондент РАН Л. И. Лобковский

Поступило 30.01.2014 г.

DOI: 10.7868/S0869565214180248

Остров Врангеля расположен на границе Восточно-Сибирского и Чукотского морей и соответствует поднятой выше уровня моря части Врангелевско-Геральдской дуги (Врангелевской) (рис. 1). Последняя представляет собой протяженное линейное поднятие фундамента осадочного чехла Восточно-Арктического шельфа, которое прослеживается от Восточно-Сибирского моря до м. Лисбурн на Аляске. Врангелевско-Геральдская дуга соответствует фронту поздних мезозойских (поздних киммерид) Новосибирско-Чукотской складчатой области.

Остров Врангеля имеет складчато-надвиговую структуру [1–3]. Деформации были связаны с коллизионными процессами в конце неокома и завершившимися в преаптское время [4]. В результате сформировались Новосибирско-Чукотская складчатая область и Южно-Аньюнская сутура (ЮАС). Характер и последовательность коллизионных деформаций были детально изучены в ЮАС [4]. На первом этапе комплексы ЮАС были шарьированы в северном направлении на пассивную окраину Чукотского микроконтинента. На завершающих этапах произошли ретрошарьяжи южной вергентности и правосторонние сдвиговые деформации.

Геологические комплексы о. Врангеля представлены позднепротерозойскими–раннекембрийскими (?) метаморфическими образованиями (врангелевский комплекс), карбонатными и терригенными отложениями верхнего силура–триаса (рис. 2) и локально обнажающимися в северной части острова терригенными отложениями верхнего мела (?)–кайнозоя [1–3].

Все доверхнемеловые комплексы острова в различной степени вовлечены в интенсивные складчато-надвиговые деформации преимущественно се-

верной вергентности. Повсеместно развит кливаж южного падения [1–3, 5]. Складчато-надвиговый ансамбль нарушен диагональными разломами северо-западного простирания с правосдвиговой компонентой смещений. Согласно [3], амплитуда горизонтального смещения по отдельным надвигам до 3 км, а по правосторонним сдвигам 1 км. Таким образом, общий структурный план о. Врангеля хорошо коррелируется с коллизионными деформациями, установленными в ЮАС и на Чукотке.

Проведенные в 2006 г. мезоструктурные наблюдения в центральной и западной частях о. Врангеля (рис. 2) подтвердили, что позднемезозойская складчато-надвиговая структура северной вергентности была сформирована в условиях субмеридионального сжатия. В некоторых случаях были отмечены небольшая левосдвиговая или правосдвиговая компоненты, сопровождавшие надвиговые смещения. Во многих точках были также зафиксированы парагенезы более поздних (постколлизионных) деформаций.

Принципиально новым результатом мезоструктурных исследований (рис. 2) является установление различных структурных стилей в каменноугольных–триасовых (субширотное простирание компрессионных структур) и силурийских–нижнедевонских комплексах (субмеридиональное простирание). Этот факт и присутствие конгломератов в отложениях верхнего девона, нижнего карбона [1, 2] заставляют предполагать наличие между рассматриваемыми комплексами структурного несогласия.

Структурообразование в условиях субширотного сжатия в силурийских–нижнедевонских отложениях (рис. 2б), вероятно, произошло в среднедевонско–позднедевонское время, что в общем соответствует элсмирской орогении, характерной для Арктической Аляски и Канадского Арктического архипелага [6, 7]. Отметим, что простирание позднедевонского(?)–юрского рифтового трога Ханна к северу от Геральдской зоны надвигов связывают с его заложением вдоль субмеридиональных компрессионных структур позднекаледон-

*Институт океанологии им. П.П. Шишова
Российской Академии наук, Москва
Геологический институт
Российской Академии наук, Москва*

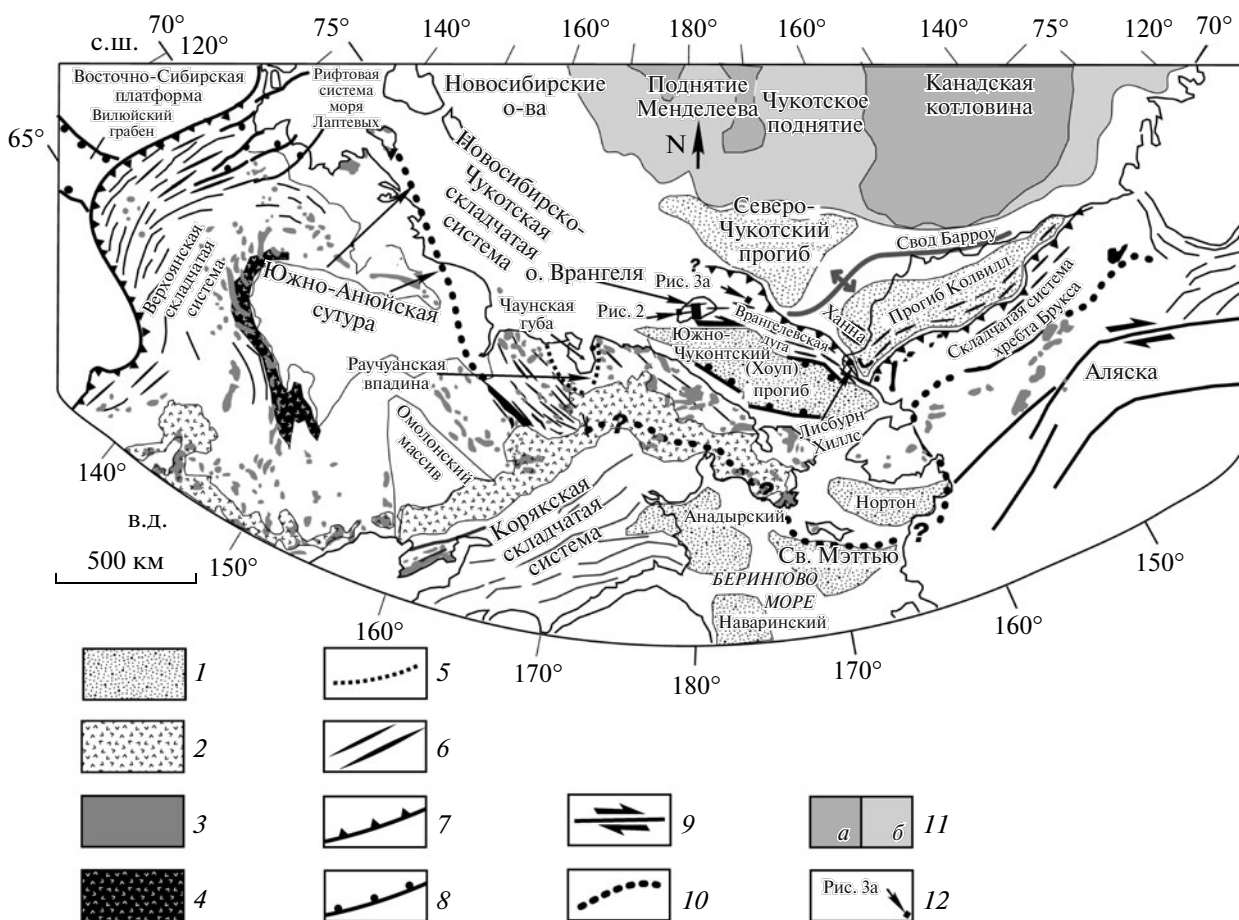


Рис. 1. Схема тектоники северо-востока России и Арктической Аляски. По [15] с изменениями и дополнениями. 1 – осадочные бассейны; 2 – Охотско-Чукотский вулканоплутонический пояс (ОЧВП); 3 – гранитоиды; 4 – аккрецированные офиолитовые и островодужные комплексы; 5 – границы Раучуанской синорогенной впадины; 6 – простирание складок; 7 – взбросы, надвиги; 8 – сбросы; 9 – сдвиги; 10 – предполагаемая южная граница микроплиты Арктической Аляски–Чукотка; 11 – глубоководные котловины (а) и континентальный склон/подводные поднятия (б) Северного Ледовитого океана; 12 – положение сейсмического профиля, рис. 3а.

ского (элсмирского) фундамента [6]. Недавно в российском секторе Чукотского моря к северу от фронтальных надвигов Врангелевской дуги был выделен Центрально-Чукотский рифтогенный прогиб сходной ориентировки и генезиса [8].

Таким образом, появились первые свидетельства проявления на о. Врангеля и прилегающих частях шельфа элсмирского орогенеза [8]. В этой интерпретации бимодальный раннекарбоневый магматизм [3, 9] может быть связан с постэлсмирским рифтогенезом.

В нескольких точках наблюдений были установлены субмеридиональные структуры сжатия, наложенные на раннемеловой генеральный складчато-надвиговой структурный план северной вергентности, однако найти геологические доказательства возраста этого этапа деформаций не удалось.

Сопоставление полученных на острове структурных данных с опубликованными сейсмиче-

скими материалами [5] указывает на проявление более позднего второстепенного этапа сжатия предположительно в конце позднего мела–палеоцене (рис. 3). Эпизод сопровождался интенсивным воздыманием, эрозией, пенепленизацией и сопоставляется со временем формирования среднебрукского (МБУ) углового несогласия Арктической Аляски и шельфа Чукотского моря [5, 10]. Это событие могло быть связано с предполагаемой в ряде работ конвергенцией Северо-Американской и Евразийской плит [10, 11]. Не исключено, что постнеокомский этап близширотного сжатия на о. Врангеля может отвечать именно структурообразованию в конце позднего мела, как это предполагают для Лаптевоморского региона [11].

Последний зафиксированный полевыми наблюдениями структурный парагенез на острове представлен сбросовыми и сдвиго-сбросовыми (преимущественно с правосдвиговой компонен-

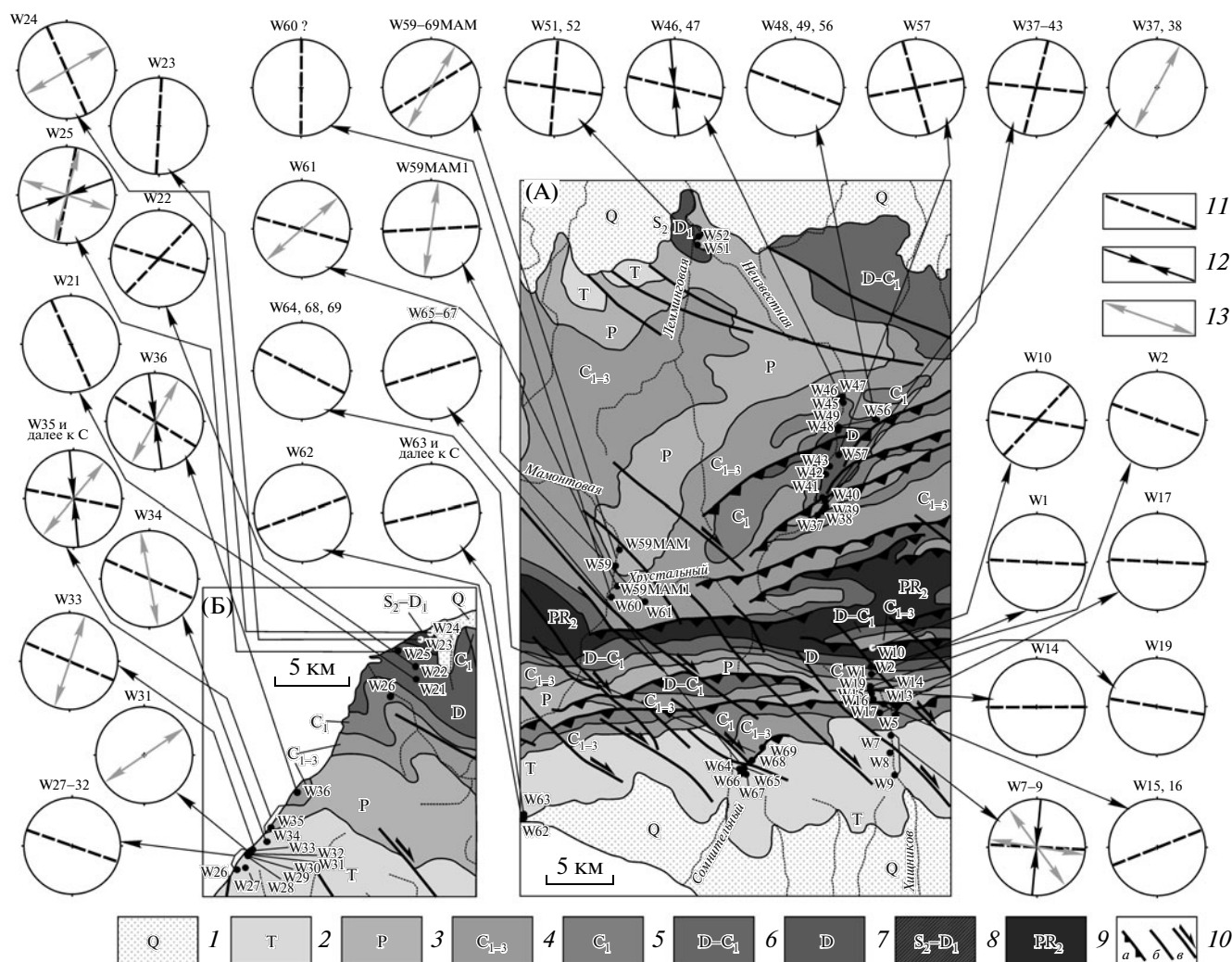


Рис. 2. Точки геолого-структурных наблюдений в пределах центрального (А) и западного (Б) районов исследований (трансектов). Основа – геологическая карта о. Врангеля [3] с упрощениями и дополнениями. Положение см. рис. 1. На стереограммах показаны основные результаты мезоструктурного анализа для отдельных точек наблюдений (английские буквы и арабские цифры).

Условные обозначения. К картам: 1–10 – отложения: 1 – четвертичные, 2 – триасовые, 3 – пермские, 4 – каменноугольные, 5 – нижнекаменноугольные, 6 – девонские–нижнекаменноугольные, 7 – девонские, 8 – верхнесилурийские–нижнедевонские, 9 – верхнепротерозойские, врангелевский комплекс, 10 – разрывные нарушения: а – надвиги, б – сбросы, сбросо-сдвиги, в – сдвиги. К стереограммам: 11 – генерализованное простирание структур сжатия, 12, 13 – горизонтальные проекции восстановленных осей напряжений (12 – сжатия, 13 – растяжения).

той) смещениями, наложенными на поверхности напластования, кливажа и мезомасштабных взбросо-надвигов северной вергентности. Помимо этого были установлены многочисленные трещины отрыва (минеральные жилы) субширотного и северо-западного–юго-восточного простираний, также наложенные на компрессионные структуры. Данные наблюдения свидетельствуют о смене в постнеокомское время режима сжатия на растяжение, близкое к субмеридиональному – северо-восточному–юго-западному.

Исходя из опубликованных ранее сейсмических материалов по Врангелевской дуге (рис. 3), этот этап растяжения и правосторонней трансенсии

проявился уже после завершения среднебрукского сжатия и воздымания – в палеоцене–эоцене [5]. Мы сопоставляем данный этап деформации с раскрытием заложенного на позднемезозойском складчатом основании регионального Южно-Чукотского (Хоуп) рифтогенного прогиба, заполненного по большей части кайнозойскими отложениями и развивавшегося при существенном влиянии правосдвиговых смещений [5, 10, 12, 13].

Региональные эпизоды растяжения, связываемые с пермо-триасовым рифтингом [2, 14] и аптальским орогеническим коллапсом поздних мезозоид Чукотского п-ова [13], в районе Врангелев-

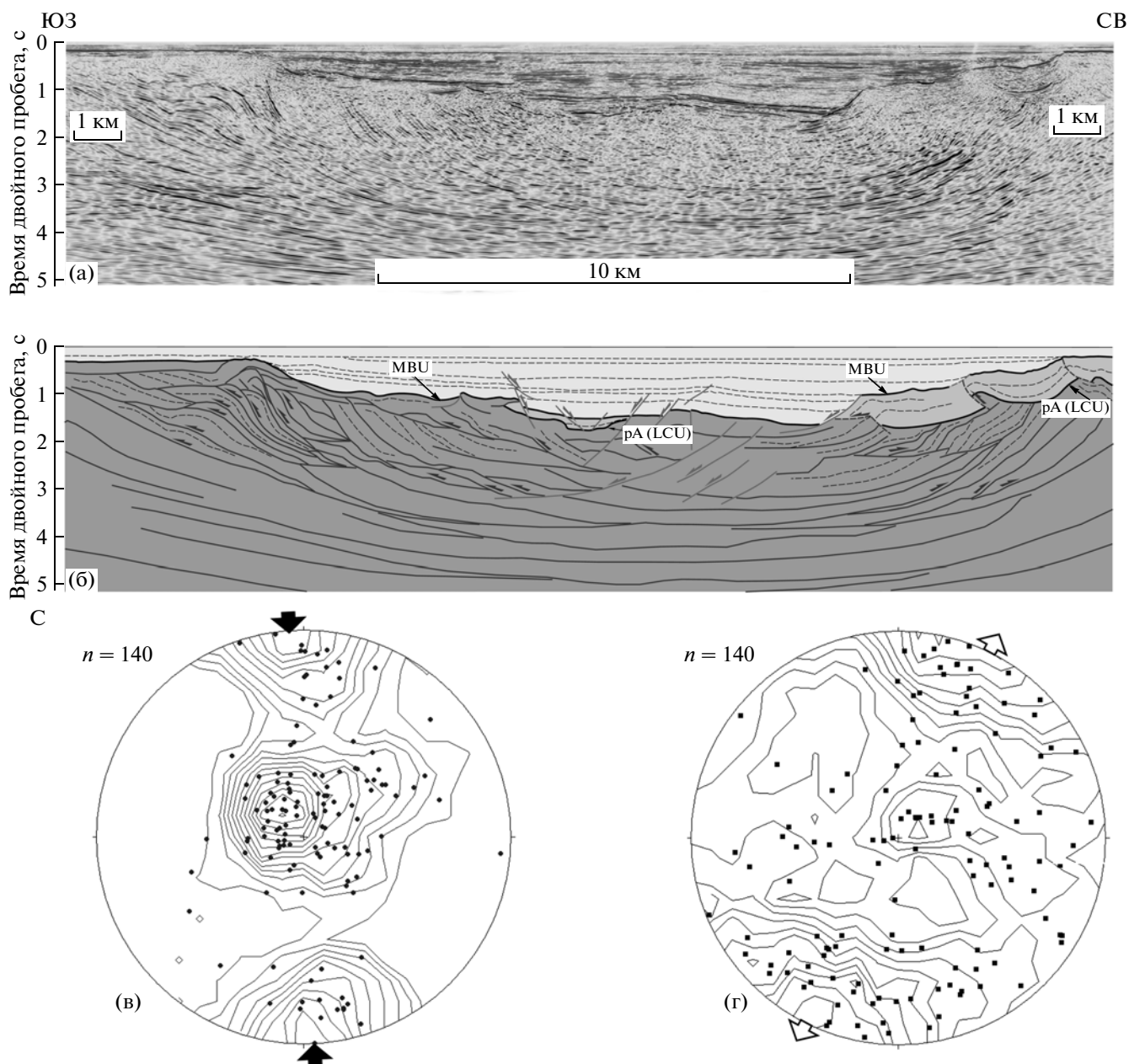


Рис. 3. Структурный стиль Врангелевско-Геральдской дуги. Сейсмический профиль (а) и его интерпретированный вариант (б) (по [5] с изменениями и дополнениями) в сопоставлении с основными восстановленными полями тектонических палеонапряжений: сводные стереограммы осей сжатия (в) и последующего растяжения (г) по данным массовых замеров зеркал скольжения в разновозрастных комплексах о. Врангеля (равноугольная проекция, нижняя полу-сфера), составлены по методике (<http://www.geo.cornell.edu/geology/faculty/RWA/programs.html>).

Толстые сплошные черные линии на рис. б очерчивают основные поверхности угловых несогласий: pA(LCU) – пред-аптское (раннемеловое), MBU – среднебрукское (позднемеловое–кайнозойское). Черные пунктирные линии подчеркивают генерализованное поведение рефлекторов (структурные линии). Темно-серая заливка соответствует складчато-надвиговому фундаменту поздних мезозойд Врангелевского поднятия, умеренно-серая – предположительно апт–альбским слабо деформированным комплексам складчатого основания поднятия, светло-серая – постскладчатому осадочному чехлу. Серые сплошные линии соответствуют основным разломам (темно-серые – взбросо-надвиговой кинематики, светло-серые – сбросовой, пунктир – предполагаемые разломы), стрелки указывают на характер смещений. Положение сейсмопрофиля см. рис. 1.

ской дуги были, очевидно, в значительной мере затушеваны последующими соответственно раннемеловыми и среднебрукскими компрессионными событиями.

Таким образом, в фанерозойской структуре (после становления врангелевского метаморфического комплекса) о. Врангеля установлены по крайней мере четыре этапа деформаций. Наиболее древний

был связан с девонской элсмирской орогенией. Следующий главный этап вызвал образование складчато-надвиговой структуры северной вергентности и соответствовал позднекимммерийской орогении, произошедшей в конце неокома. Оба этапа структурной эволюции хорошо согласуются с ротационной моделью раскрытия Канадской котловины [7] в результате отрыва Чукотского микроконтинента от Канадского Арктического архипелага и последующей его коллизии с Евразией в конце неокома.

Два последующих этапа постколлизийных деформаций характеризовались сжатием в конце позднего мела—палеоцене, которое соответствует среднебрукскому угловому несогласию, и субмеридиональным растяжением (палеоцен—эоцен), приведшим к образованию Южно-Чукотского рифтогенного прогиба.

Авторы статьи признательны сотрудникам Государственного природного заповедника “Остров Врангеля” за помощь при проведении полевых работ, ОАО “Газпром нефть”, Федеральному агентству по науке и инновациям РФ, геофизической компании Ти Джи Эс (TGS), Департаменту “Моргео” Федерального агентства по недропользованию, САЕ, РФФИ (грант № 14–05–00031), НШ-2981.2014.5 за поддержку данных исследований на различных этапах их проведения.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Тильман С.М., Богданов Н.А., Бялбжеский С.Г., Чехов А.Д. В кн.: Геология СССР. Т. XXVI. Острова Советской Арктики. М.: Недра, 1970. С. 377–404.
2. Тектоника континентальных окраин Северо-Запада Тихого океана / Под ред. М.С. Маркова, Ю.М. Пушаровского, С.М. Тильмана, В.С. Федоровского, Н.А. Шило. М.: Наука, 1980. 285 с.
3. Kos'ko M.K., Cecile M.P., Harrison J.C., Ganelin V.G., Khandoshko N.V., Lopatin B.G. Geology of Wrangel Island, between Chukchi and Siberian Seas, Northeastern Russia: // Bull. Geol. Surv. Canada. 1993. V. 461. 102 p.
4. Sokolov S.D., Bondarenko G.Ye., Layer P.W., Kravchenko-Berezhnoy I.R. // Stephan Mueller Publ. Ser. 2009. V. 4. P. 201–221.
5. Вержбицкий В.Е., Соколов С.Д., Франтицен Э.М., Тучкова М.И., Банников Г.А. // Газовая пром-сть. Спец. вып. Газ и нефть Востока России. 2010. № 654. С. 32–37.
6. Sherwood K.W., Johnson P.P., Craig J.D., Zerwick S.A., Lothamer R.T., Thurston D.K., Hurlbert S.B. // Geol. Soc. Amer. Spec. Pap. 2002. V. 360. P. 39–66.
7. Grantz A., Yart P.E., Childers V.A. // Mem. Geol. Soc. London. 2011. V. 35. P. 771–799.
8. Малышев Н.А., Обметко В.В., Бородулин А.А. // Науч.-техн. вестн. ОАО НК “Роснефть”. 2010. № 1. С. 20–28.
9. Мусеев А.В., Соколов С.Д. В сб.: Материалы XLII Тектон. совещ. “Геология полярных областей Земли”. М.: Геос, 2009. Т. 2. С. 62–69.
10. Drachev S.S., Malyshev N.A., Nikishin A.M. In: Proc. VII Petroleum Geology Conf. // Geol. Soc. London. 2010. V. 7. P. 591–619. doi: 10.1144/0070591.
11. Gaina C., Roest W.R., Muller R.D. // Earth and Planet. Sci. Lett. 2002. V. 197. P. 273–286.
12. Tolson R.B. Geology and Resource Potential of the Continental Margin of Western North America and Adjacent Ocean Basins: Beaufort Sea to Baja California. Earth Science Series. Houston (TX): Circum-Pacific Council for Energy and Mineral Resources, 1987. V. 6. P. 59–71.
13. Натальин Б.А. // Геотектоника. 1999. № 6. С. 76–93.
14. Соколов С.Д., Леднева Г.В., Пиус В.Л. // ДАН. 2009. Т. 425. № 6. С. 785–789.
15. Miller E.L., Toro J., Gehrels G., Amato J.M., Prokopyev A., Tuchkova M.I., Akinin V.V., Dumitru T.A., Moore T.E., Cecile M.P. // Tectonics. 2006. V. 25. TC3013. doi: 10.1029/2005TC001830.