

УДК 550.384.5 (550.93)

## ВОЗРАСТ, СОСТАВ И ПАЛЕОМАГНЕТИЗМ ДОЛЕРИТ-ГАББРОДОЛЕРИТОВЫХ ИНТРУЗИЙ ЗАПАДНОГО СКЛОНА АНАБАРСКОГО МАССИВА: К ВОПРОСУ О ВЫДЕЛЕНИИ В РЕГИОНЕ ВЕНДСКОГО ЭТАПА МАГМАТИЗМА

© 2024 г. А. М. Пасенко<sup>1,\*</sup>, С. В. Мальшев<sup>2</sup>, А. А. Пазухина<sup>1,2</sup>,  
А. Д. Савельев<sup>2,3</sup>, Г. В. Липенков<sup>3</sup>, К. Р. Чемберлен<sup>4</sup>

Представлено академиком РАН В. В. Ярмолюком 14.09.2023 г.

Поступило 14.09.2023 г.

После доработки 16.10.2023 г.

Принято к публикации 17.10.2023 г.

По результатам геологической съемки на территории западного склона Анабарского массива в среднем течении р. Котуй был выделен котуйский интрузивный комплекс, представленный долерит-габбродолеритовыми силлами и дайками вендского (?) возраста. Ряд пластовых тел, относимых к нему, характеризуется мощностями 30–80 м, а секущие тела часто имеют длину в первые десятки км. Площадь распространения комплекса составляет первые сотни км<sup>2</sup>. В то же время геодинамические причины проявления подобного обширного интрузивного магматизма на севере Сибири в вендском периоде не ясны. Мы представляем новые геохронологические, геохимические и палеомагнитные данные, указывающие на то, что по крайней мере часть крупных пластовых интрузий, обнажающихся в среднем течении р. Котуй, следует относить к гораздо более древнему кенгединскому магматическому комплексу с возрастом около 1500 млн лет (Куонамская крупная магматическая провинция). В этом свете встает вопрос о корректности выделения на западном склоне Анабарского массива этапа интрузивного магматизма вендского возраста.

**Ключевые слова:** котуйский комплекс, венд, Анабарский массив, Котуй, Сибирская платформа  
**DOI:** 10.31857/S2686739724020033

### ВВЕДЕНИЕ

На текущий момент наши знания об эволюции Сибирской платформы в позднем докембрии – раннем палеозое носят фрагментарный характер. Известно, что в раннем неопротерозое в процессе распада суперконтинента Родиния Сибирский кратон отделился от граничащих с ним континентальных блоков и в дальнейшем располагался в тропических широтах южного полушария [1]. В течение криогения–эдиакария со стороны современной северной окраины Сибирской платформы развивался Таймырский

ороген [2]. Непосредственно на перикратонной части северной Сибири после существенного перерыва в осадконакоплении, длившегося с мезопротерозоя по эдиакарий (~1400 – ~560 млн лет), сформировался единый крупный осадочный бассейн [3], который продолжал свое развитие и в палеозое. Таким образом, после завершения формирования Таймырского орогена, последний этап которого ознаменовался гранитоидным магматизмом (~570 млн лет) [2], на северной части Сибирского кратона начала формироваться пассивная окраина.

В данном контексте выделение достаточно крупного магматического комплекса основного состава эдиакарского возраста (котуйский комплекс, ~560 млн лет) [4] на западном склоне Анабарского массива является знаковым событием, поскольку в целом достоверной информации о проявлениях вендского базитового магматизма на территории Сибирской платформы, подкрепленной U–Pb-изотопными датировками, практически нет. Из эдиакарских базитовых пород

<sup>1</sup>Институт физики Земли им. О. Ю. Шмидта, Российская Академия наук, Москва, Россия

<sup>2</sup>Санкт-Петербургский государственный университет, Санкт-Петербург, Россия

<sup>3</sup>Всероссийский научно-исследовательский геологический институт им. А. П. Карпинского, Санкт-Петербург, Россия

<sup>4</sup>Университет Вайоминга, 1000 Е. Юниверсити-авеню, отделение 3006, Ларами, WY82071, США

\*E-mail: a.m.pasenko@iperas.ru

можно отметить лишь венд-раннекембрийский бимодальный магматический комплекс, распространенный в северо-восточной части платформы и представленный дайками, небольшими базальтовыми покровами, эруптивными телами и риолитами с возрастом 546–525 млн лет [5].

Таким образом, котуйский магматический комплекс представляет собой уникальный объект для Сибирской платформы, поскольку его существование требует серьезного пересмотра наших представлений об обстановках пассивной окраины на севере платформы ~560 млн лет назад.

## ОБЪЕКТ ИССЛЕДОВАНИЙ

Котуйский магматический комплекс распространен на западном и северо-западном склоне Анабарского массива севера Сибирской платформы [4]. Породы комплекса слагают, как правило, пологосекущие пластовые тела площадью до нескольких десятков – первых сотен км<sup>2</sup> и мощностью до нескольких десятков метров, а также ограниченно-распространенные дайки север-северо-восточного простирания. Интрузивные тела прорывают, как правило, отложения рифея, и лишь единичные силлы залегают в межформационной плоскости отложений юсмастакской свиты рифея и старореченской свиты венда (рис. 1) [4]. Один из таких силлов [6], залегающий в породах юсмастакской свиты и с холодным контактом перекрытый карбонатами старореченской, был также опробован нами. Авторы геологической карты в качестве аргументации именно вендского возраста комплекса пишут о “наблюдаемых интрузивных контактах отдельных тел комплекса с отложениями старореченской свиты” [4], в то время как описанный выше холодный эрозионный контакт кровли силла с породами венда указывает, наоборот, на достарореченский возраст интрузий.

Породы, слагающие котуйский комплекс, определяются как долериты или габбро-долериты нормального щелочного ряда, обедненные щелочами и обогащенные кремнеземом [7]. Их возраст ограничен изотопными датировками, которые в основной массе получены К–Аг-методом по валу и демонстрируют возрасты 587±30, 639±30, 748±35, 805±40, 870±45, 883±45, 1007±50 млн лет. Сами авторы отчета [7] утверждают, что К–Аг-датировки могут быть сильно омоложены, а наименее подверженный вторичным изменениям образец породы демонстрирует наиболее древний возраст.

В более поздних интерпретациях, однако, принимается возраст пород комплекса все же между 587 и 639 млн лет [4], что подкрепляется датировкой 556±28 млн лет (Sm–Nd, изохрона Pl–Ol–Срх–WR), полученной по дайке в междуречье рек Вюрбю и Котуйкан.

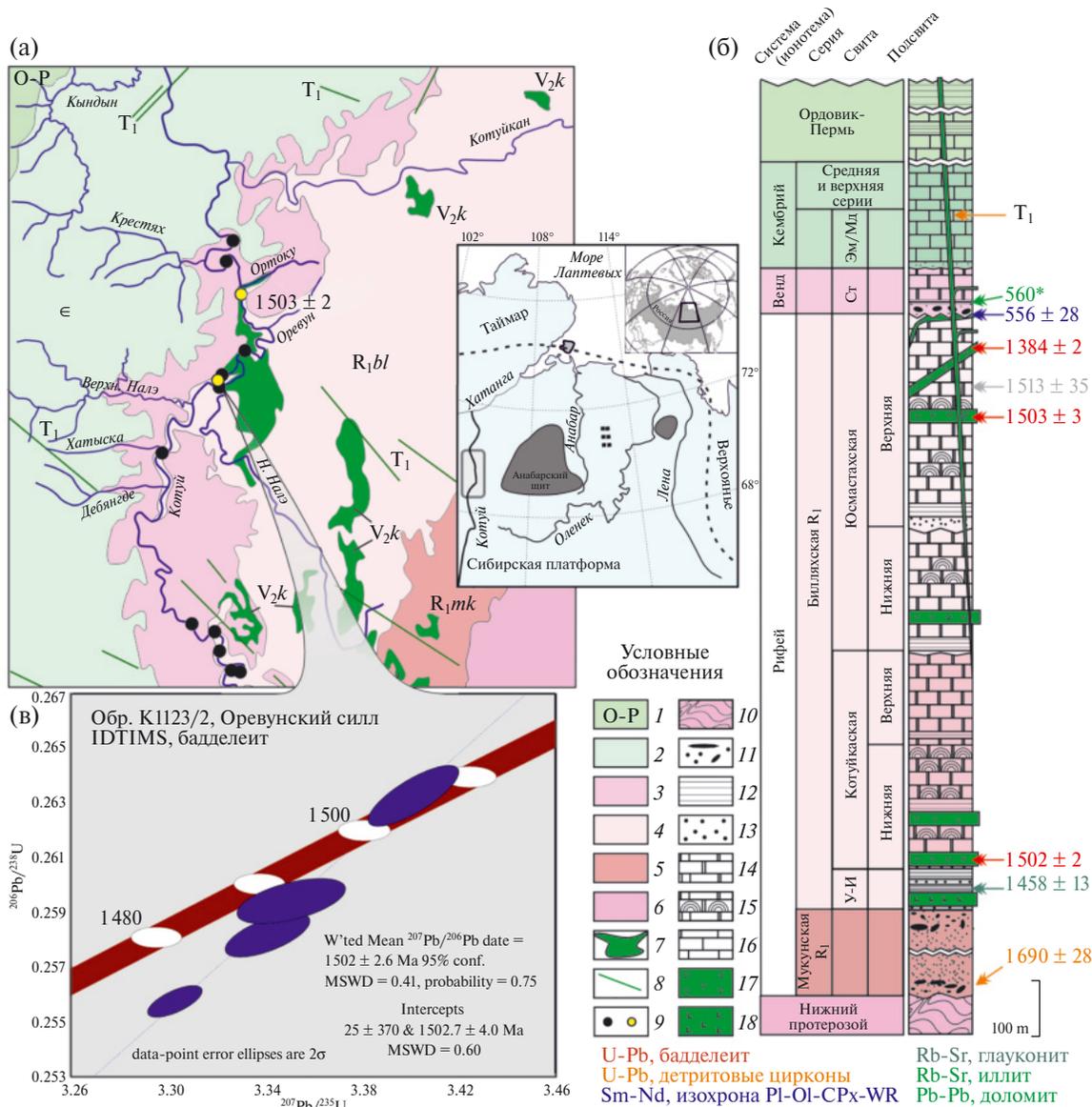
Для типовой интрузии комплекса – Оревунского силла уже после публикации геологической карты [4] было получено U–Pb-определение возраста по бадделейту 1503±2 млн лет [8]. Для схожих по составу пластовых тел р. Котуйкан известен еще ряд U–Pb-определений возраста в интервале 1490–1503 млн лет [8]. На территории Анабарского массива интрузивные тела с подобными возрастными относятся к кенгединскому комплексу [4], в международном сообществе известном как Куонамская крупная магматической провинции (КМП) [8].

В целом породы котуйского комплекса характеризуются выдержанными геохимическими и петрографическими характеристиками, однако известные для них возрастными ограничения прямо противоречат друг другу.

## МЕТОДЫ

Авторами статьи во время работ на р. Котуй были отобраны образцы из 15 удаленных сайтов (обнажений) девяти силлов, относящихся к котуйскому комплексу, и четырех даек триасового возраста (рис. 1 а, б). Наиболее изученной интрузией комплекса считается Оревунский силл, обнажающийся по течению р. Котуй от р. Хатыска до р. Ортоку (рис. 1). Поскольку нельзя исключать вероятность того, что это тело может представлять собой совокупность разновозрастных интрузий без явно видимого контакта, то мы осуществляли пробоотбор в различных точках (сайтах), из которых отбирались геохимические и геохронологические пробы.

Для изученных тел в каждой точке опробования были отобраны 10–5 ориентированных образцов. Для геохимических исследований было отобрано 12 образцов. Геохронологическая проба была отобрана в районе южной оконечности Оревунского силла (70°8'58.80" с.ш., 103°21'34.90" в.д.) (рис. 1 а) на расстоянии около 30 км южнее места опробования Р. Эрнста [8]. Все исследуемые породы представлены мелко- и среднекристаллическими долеритами с характерной офитовой и пойкилоофитовой структурой. Степень вторичных изменений пород оценивается как невысокая, отмечаются проявления пропилитизации.



**Рис. 1.** Карта-схема геологического строения западного склона Анабарского массива (по [6]) (а); схематическая стратиграфическая колонка западного склона Анабарского массива (б) и конкордия для 4 IDTIMS-анализов зерен бадделейта Оревунского силла (в). 1 – ордовик-силур; 2 – кембрий; 3 – старореченская свита венда; 4 – биляхская серия; 5 – мукунская серия; 6 – образования архей-протерозойского фундамента; 7 – интрузивные тела котуйского магматического комплекса; 8 – интрузивные тела раннетриасового магматического комплекса; 9 – точки отбора палеомагнитных (черные) и геохронологических (желтые) образцов; 10 – породы фундамента; 11 – конгломераты, гравелиты; 12 – алевролиты, аргиллиты; 13 – песчаники; 14 – доломиты; 15 – строматолитовые известняки, доломиты; 16 – известняки; 17 – интрузивные породы основного состава; 18 – эффузивные породы основного состава. \* – обзор изотопных датировок (см. в [9]).

Палеомагнитные и геохимические исследования призваны, не прибегая к прямому датированию каждого отдельного тела, косвенно сопоставить возраст и природу отдельных интрузий котуйского комплекса. Получение новых геохронологических данных, в свою очередь, будет способствовать уточнению возраста пород комплекса.

Палеомагнитные исследования проводились в Лаборатории Главного геомагнитного поля и петромагнетизма ИФЗ РАН и ЦКП “Петрофизика, геомеханика и палеомагнетизм” ИФЗ РАН.

Измерение концентраций петрогенных оксидов производилось методом XRF на рентгенофлуоресцентном спектрометре S8 TIGER, измерение

концентраций редких и рассеянных элементов осуществлялось методом ICP-MS на квадрупольном масс-спектрометре Agilent 7900 в ЦКП “Геодинамика и геохронология” ИЗК СО РАН [10].

Выделение бадделеита для геохронологических исследований выполнялось после дробления электрическим импульсом на установке Selfrag (Геологическая служба США, Денвер) с помощью усовершенствованного стола Уилфи (Wilfley table) [11] (Лундский университет, Швеция). Изотопные анализы выполнены на масс-спектрометре Micromass Sector 54 в Университете Вайоминга в одноколлекторном режиме с использованием детектора Дейли для всех изотопов. Для изотопных исследований использовался смешанный трассер  $^{205}\text{Pb}/^{233}\text{U}/^{235}\text{U}$  (ET 535). Холостое загрязнение варьировало от 0.8 до 1.2 пг для Pb и не превышало 0.01 пг для U. Обработка экспериментальных данных производилась в программах PVMacDAT и ISOPLOT [12, 13]. Все ошибки приведены на уровне  $2\sigma$ .

## РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

### *Палеомагнетизм*

Ступенчатая магнитная чистка отобранных образцов продемонстрировала, что изучаемые геологические тела характеризуются различным качеством палеомагнитной записи, тем не менее, позволяющей надежно выделить характеристическую компоненту намагниченности (рис. 2 а). Характеристическая компонента намагниченности (ChRM) выделяется на широком спектре деблокирующих температур – 300–600°C и характеризуется умеренными и пологими отрицательными наклонениями с юго-западным склонением (рис. 2 б). Основным минералом-носителем естественной остаточной намагниченности (ЕОН) в различных телах могут выступать титаномагнетит (рис. 2 г, обр. № 182), магнетит (рис. 2 г, обр. № 32) или же окисленный магнетит. Наличие в образцах пород структур высокотемпературного окисления кристаллов титаномагнетита (рис. 2 в), пика Гопкинсона (рис. 2 г) на кривых температурной зависимости магнитной восприимчивости и распределение точек на диаграмме Дэя-Данлопа (рис. 2 е) указывают на то, что основной минерал-носитель намагниченности в изучаемых породах находится преимущественно в одно- или псевдооднодоменном состоянии и может нести древнюю стабильную намагниченность.

Направления ChRM в силлах котуйского интрузивного комплекса согласуются с направлениями, выделенными ранее в силлах и дайках Куонамской

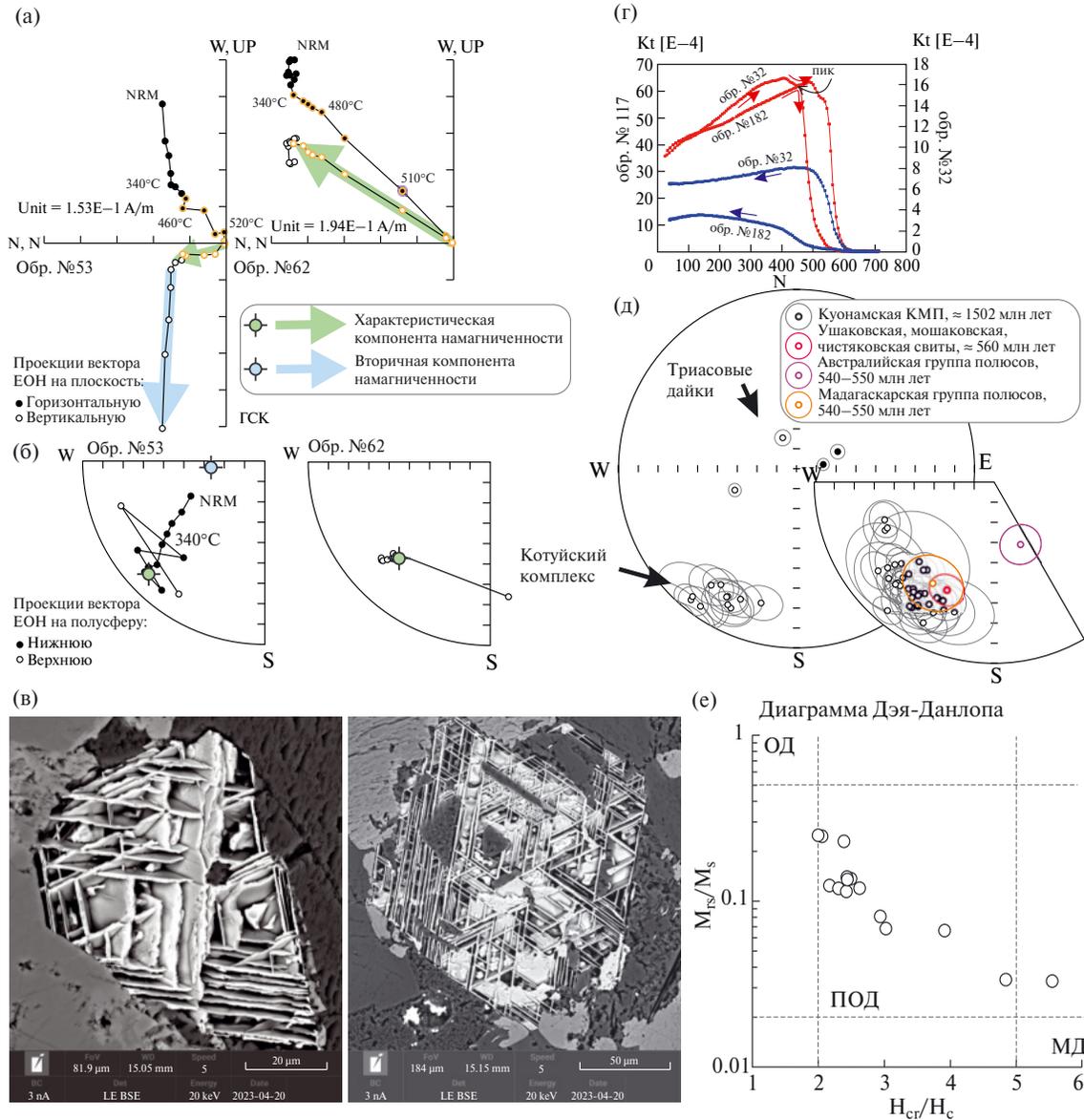
КМП (рис. 2 д), проявленной на Анабарском массиве, Уджинском и Оленекском поднятиях [15]. Ожидаемые направления для эдиакария западного склона Анабара пересчитаны с палеомагнитных направлений, полученных ранее для пород ушаковской, мошакской и чистьяковской свит, а также для мадагаскарской группы палеомагнитных полюсов Сибири (рис. 2 д) [14]. Обратим внимание, что полученные нами палеомагнитные направления для мезопротерозоя Анабарского массива и ожидаемые направления эдиакария практически неразличимы. Соответственно, исключительно по палеомагнитным данным однозначно разделить интрузивные тела с такими возрастными представляется затруднительным.

### *Геохронология и геохимическая характеристика пород*

Дискордия, построенная по 4 фракциям зерен бадделеита из образца K1132, образует верхнее пересечение с конкордией в точке с возрастом  $1502.5 \pm 2.6$  млн лет, который соответствует времени кристаллизации Оревуновского силла. Нижнее пересечение дискордии с конкордией в пределах неопределенности пересекается с началом координат, что отражает современные потери свинца (рис. 1 в).

Данные по геохимии петрогенных и редких элементов получены для датированного Оревуновского силла, а также для 8 недатированных интрузий. Исследованные образцы характеризуются умеренным содержанием  $\text{SiO}_2$  (от 46.3 до 50.3 мас. %), низким содержанием  $\text{MgO}$  (5.0–7.3 мас. %) и имеют сумму щелочей  $\text{K}_2\text{O} + \text{Na}_2\text{O}$  (2.3–4.3 мас. %). Содержание  $\text{TiO}_2$  варьирует от 1.5 до 5.1 мас. %.

На мультиэлементной диаграмме (рис. 3 а) спектры редких и рассеянных элементов пород Котуйского комплекса показывают однородные характеристики в области РЗЭ и небольшую вариативность в области высоконесовместимых элементов. Формы спектров и наклон РЗЭ-спектров соответствуют базальтам океанических плато (ОИВ). На диаграмме  $\text{Th/Yb-Nb/Yb}$  [17] (рис. 3 б) породы лежат выше мантийной последовательности между полями E-MORB [18] и ОИВ [16], что указывает на незначительное участие коровой компоненты в источнике или метасоматическое изменение литосферной мантии. Подобные геохимические характеристики установлены для интрузий Куонамской КМП [8], широко проявленных на севере Сибири, что свидетельствует о сходстве источника и условий плавления.



**Рис. 2.** Результаты петропалеомагнитных исследований интрузивных тел котуйского комплекса. Результаты ступенчатой температурной очистки: а) диаграммы Зийдвервельда; б) стереограммы направления вектора ЕОН; в) микрофотографии в сканирующем электронном микроскопе структур высокотемпературного распада кристаллов титаномагнетита; г) график зависимости магнитной восприимчивости от температуры; д) стереограмма направлений намагниченности для тел котуйского комплекса, Куонамской крупной магматической провинции и вендских пород Сибирской платформы [14]; е) диаграмма Дзя-Данлопа.

## ОБСУЖДЕНИЕ И ВЫВОДЫ

Полученная U–Pb-датировка по бадделиту для южной части Оревунского силла ( $1502.5 \pm 2.6$  млн лет) согласуется с датировкой для его северной оконечности ( $1503 \pm 2$  млн лет), что указывает на то, что этот крупный силл все же является единым телом, которое можно соотносить с Куонамской КМП. Комплекс палеомагнитных и геохимических данных для

других интрузивных тел, относимых к котуйскому комплексу, указывает на то, что они, вероятнее всего, сформировались одновременно с Оревунским силлом и из одного источника ~1503 млн лет назад. Однако на данный момент у нас нет однозначных критериев для разделения кенгединского (~1503 млн лет) и котуйского (~560 млн лет) комплексов по геохимическим и палеомагнитным признакам. По последним надежно разделить эти комплексы невозможно, поскольку

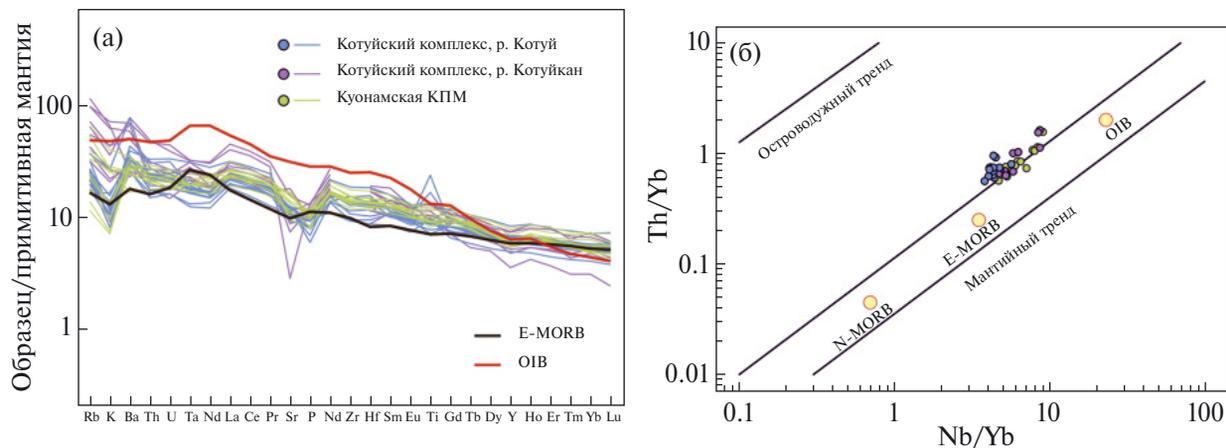


Рис. 3. Геохимические характеристики пород котуйского комплекса р. Котуй, р. Котуйкан (по данным [4]) и Куонамской КМП [8]. а) Мультиэлементная диаграмма с концентрациями элементов, нормализованными к примитивной мантии [16]; б) диаграмма Th/Yb–Nb/Yb [17].

ожидаемые палеомагнитные направления для мезопротерозоя и венда достаточно близки друг к другу (рис. 2 д). По геохимическим данным такое разделение невозможно, поскольку такие данные для надежно датированных вендских интрузий котуйского комплекса попросту отсутствуют. Относительно надежно датированным телом котуйского комплекса можно считать только одну дайку в междуречье рек Вюрбюр и Котуйкан с Sm–Nd-определением возраста по минеральной изохроне (P1-O1-Crx-WR) [4]. Достоверными признаками вендского магматизма могли бы служить интрузии, прорывающие породы старореченской свиты и перекрывающиеся раннекембрийскими отложениями, но подобных тел обнаружено не было. Тем не менее на настоящем этапе исследования котуйского комплекса нельзя исключать, что мы имеем дело с совокупностью интрузивных тел различного возраста со схожим петрохимическим составом и палеомагнитными направлениями.

В южной части Анабарского массива недавно был выявлен еще один крупный дайковый рой с U–Pb-определениями возраста по бадделиту  $1496 \pm 7$ ,  $1494 \pm 3$  и  $1494 \pm 5$  млн лет [19], который авторы отнесли к проявлению кенгдинского магматизма. Ранее возраст некоторых из этих тел оценивался в  $1426 \pm 40$  и  $1412 \pm 4$  млн лет [4]. Соответственно, появляется все больше данных, указывающих на широкий ареал распространения базитов с возрастом  $\sim 1500$  млн лет, в то время как однозначных свидетельств существования вендского интрузивного магматизма, не обоснованного ни геологическими, ни подтвержденными геохронологическими данными, по-прежнему нет.

Наиболее вероятно, что все же в среднем течении р. Котуй западного склона Анабарского массива обнажаются тела мезопротерозойского возраста, а значит, не только существенно сокращается объем известных проявлений котуйского магматизма, но и в целом ставится вопрос о его существовании. Это накладывает важные ограничения на эволюцию Сибирской платформы в терминальном докембрии и позволяет предположить существование ее северной окраины в интервале 570–544 млн лет в целом в спокойной геодинамической обстановке пассивной окраины.

#### БЛАГОДАРНОСТИ

Авторы выражают благодарность У. Седелунду (Лундский университет, Швеция) за помощь в выделении бадделита, а также В.Э. Павлову (ИФЗ РАН) и А.К. Худолею (СПбГУ) за ценные рекомендации при подготовке статьи.

#### ИСТОЧНИКИ ФИНАНСИРОВАНИЯ

Датирование бадделита осуществлялось при финансовой поддержке гранта РФФИ № 18-17-00240. Палеомагнитные и геохимические исследования, интерпретация и обобщение результатов, подготовка публикации осуществлялись при финансовой поддержке гранта РФФИ № 22-77-00052.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Merdith A.S., Collins A.S., Williams S.E., Pisarevsky S., Foden J.D., Archibald D.B., Blades M.L., Alessio B.L., Armstrong S., Plavsa D., Clark C., Müller R.D. A full-plate global reconstruction of the Neoproterozoic // Gondwana Research. 2017. <https://doi.org/10.1016/j.gr.2017.04.001>

2. Priyatkina N., Collin, W.J., Khudoley A., Zastrozhnov D., Ershova V., Chamberlain K., Shatsillo A., Proskurnin V. The Proterozoic evolution of northern Siberian Craton margin: a comparison of U–Pb–Hf signatures from sedimentary units of the Taimyr orogenic belt and the Siberian platform // *International Geology Review*. 2017. 59. 1632–1656. <https://doi.org/10.1080/0206814.2017.1289341>
3. Malyshev S.V., Pasenko A.M., Khudoley A.K., Ivanov A.V., Priyatkina N.S., Pazukhina A.A., Marfin A.E., DuFrane A.S., Sharygin I.S., Gladkochub E.A. What is the age of the Udzha paleorift?: U–Pb age of detrital zircons from Udzha basin terrigenous succession, northern Siberia. *Vestnik of Saint Petersburg University // Earth Sciences*. 2022. 67, 548–567. <https://doi.org/10.21638/spbu07.2022.401>
4. Липенков Г.В., Мащак М.С., Кириченко В.Т., Ларищев А.И. и др. Государственная геологическая карта Российской Федерации. Масштаб 1: 1000 000 (третье поколение). Серия Анабаро-Вилюйская. Лист R-48 – Хатанга. Объяснительная записка. 2015.
5. Прокопьев А.В., Худoley А.К., Королева О.В., Казакова Г.Г., Лохов Д.К., Малышев С.В., Зайцев А.И., Роев С.П., Сергеев С.А., Бережная Н.Г., Васильев Д.А. Раннекембрийский бимодальный магматизм на северо-востоке Сибирского кратона // *Геология и геофизика*. 2016. 57(1). С. 199–224.
6. Трофимов В.Р. К вопросу о позднепротерозойских трапповых интрузиях Западного Прианбарья / В сборнике: Новые данные по стратиграфии позднего докембрия Сибири: Сб. Науч. Тр. АН СССР. Сиб. отд-ние, Ин-т геологии и геофизики, Новосибирск. 1982.
7. Барсков Е.А., Кичкина С.С. и др. Отчет о групповой геологической съемке масштаба 1:200000 и поисках месторождений полезных ископаемых в бассейнах средних течений рек Котуй, Маймечя, Чангада, верхних течений рек Анабар, Кукусунда, в бассейнах рек Тукалаан и Аганыли. Листы R-47-XXIII, XXIV, XXIX, R-48-XIX, XXV, XXVI, XXVII, XXVIII, XXIX, XXX. Аэрогеология, Москва. 1976.
8. Ernst R.E., Okrugin A.V.V., Veselovskiy R.V.V., Kamo S.L.L., Hamilton M.A.A., Pavlov V., Soderlund U., Chamberlain K.R.R., Rogers C. The 1501 Ma Kuonamka Large Igneous Province of northern Siberia: U–Pb geochronology, geochemistry, and links with coeval magmatism on other crustal blocks // *Russian Geology and Geophysics*. 2016. 57. 653–671. <https://doi.org/10.1016/j.rgg.2016.01.015>
9. Горохов И.М., Кузнецов А.Б., Семихатов М.А., Васильева И.М., Ризванова Н.Г., Липенков Г.В., Дубинина Е.О. Раннерифейская билляхская серия Анабарского поднятия, Северная Сибирь: изотопная СО геохимия и Pb–Pb возраст доломитов // *Стратиграфия. Геологическая корреляция*. 2019. 27(5). С. 19–35.
10. Panteeva S.V., Gladkochub D.P., Donskaya T.V., Markova V.V., Sandimirova G.P. Determination of 24 trace elements in felsic rocks by inductively coupled plasma mass spectrometry after lithium metaborate fusion // *Spectrochimica Acta Part B: Atomic Spectroscopy, Intersibgeochem*. 2003. 01. 58. 341–350. [https://doi.org/10.1016/S0584-8547\(02\)00151-9](https://doi.org/10.1016/S0584-8547(02)00151-9)
11. Söderlund U., Johansson L. A simple way to extract baddeleyite (ZrO<sub>2</sub>): Simple way to extract baddeleyite // *Geochem.-Geophys.-Geosyst*. 2002. 3. 1 of 7–7 7. <https://doi.org/10.1029/2001GC000212>
12. Ludwig K.R. User’s Manual for Isoplot 3.00: A Geochronological Toolkit for Microsoft Excel, Revised August 27, 2003. ed, Special publication / Berkeley Geochronology Center. Kenneth R. Ludwig, Berkeley CA.
13. Ludwig K.R. PBDAT for MS-DOS; a computer program for IBM-PC compatibles for processing raw Pb–U–Th isotope data, version 1.00a (No. 88–542), Open-File Report. United States Geological Survey. 1988. <https://doi.org/10.3133/ofr88542>
14. Шаццло А.В., Рудько С.В., Латышева И.В., Рудько Д.В., Федюкин И.В., Паверман В.И., Кузнецов Н.Б. Гипотеза “блуждающего экваториального диполя”: к проблеме низкоширотных оледенений и конфигурации геомагнитного поля позднего докембрия // *Физика Земли*. 2020. С. 113–134. <https://doi.org/10.31857/s0002333720060083>
15. Evans D.A.D., Veselovsky R.V., Petrov P. Yu., Shatsillo A.V., Pavlov V.E. Paleomagnetism of Mesoproterozoic margins of the Anabar Shield: A hypothesized billion-year partnership of Siberia and northern Laurentia // *Precambrian Research*. 2016. 281. 639–655. <https://doi.org/10.1016/j.precamres.2016.06.017>
16. Sun S.-S., McDonough W.F. Chemical and isotopic systematics of oceanic basalts: implications for mantle composition and processes. Geological Society, London, Special Publications. 1989. 42. 313–345.
17. Pearce J.A. Geochemical fingerprinting of oceanic basalts with applications to ophiolite classification and the search for Archean oceanic crust // *Lithos*. 2008. 100. 14–48. <https://doi.org/10.1016/j.lithos.2007.06.016>
18. Gale A., Dalton C.A., Langmuir C.H., Su Y., Schilling J.-G. The mean composition of ocean ridge basalts // *Geochemistry, Geophysics, Geosystems*. 2013. 14. 489–518. <https://doi.org/10.1029/2012GC004334>
19. Томишин М.Д., Эрнст Р.Е., Седерлунд У., Округин А.В. Кенгединский мафический дайковый рой и расширение Куонамской крупной изверженной провинции (1500 млн лет) северной Сибири // *Геодинамика и тектонофизика*. 2023;14(4). <https://doi.org/10.5800/GT-2023-14-4-0707>

**AGE, COMPOSITION AND PALEOMAGNETISM  
OF DOLERITE-GABBRO DOLERITE INTRUSIONS  
OF THE ANABAR MASSIF WESTERN SLOPE: ON THE ISSUE  
OF THE VENDIAN MAGMATISM ISOLATION IN THE REGION**

**A. M. Pasenko<sup>a, #</sup>, S. V. Malyshev<sup>b</sup>, A. A. Pazukhina<sup>a, b</sup>, A. D. Savel'ev<sup>b, c</sup>,  
G. V. Lipenkov<sup>c</sup>, K. R. Chamberlain<sup>d</sup>**

<sup>a</sup>*Schmidt Institute of Physics of the Earth of the Russian Academy of Sciences, Moscow, Russian Federation*

<sup>b</sup>*St. Petersburg State University, St. Petersburg, Russian Federation*

<sup>c</sup>*Karpinsky Russian Geological Research Institute, St. Petersburg, Russian Federation*

<sup>d</sup>*Department of Geology and Geophysics, University of Wyoming, Laramie, Wyoming, USA*

<sup>#</sup>*E-mail: a.m.pasenko@iperas.ru*

According to the Anabar massif western slope geological survey in the Kotuy River middle reaches, the Kotuy intrusive complex was identified. It represented by dolerite-gabbrodolerite sills and dikes of Vendian age ( $556 \pm 28$  Ma). A number of sills are characterized by 30–80 m thickness, and dikes often have a length of the top tens km. The complex distribution area is the first hundreds of km<sup>2</sup>. At the same time, the geodynamic reasons for the formation extensive intrusive bodies in the north of Siberia in the Vendian are not clear. We present new geochronological, geochemical and paleomagnetic data indicating that at least part of the Kotuy magmatic complex intrusions in the middle reaches of the Kotuy River should be attributed to the ~1500 Ma Kengede magmatic complex (Kuonamka large magmatic province). In this light, the question arises about the correctness of the allocation of the stage of intrusive magmatism of the Vendian age on the western slope of the Anabar massif.

*Keywords:* Kotuy complex, Vendian, Ediacaran, Anabar massif, Kotuy, Siberian platform