ДОКЛАДЫ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК. НАУКИ О ЗЕМЛЕ, 2020, том 495, № 1, с. 5–10

ГЕОЛОГИЯ

УДК 550.384.5, 551.248.1, 551.83

# ТЕКТОНИКА И ГЕОДИНАМИКА ПАЛЕОЗОЯ ОСТРОВОВ ДЕ-ЛОНГА И СМЕЖНЫХ СТРУКТУР ВЕРХОЯНО-ЧУКОТСКОГО ПОЯСА

© 2020 г. Д. В. Метелкин[1,2,*], А. И. Чернова[2],
Н. Ю. Матушкин[2,1], академик РАН В. А. Верниковский[2,1]

Поступило 25.05.2020 г.
После доработки 12.08.2020 г.
Принято к публикации 13.08.2020 г.

Приводятся итоговые результаты палеомагнитного изучения палеозоя островов Генриетты, Жаннетты и Беннетта и их значение для тектонических реконструкций. Обсуждаются возможные взаимоотношения кембрийского осадочного бассейна Де-Лонга с Верхоянской окраиной Сибири, террейнами Колымо-Омолонской группы, Чукотско-Аляскинским микроконтинентом, а также структурами подводного хребта Менделеева. Предлагается новая тектоническая модель, в которой структуры Де-Лонга выступают в качестве наиболее фронтальной части крупной трансформной системы, существовавшей на периферии Сибирского палеоконтинента.

*Ключевые слова:* палеомагнетизм, палеотектонические реконструкции, Арктика, Новосибирские острова, Арктида, архипелаг Де-Лонга

**DOI:** 10.31857/S2686739720110109

Острова Де-Лонга на северо-востоке Новосибирского архипелага (рис. 1) – крайне важный объект для реконструкции тектонической истории современного шельфа Арктики. По современным взглядам его фрагменты составляли прежде единый палеоконтинент Арктида [1, 2]. Главным источником количественной информации при такого рода реконструкциях являются палеомагнитные данные. Здесь мы подводим итог изучения уникальной коллекции терригенных, вулканогенно-осадочных и магматических пород, слагающих обнаженную часть островов Беннетта, Генриетты и Жаннетты.

Черты геологического строения двух последних сходные, для них характерен вулканогенно-осадочный тип разреза, образованный в тыловом бассейне субдукционной системы, реликты которой можно предполагать к северо-востоку в акватории Восточно-Сибирского моря [3]. В частности, наличие соответствующих вулканических комплексов на юге хребта Менделеева подтверждено [4]. Согласно геологическим наблюдениям, результатам $^{40}Ar/^{39}Ar$-анализа, а также возрасту детритовых цирконов, мы предполагаем несколько эпизодов магматической активности в акватории Де-Лонга – в эдиакарии (?), середине кембрия и раннем ордовике [3, 5–8].

Палеомагнитные исследования на о. Генриетты охватывают разрезы, включающие покровы базальтов, горизонты туфопесчаников, туфоалевролитов, отвечающих кембрийскому магматическому событию, и сохранившаяся в них намагниченность характеризует положение палеобассейна ~520 млн лет назад (табл. 1).

На о. Жаннетты изучены дайки долеритов и вмещающие их вулканокластические турбидиты. Их происхождение и время фиксации палеомагнитного сигнала соответствуют ордовикскому (~480 млн лет) надсубдукционному магматизму (табл. 1).

Кембрийско-ордовикская часть разреза о. Беннетта отличается флишевым строением, без явных примесей вулканического материала [9, 10]. Ее формирование мы сопоставляем с неглубокой частью дистального шельфа вдали или в некото-

[1] *Новосибирский государственный университет, Новосибирск, Россия*
[2] *Институт нефтегазовой геологии и геофизики им. А.А. Трофимука Сибирского отделения Российской академии наук, Новосибирск, Россия*
**E-mail: metelkindv@ipgg.sbras.ru*

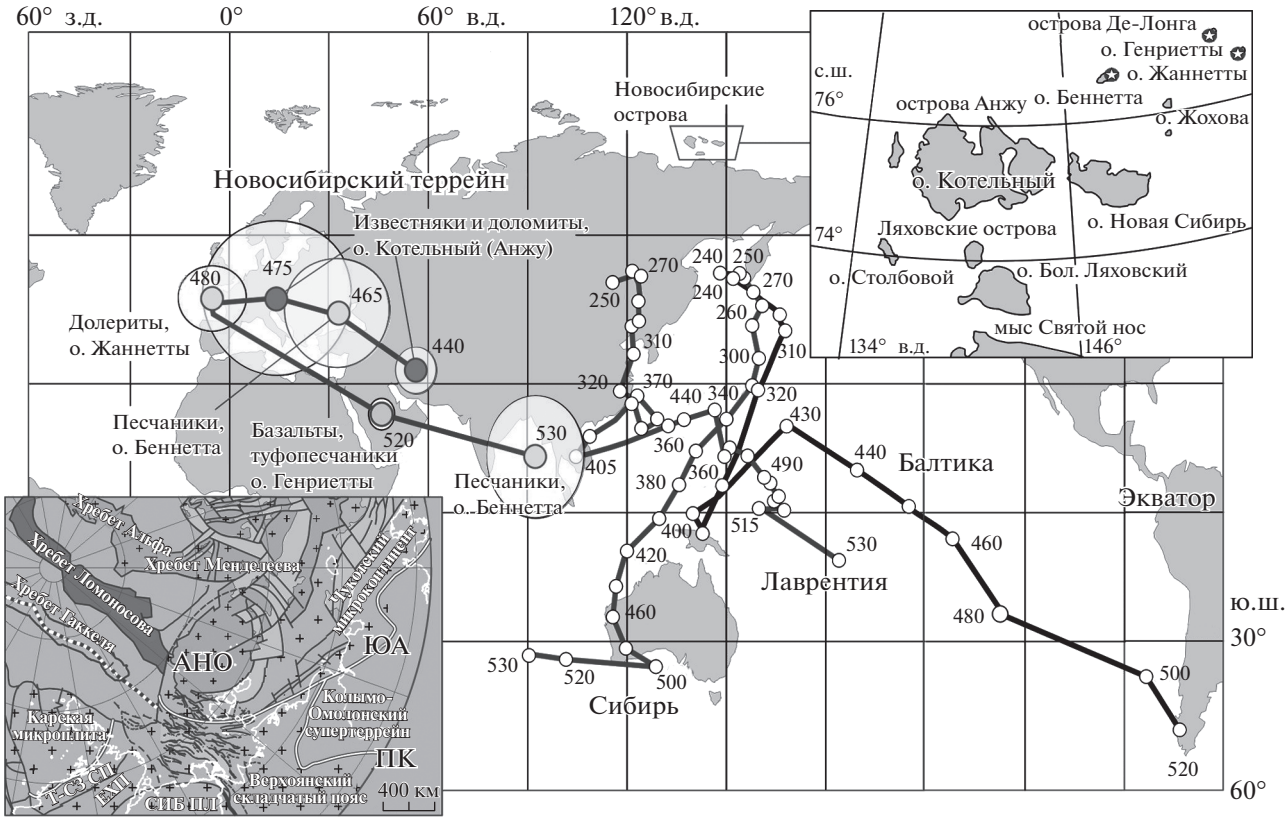


**Рис. 1.** Траектория кажущегося движения полюса Новосибирского террейна в сравнении с Сибирью, Лаврентией, Балтикой. Цифры у полюсов – возраст в млн лет. На врезке слева тектоническая схема Северо-Востока Арктики по [2] с изменениями: АНО – архипелаг Новосибирские острова (Новосибирская микроплита), ПК – Полоуснеско-Колымская сутура, ЮА – Южно-Анюйская сутура, ЕХП – Енисей-Хатангский прогиб, Т-СЗ СП – Таймыр-Североземельский складчатый пояс, СИБ ПЛ – Сибирская платформа. На врезке справа география Новосибирского архипелага.

рой изоляции от области активного субдукционного магматизма.

Палеомагнитным методом на юге острова Беннетта изучены атдабанско-ботомская сланцево-песчаниковая и тойонско-амгинская преимущественно аргиллитовая (колчакская) толщи по [9]. Образцы последней имеют низкое качество палеомагнитного сигнала, интерпретация которого невозможна (рис. 2). Намагниченность нижележащих песчаников включает регулярную характеристическую компоненту, деблокирование которой отвечает температурам выше 360°С (рис. 2). Ее появление мы связываем с аллотигенным низ-

**Таблица 1.** Результаты палеомагнитного анализа палеозоя островов Де-Лонга

| Объекты | N/n | T | Тест | ИПН | Палеомаг. полюс | | | ПШ | Ист. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | PLat | PLong | A95 | | |
| Песчаники о. Беннетта | 2/18 | 530 | Fo | 4 | 15.5 | 83.6 | 18 | 20.6 | н. р. |
| Туфопесчаники, базальты о. Генриетты | 6/56 | 520 | F+ | 5 | 23.7 | 45.7 | 3.2 | 18.6 | [6] |
| Долериты о. Жаннетты | 3/39 | 480 | F+ C+ | 4 | 49.2 | 357.4 | 7.1 | 36.5 | [7] |
| Песчаники о. Беннетта | 3/25 | 465 | F+ | 5 | 45.5 | 31.9 | 11.0 | 38.0 | [10] |

Примечание. N/n – количество точек опробования/образцов, использованных для расчета координат палеомагнитного полюса; T – возраст в млн лет; Тесты: F – складки, R – обращения, C – обжига, индекс “+” – положительный, “o” – неопределенный; ИПН – индекс палеомагнитной надежности в баллах (максимум 7); Plat – широта, Plong – долгота, A95 – доверительный интервал, ПШ – палеоширота объекта.

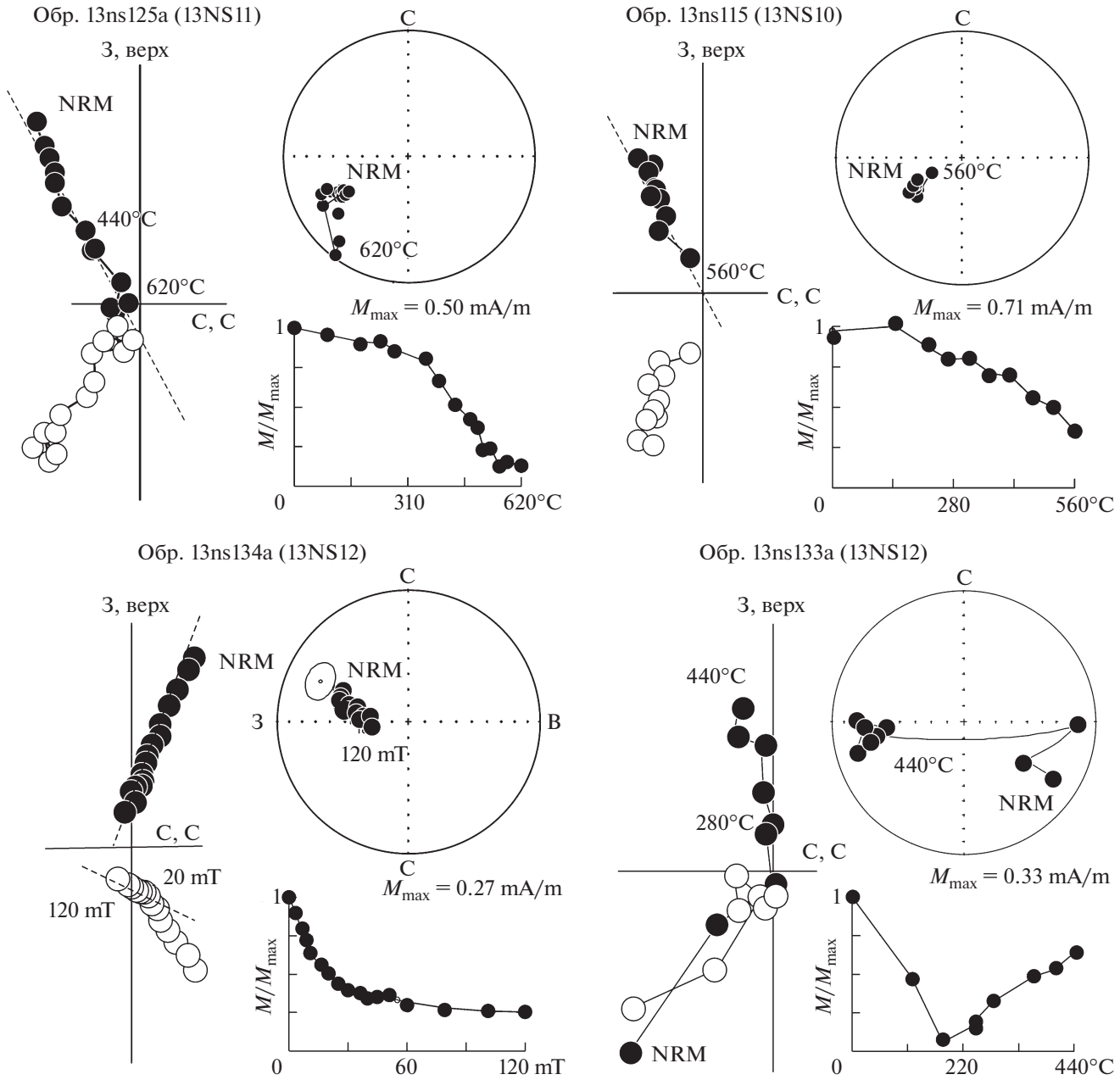


**Рис. 2.** Типичные ортогональные диаграммы (в древних координатах), стереограммы и соответствующие им графики изменения величины намагниченности по результатам ступенчатого размагничивания образцов кембрийских сланцево-песчаниковой толщи (сверху) и колчакской свиты (снизу) о. Беннетта.

котитанистым титаномагнетитом. Установленные направления имеют кучное распределение, однако слабое различие в залегании толщи и, как следствие, неопределенный тест складки, не позволяют подтвердить первичную природу намагниченности. В то же время прямые доказательства перемагничивания также отсутствуют, а рассчитанный палеомагнитный полюс согласуется с данными по о. Генриетты (табл. 1).

Результаты палеомагнитного изучения ордовикской (465 млн лет) части разреза о. Беннетта описаны в [10].

Весь объем полученных по островам Де-Лонга данных (табл. 1) согласуется с результатами наших исследований ордовика и силура о. Котельный и подтверждает вывод о тектоническом единстве этих территорий в составе Новосибирского террейна [2, 10, 11]. Кембрийские полюсы

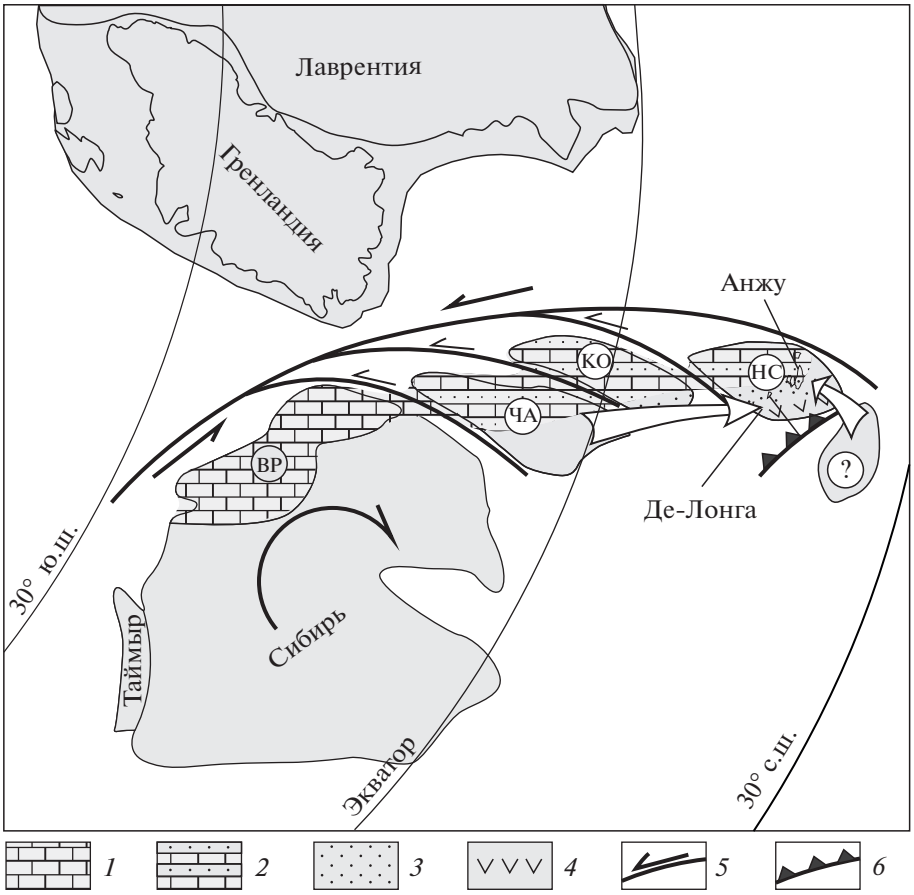


**Рис. 3.** Принципиальная палеотектоническая схема Верхояно-Чукотско-Новосибирской окраины Сибирского палеоконтинента на кембрий. *1–3* – бассейны седиментации: *1* –преимущественно карбонатные, *2* – карбонатно-терригенные, *3* – преимущественно терригенные, *4* – с активным вулканизмом, *5* – трансформно-сдвиговые зоны с указанием направления сдвига, *6* – зона субдукции. Основные структурные элементы Сибири: ВР – Верхоянский и Арктиды: ЧА – Чукотско-Аляскинский, КО – Колымо-Омолонский, НС – Новосибирский; стрелками обозначен предполагаемый снос детритовых цирконов, пояснения в тексте.

достраивают, в целом, плавный тренд кажущегося движения (ТКДП) в сторону экватора (рис. 1). Индивидуально обособленная форма ТКДП свидетельствует о наличии тектонически активных границ между Новосибирским террейном и наиболее вероятными континентальными соседями: Сибирью, Балтикой и Лаврентией. При этом, в зависимости от истинной полярности установленных палеомагнитных направлений, возможны два варианта интерпретации палеогеографического положения соответственно в южном или северном полушариях [11].

Вариант южного расположения Новосибирского террейна предполагает его близость современной северной окраине Балтики. В пользу этого приводятся данные о возрасте детритовых цирконов, их распределение в палеозойских осадках соответствует мезопротерозойским и поздненеопротерозойским источникам, следы которых легко отыскать в пределах Тиманского орогена [8]. Однако этот вариант предполагает сложную реконфигурацию континентальных масс при перемещении к современному положению на северо-востоке Сибири, реализация которых сомнительная [11].

В пользу расположения Новосибирского террейна в северном полушарии, вблизи Сибирского палеоконтинента свидетельствуют результаты палеобиогеографического анализа. Изучение бентосных и планктонных групп фауны, сопоставление ареалов их обитания и биофаций указывают, что до девонского времени территория Новосибирского архипелага, террейны Колымо-Омолонской группы, а также Чукотско-Аляскинский могли составлять части общего с Верхоянской окраиной Сибири эпиконтинентального бассейна, при этом близость Лаврентийской окраины стала причиной смешанной фаунистической характеристики ряда разрезов [12]. Наша интерпретация отличается от этих построений тем, что предполагает наличие не пассивной, а преобладающей трансформной обста-

новки в пределах палеобассейна (рис. 3). Ее зарождение обусловлено преобладающей вращательной кинематикой Сибирской плиты, фиксируемой многочисленными палеомагнитными данными [13]. Наиболее удаленные от центра вращения фрагменты Де-Лонга, Анжу и Колымо-Омолонской группы испытывали максимальные сдвиговые перемещения, опережая Чукотско-Аляскинский фрагмент, расположенный ближе к Сибири. Это полностью согласуется с авторскими глобальными геотектоническими моделями, в которых вращение Сибирского кратона и его косое взаимодействие с окружающими океанскими литосферными плитами обеспечиваются наличием на континентальных окраинах протяженных трансформных систем левосторонней кинематики [2, 13].

Поступление не характерных для Сибири детритовых цирконов [8] преимущественно мезопротерозойского возраста в рамках наших построений мы ожидаем из приподнятой части Чукотско-Аляскинского фрагмента [14] (рис. 3). Питающей провинцией бассейна Де-Лонга в кембрии также могли быть пространства прилегающих островов Анжу и сходные по геологическому строению террейны Колымо-Омолонской группы, включая Приколымский, Омолонский, Омулевский и другие ныне разобщенные и расположенные вдоль Полоусненско-Колымской сутуры (Колымская структурная петля по [1]) [10]. Основной источник неопротерозойских цирконов мы ожидаем со стороны аккреционных структур активной окраины Де-Лонга (рис. 3). Эдиакарский этап субдукционного магматизма, фиксируемый $^{40}Ar/^{39}Ar$-геохронологией [5, 7], вероятно, закончился аккреционным событием и формированием орогена. Реликты этой структуры достоверно неизвестны, тем не менее одним из главных претендентов является юг хребта Менделеева.

Источником также могли быть отдельные поднятия Чукотско-Аляскинского элемента, подробно описанные на о. Врангеля [14]. Впоследствии питающие провинции могли измениться. Нарушение реконструированной трансформной системы, ее окончательное дробление на террейны, разделенные океанским бассейном, произошло в девоне [1, 12]. Признаки рифтогенеза в этом интервале известны и на востоке Сибирской платформы, и в обрамлении. В итоге к концу мезозоя Чукотско-Аляскинский террейн оказался в составе Канадской окраины Лаврентии, а Новосибирский, включая аккреционные структуры Де-Лонга, также как террейны Колымо-Омолонской группы – перераспределены вдоль Таймыро-Верхоянской окраины. В результате закрытия разделявшего их океанического бассейна и последующей коллизии в мелу произошло формирование Полоусненско-Колымской, а затем и Южно-Анюйской сутур. Причем палеомагнитные данные, фиксирующие прогрессирующее во времени перемагничивание на юго-западной периферии Новосибирского архипелага, предполагают уже обратную кинематику перемещений с вращением террейна против часовой стрелки, что подтверждает правдоподобность ротационной модели раскрытия Амеразийской котловины Северного Ледовитого океана [15].

## ИСТОЧНИК ФИНАНСИРОВАНИЯ

Работа выполнена при поддержке РНФ (проект № 19–17–00091) и РФФИ (проекты №№ 18–05–70035, 18–05–00234, 20–05–00360).

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Зоненшайн Л.П., Кузьмин М.И., Натапов Л.М.* Тектоника литосферных плит территории СССР. М: Недра, 1990. Т. 2. 334 с.
2. *Metelkin D.V., Vernikovsky V.A., Matushkin N.Yu.* // Precambrian Research. 2015. V. 259. P. 114–129.
3. *Матушкин Н.Ю., Метелкин Д.В., Верниковский В.А. и др.* // ДАН. 2016. Т. 467. № 1. С. 61–66.
4. *Верниковский В.А., Морозов А.Ф., Петров О.В. и др.* // ДАН. 2014. Т. 454. № 4. С. 431–435.
5. *Кораго Е.А., Верниковский В.А., Соболев Н.Н. и др.* // ДАН. 2014. Т. 457. № 3. С. 315–322.
6. *Чернова А.И., Метелкин Д.В., Матушкин Н.Ю. и др.* // ДАН. 2017. Т. 475. № 4. С. 423–427.
7. *Чернова А.И., Метелкин Д.В., Матушкин Н.Ю. и др.* // Геология и геофизика. 2017. Т. 58. № 9. С. 1261–1280.
8. *Ershova V.B., Lorenz H., Prokopiev A.V., et al.* // Gondwana Research. 2016. V. 35. P. 305–322.
9. *Данукалова М.К., Кузьмичев А.Б., Коровников И.В.* // Стратиграфия. Геологическая корреляция. 2014. Т. 22. № 4. С. 3–28.
10. *Metelkin D.V., Vernikovsky V.A., Tolmacheva T.Yu., et al.* // Gondwana Research. 2016. V. 37. P. 308–323.
11. *Метелкин Д.В., Чернова А.И., Верниковский В.А., Матушкин Н.Ю.* // ДАН. 2017. Т. 477. № 3. С. 316–320.
12. *Каныгин А.В., Гонта Т.В., Тимохин А.В.* // Геология и геофизика. 2020. Т. 61. № 4. С. 447–467.
13. *Метелкин Д.В., Верниковский В.А., Казанский А.Ю.* // Геология и геофизика. 2012. Т. 53. № 7. С. 883–899.
14. *Соколов С.Д., Тучкова М.И., Моисеев А.В. и др.* // Геотектоника. 2017. № 1. С. 3–18.
15. *Чернова А.И., Метелкин Д.В., Верниковский В.А., Матушкин Н.Ю.* // ДАН. 2018. V. 481. № 1. С. 61–66.

# PALEOZOIC TECTONICS AND GEODYNAMICS OF THE DE LONG ISLANDS AND RELATED VERKHOYANSK-CHUKOTKA STRUCTURES

**D. V. Metelkin[a,b,#], A. I. Chernova[b], N. Yu. Matushkin[b,a], and Academician of the RAS V. A. Vernikovsky[b,a]**

[a] *Novosibirsk State University, Novosibirsk, Russian Federation*

[b] *Trofimuk Institute of Petroleum Geology and Geophysics, Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences, Novosibirsk, Russian Federation*

[#] *E-mail: metelkindv@ipgg.sbras.ru*

The final results of the paleomagnetic study of the Paleozoic rocks of the Henrietta, Jeannette and Bennett islands and their significance for tectonic reconstructions are presented. These results are used to discuss possible relationships between the De Long sedimentary basin in the Cambrian and the Verkhoyansk margin of Siberia, the terranes of the Kolyma-Omolon group, the Chukotka-Alaska microcontinent, as well as the structures of the submerged Mendeleev Ridge. A new tectonic model is proposed in which De Long structures constitute the frontal most part of a large transform system that existed on the periphery of the Siberian paleocontinent.

*Keywords:* paleomagnetism, paleotectonic reconstructions, Arctic, New Siberian Islands, Arctida, De Long archipelago