

УДК 550.384:551.215

## ПАЛЕОМАГНЕТИЗМ СРЕДНЕПАЛЕОЗОЙСКИХ БАЗИТОВ ЮГО-ВОСТОЧНОГО БОРТА ВИЛЮЙСКОГО ПАЛЕОРИФТА

К. М. Константинов<sup>1,2,\*</sup>, М. Д. Томшин<sup>3</sup>, И. К. Константинов<sup>2</sup>, А. А. Яковлев<sup>1</sup>

Представлено академиком РАН М.И. Кузьминым 03.05.2017 г.

Поступило 15.05.2017 г.

Формирование восточной границы Сибирского кратона связано с рифтогенными процессами, расколовшими континент в конце среднего палеозоя. Палеомагнитные данные, полученные по среднепалеозойским кимберлитам и базитам из зоны динамического влияния Вилюйского палеорифта, указывают на разворот Алданского террейна относительно Ангара-Анабарского по часовой стрелке в постпозднедевонское время. Угол разворота террейнов постепенно увеличивается в восточном направлении и достигает 22° для восточного фланга Чаро-Синского дайкового пояса.

**Ключевые слова:** Сибирский кратон, Вилюйско-Мархинский дайковый пояс, Контайско-Джербинский дайковый пояс, Чаро-Синский дайковый пояс, средний палеозой, кимберлиты, базиты, палеомагнетизм.

**DOI:** <https://doi.org/10.31857/S0869-56524865607-612>

Отчасти минерагения Восточной Сибири определялась воздействием на неё литосферу Африканского суперплюма, над которым она проходила в палеозойское время [1]. Однако эта геодинамическая модель нуждается в существенном уточнении, поскольку характер движения и облик Сибирского кратона могли меняться во времени [2]. Решение этой проблемы видится в получении надёжных палеомагнитных данных по синхронным геологическим образованиям из разных геоблоков, составляющих Сибирский кратон. К таким объектам относятся среднепалеозойские базиты, развитые вдоль рифтовых структур на востоке Сибирской платформы. В то время геодинамическая обстановка магматизма и рифтогенеза в восточной части Сибири определялась плюм-литосферным взаимодействием [3]. Эпицентр среднепалеозойского Якутского плюма располагался в районе, перекрытом в настоящее время структурами Верхоянского складчато-надвигового пояса (рис. 1). В результате плюм-

литосферных событий над эпицентром плюма формируется трёхлучевая система среднепалеозойских рифтов: Верхоянского, Вилюйского и Сете-Дабанского.

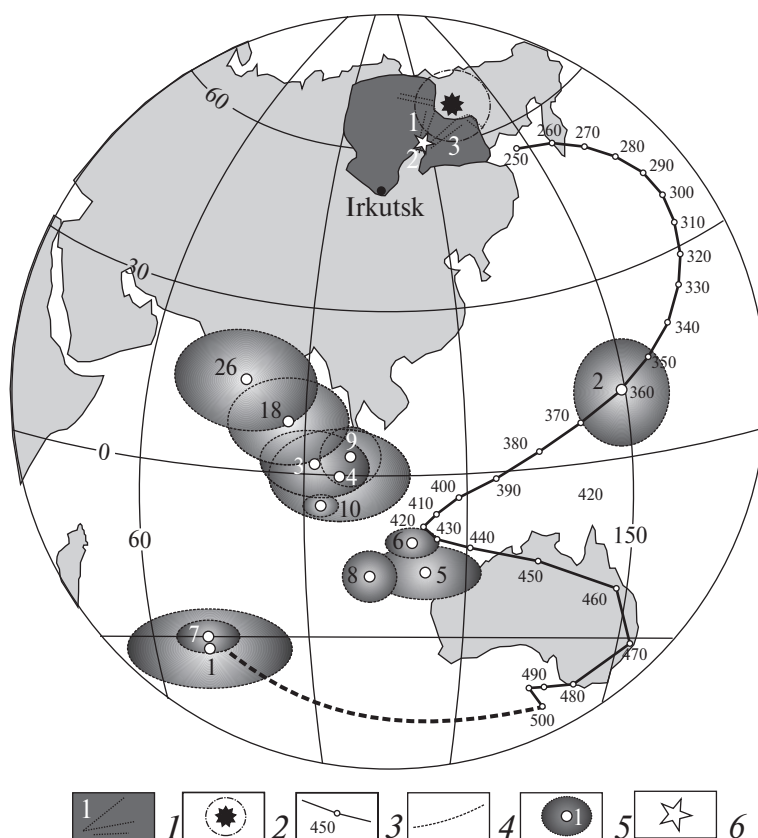
Наиболее крупной (в современном срезе) ветвью трёхлучевой системы является Вилюйский палеорифт, расположенный в теле Сибирского кратона между его Ангара-Анабарским и Алданским раннедокембрийскими гранулитогнейсовыми террейнами [2]. Он относится к кировскому типу авлакогенов, характеризующихся полициклическим развитием структур (позднедокембрийский и фанерозойский этапы) и выраженным ростом внутреннего поднятия (главной инверсией) в позднем цикле: средний девон — ранний карбон. Протяжённость рифта около 800 км при максимальной ширине 450 км на северо-востоке. По его бортам и в центриклинальном замыкании формировались дайковые пояса базитов: Вилюйско-Мархинский (ВМДП), Контайско-Джербинский (КДДП) и Чаро-Синский (ЧСДП). В обрамлении структуры в карбонатно-глинистых отложениях кембрия — силура масштабно проявлена силловая составляющая базитового магматизма. Мощность отдельных интрузий достигает нескольких сотен метров, а протяжённость — десятки км. В наиболее прогнутых частях палеорифтовой долины (Ыгыаттинская и Кемпендяйская впадины) накапливались вулканогенно-осадочные образования, мощность которых в отдельных слу-

<sup>1</sup>Научно-исследовательское геологоразведочное предприятие акционерной компании «Алмазы России-Саха», Мирный

<sup>2</sup>Институт земной коры Сибирского отделения Российской Академии наук, Иркутск

<sup>3</sup>Институт геологии алмаза и благородных металлов Сибирского отделения Российской Академии наук, Якутск

\*E-mail: [KonstantinovKM@alrosa.ru](mailto:KonstantinovKM@alrosa.ru)



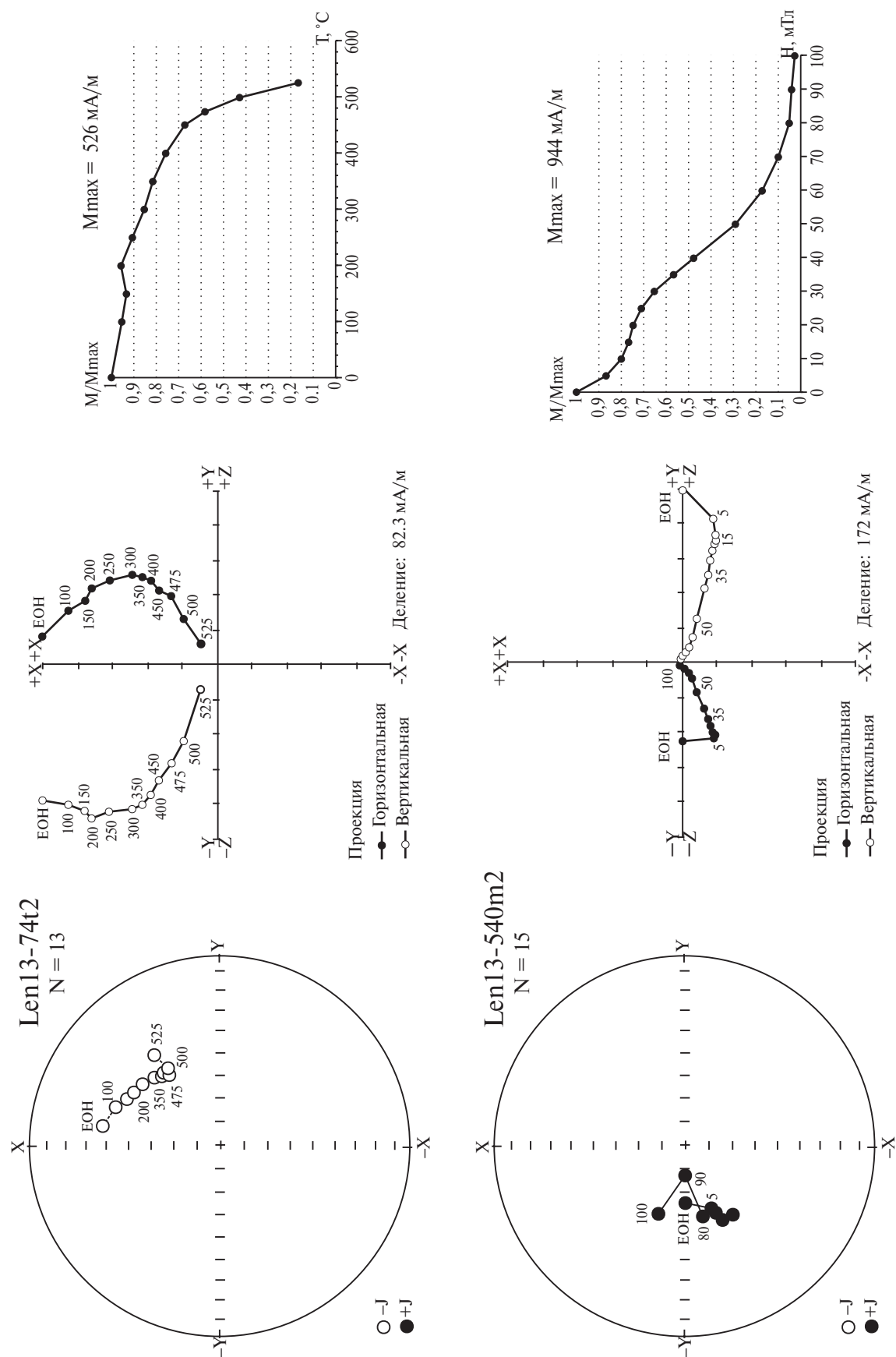
**Рис. 1.** Распределение палеомагнитных полюсов зоны динамического влияния Вилуйской палеорифтовой системы. 1 — дайковые пояса (1 — Вилуйско-Мархинский, 2 — Контайско-Джербенский, 3 — Чаро-Синский); 2 — центр (звёздочка) и граница (круг) Якутского плюма [3]; 3 — траектория кажущейся миграции полюса Сибирской платформы по [10], цифры — геологический возраст в млн лет; 4 — предполагаемая экстраполяция венд-раннекембрийского интервала траектории кажущейся миграции полюса; 5 — палеомагнитные полюсы (номера согласно таблице); 6 — эйлеров полюс вращения [4].

чаях достигала 6 км. С базитами ВМДП и ЧСДП парастрерически связаны тела кимберлитов.

Проведённый ранее анализ палеомагнитных данных [4] по разным геологическим образованиям Сибирской платформы позволил авторам цитируемой работы предположить, что раскрытие рифтовой структуры связано с разворотом Алданского террейна относительно Ангара-Анабарского на угол примерно  $20^\circ$  по часовой стрелке. Предполагается, что начало этого разворота приходится на постсреднеордовикское время, а эйлеровый полюс располагается на юго-западе палеорифта в районе Сунтарского поднятия:  $\varphi \sim 62^\circ$  с.ш. и  $\lambda \sim 117^\circ$  в.д. (рис. 1). В то же время накопленная за последнее время информация, в том числе полученные нами возрастные [5] и палеомагнитные [6–9] данные по среднепалеозойским кимберлитам и базитам из зоны динамического влияния Вилуйского палеорифта, позволила более корректно говорить о времени начала этих событий и его масштабности. Рассмотрению данных вопросов и посвящена настоящая работа.

Исторически сложилось так, что траектория кажущейся миграции полюса Сибирского кратона [10] в основном разработана по объектам Ангара-Анабарского террейна (рис. 1). Кроме того, палеомагнитные полюсы среднего палеозоя по кимберлитам накынского ( $\text{tPZ}_{2nk}$ ) № 6 и далдыно-алакитского ( $\text{tPZ}_{2da}$ ) № 2 интрузивных комплексов, долеритам вилуйско-мархинского ( $\text{BPZ}_{2vm}$ ) № 2, 5 интрузивного комплекса, базальтам аппайнской ( $D_3ap$ , фран) № 3 и эмяксинской ( $D_3-C_1em$ , фамен-турне) № 2 свит ВМДП также относятся к этому геоблоку. На этом основании при геодинамической интерпретации палеомагнитных данных предлагается полученные сайты рассматривать в качестве реперных. В отличие от ВМДП, базиты КДДП и ЧСДП Алданского террейна в палеомагнитном отношении до сих пор оставались неизученными.

Настоящие исследования проведены к юго-востоку от реперных объектов, вниз по течению р. Лена от г. Ленска, а также по её притокам Бол. Патом, Олекма, Синяя и др. Образцы отбирались в совре-



**Рис. 2.** Результаты размагничивания образцов температурой и переменным магнитным полем (Len13-74t2 — долерит, обн. 6, Джербинский силл; Len13-540m2 — долерит, обн. 40, Туолбинская дайка; Len13-601t1 — долерит, обн. 42, Устьинская дайка; Len13-576t2 — алевропесчанник нохуйской свиты венда из зоны «обжиг», обн. 41). Цифры — значения температуры или переменного магнитного поля.

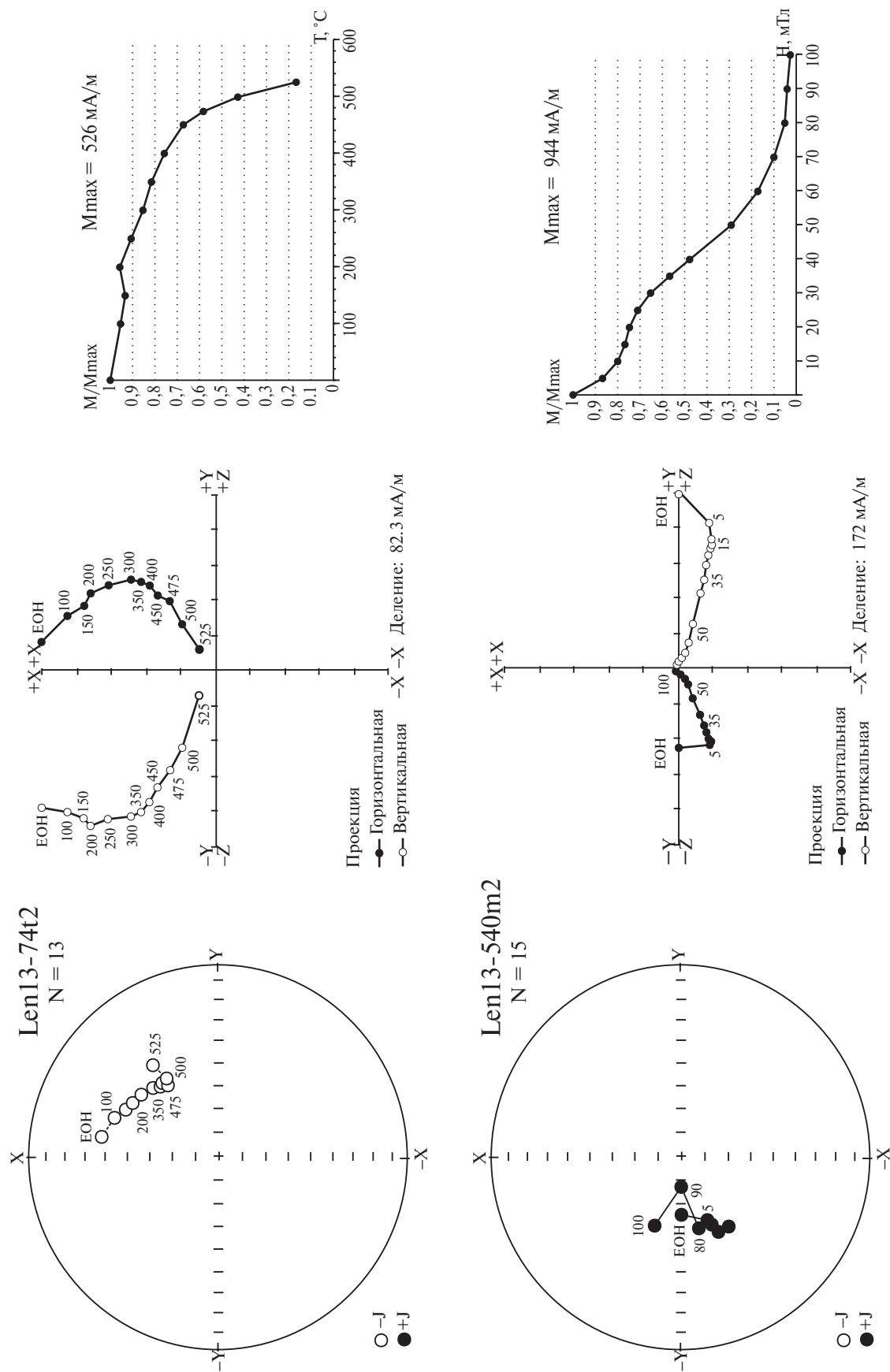


Рис. 2. Результаты размагничивания образцов температурой и переменным магнитным полем (Len13-74t2 — долерит, обн. 6, Джербинский силл; Len13-540m2 — долерит, обн. 40, Туолбинская дайка; Len13-601t1 — долерит, обн. 42, Устьинская дайка; Len13-576t2 — алевропесчаник нохуйской свиты венда из зоны “обжиг”, обн. 41). Цифры — значения температуры или переменного магнитного поля.

менной (географической) системе координат. В пределах КДДП опробовались силлы долеритов жаровского интрузивного комплекса ( $v\text{PZ}_{2gr}$ ) Тогус-Дабаанской мульды. Поэтому при пересчёте современных направлений векторов характеристической естественной остаточной намагниченности (ЕОН) в древнюю (стратиграфическую) систему использовались элементы залегания силлов, указанные на геологической карте и собственные наблюдения. В пределах ЧСДП изученные дайки долеритов чаросинского интрузивного комплекса ( $v\beta\text{PZ}_{2cs}$ ) прорывают горизонтально залегающие терригенно-осадочные образования венд-раннепалеозойского чехла платформы. В этом случае тектоническая поправка в векторы ЕОН не вводилась.

Примеры лабораторных пошаговых размагничиваний образцов температурой и переменным магнитным полем показаны на рис. 2. По результатам компонентного анализа практически на всех объектах установлены векторы характеристической ЕОН.

Первичная природа векторов характеристической ЕОН силлов долеритов КДДП доказывается положительным тестом “складки” — кучность в древней системе координат большим, чем в современной:  $k_d = 52,4 > k_c = 17,0$ . Причём кучность  $k_d$  достигается без учёта поправок на наклоны шарниров складок, что указывает на формирование Тогус-Дабаанской мульды вследствие одноактного сжатия [11]. Тест “обращения” тоже положительный — отношение угла антиподных кластеров векторов характеристической ЕОН меньше критического:  $\gamma = 6,2 < \gamma_c = 18,3$ . По силам рассчитан палеомагнитный полюс № 18, который согласуется с полюсами № 3, 4, 9 и 10 [7, 8, 14] в пределах доверительных интервалов (рис. 1). Обращает внимание, что полюс нохтуйской свиты венда № 7 Тогус-Дабаанской мульды [12] совпадает с вендским полюсом № 1 хужирской свиты Иркутского амфитеатра [13], а позднесилурийский полюс лудловского яруса  $S_2\text{lud}$  р. Нюя № 8 [14] — с полюсами дотрубочных даек долеритов № 5 [8] и кимберлитов трубки Нюрбинская № 6 [9] р. Марха. Всё это говорит о том, что после внедрения базитов эта территория Вилюйского палеорифта практически не испытала существенного разворота относительно Ангара-Анабарского террейна, как рассматривалось ранее [14].

Иное дело обстоит с палеомагнитными полюсами объектов, относящихся к восточному флангу ЧСДП. Опробованные дайки № 19, 21–23 имеют в основном обратную полярность векторов характеристической

ЕОН и только одна № 24 на р. Туолба — прямую. В данной ситуации тест “обращения” оказался неопределённым. С другой стороны векторы характеристической ЕОН алевропесчаников нохтуйской свиты венда из зоны ближнего обжига № 20 тождественны палеомагнитным направлениям прорывающих их даек № 19, 21–24, но отличаются от таковых реперных образований венда по хужирской (№ 1) [13] и нохтуйской (№ 7) [12] свит. В Туолбинской дайке векторы характеристической ЕОН долеритов № 24 и захваченного ею ксеноблока гранито-гнейсов № 25 также идентичны. Эти данные следует рассматривать в качестве положительного теста “обжига”, подтверждающего первичную природу рассматриваемых векторов характеристической ЕОН. Рассчитанный по ним полюс № 26 значимо отстоит к северо-западу от реперных № 3, 4, 9 и 10 [7, 8, 14] (рис. 1). Таким образом, по результатам палеомагнитных исследований объектов восточного фланга ЧСДП можно уверенно говорить, что в конце позднего девона эта территория Алданского террейна испытала вращение по часовой стрелке на угол примерно  $22^\circ$ .

Формирование восточной границы Сибирского кратона связано с раскрытием в конце позднего девона Вилюйского палеорифта в результате развития Якутского плюма. Это событие отразилось в постепенном развороте Алданского террейна относительно Ангара-Анабарского до угла  $22^\circ$  по часовой стрелке. По палеомагнитным данным [12] верхняя возрастная граница трансформации террейнов оценивается около 320 млн лет. Эти важные нюансы необходимо учитывать при построении сводной траектории миграции палеомагнитного полюса Сибирского кратона. Кроме того, палеомагнитные данные могут способствовать повышению точности геологических прогнозов и поисков тех или иных месторождений полезных ископаемых (алмазов, редкоземельных элементов, тантала, ниобия, меди, молибдена, платины и пр.), связанных с проявлением внутриплитового магматизма на территории Восточной Сибири [15].

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Kuzmin M.I., Yarmolyuk V.V., Kravchinsky V.A. // *Earth-Science Rev.* 2010. V. 102. P. 29–59.
2. Зоненшайн Л.П., Кузьмин М.И., Натанов Л.М. Тектоника литосферных плит территории СССР: М.: Недра, 1990. Кн. 1. 328 с.
3. Ernst R.E., Buchan K.L. // *Geol. Soc. Amer. Spec. Pap.* 2001. V. 352. P. 247–266.



4. Pavlov V., Bachtadse V., Mikhailov V. // *Earth and Planet. Sci. Lett.* 2008. V. 276. № 3/4. P. 229–242.
5. Томишин М.Д., Константинов К.М., Прокопьев А.В. В сб.: Геодинамическая эволюция литосферы Центрально-Азиатского подвижного пояса (от океана к континенту). Иркутск: ИЗК СО РАН, 2016. В. 14. С. 277–279.
6. Kravchinsky V.A., Konstantinov K.M., Courtillot V. et al. // *Geophys. J. Int.* 2002. 48. P. 1–33.
7. Константинов К.М., Томишин М.Д., Ибрагимов Ш.З. и др. // *Геодинамика и тектонофизика.* 2016. Т. 7. № 4. С. 593–623.
8. Константинов К.М., Ибрагимов Ш.З., Константинов И.К. и др. // *Наука и образование.* 2016. № 1. (81). С. 13–20.
9. Яковлев А.А., Константинов К.М., Ибрагимов Ш.З. и др. // *Наука и образование.* 2016. № 4 (84). С. 15–25.
10. Torsvik T.H., Van der Voo R., Preeden U. et al. // *Earth-Sci. Rev.* 2012. V. 114. P. 325–368.
11. Константинов К.М. // *Геофизика.* 2005. № 6. С. 60–65.
12. Константинов К.М. Динамическая физико-геологическая модель Байкальской складчатой области по палеомагнитным данным. Автореф. канд. дис., Иркутск, 1998. 18 с.
13. Kravchinsky V.A., Konstantinov K.M., Cogne J.-P. // *Precamb. Res.* 2001. P. 61–92.
14. Powerman V., Shatsillo A., Coe R. et al. // *Geophys. J. Int.* 2013. V. 194: 1412–1440.
15. Кузьмин М.И., Ярмолюк В.В. // *Геология и геофизика,* 2014. Т. 55. № 2. С. 153–184.

## PALEOMAGNETISM OF MIDDLE PALEOZOIC BAZITES SOUTHEAST BOARD OF THE VILYUI PALEORIFT

K. M. Konstantinov<sup>1,2</sup>, M. D. Tomshin<sup>3</sup>, I. K. Konstantinov<sup>2</sup>, A. A. Yakovlev<sup>1</sup>

<sup>1</sup>ALROSA Public Joint Stock Company, Mirny, Russian Federation

<sup>2</sup>Institute of the Earth's Crust of the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences, Irkutsk, Russian Federation

<sup>3</sup>Diamond and Precious Metal Geology Institute of Siberian Branch Russian Academy of Sciences, Yakutsk, Russian Federation

Presented by Academician of the RAS M.I. Kuz'min May 03, 2017

Received May 15, 2017

Formation of eastern frontier of the Siberian craton is bound to the riftogeny processes which split the continent at the end of the Middle Paleozoic. The paleomagnetic data obtained on middle Paleozoic kimberlites and bazites from a zone of dynamic influence of the Vilyui paleorift indicate a turn of the Aldan terreyne rather Angaro-Anabar clockwise in the post-late Devonian time. The corner of a turn of terreyne gradually increases in east direction and reaches 22° for east flank of the Charo-Sinsk dyke belt.

**Keywords:** Siberian craton, Vilyui-Markha dyke belt, Kontai-Dzherba dyke belt, Charo-Sinsk dyke belt, Middle Paleozoic, kimberlites, bazites, paleomagnetism.