

М. А. ШИШКИН (ВСЕГЕИ), С. И. ШКАРУБО (ОАО «МАГЭ»),
А. Г. КОННОВ, Г. В. САВЕЛЬЕВ (ВСЕГЕИ)

Особенности тектонического строения полярного сегмента Урало-Новоземельской складчатой системы

Рассматриваются тектонические взаимоотношения Пайхойско-Новоземельской и Уральской складчатых областей. Традиционно в литературе первая считается раннекиммерийской, вторая – каледоно-герцинской. На основании результатов геологического картирования показано, что тектонические движения со стороны Полярного Урала деформируют пайхойские структуры. Таким образом, представления о более позднем раннекиммерийском возрасте формирования пайхойских структур ошибочны. Обосновывается принадлежность обеих областей к единой Урало-Новоземельской складчатой системе, которая завершила свое формирование на границе триаса и юры, миграция главной фазы складчатости с востока на запад с перми до триаса и существование гипотетических офиолитовой и островодужной ассоциаций палеозойского возраста к северу от Пай-Хоя.

Ключевые слова: Пайхойско-Новоземельская и Уральская складчатые системы, Предуральский прогиб, киммериды, каледоно-герциниды, уралиды, Q-41, R-41, R-42, детритовые цирконы.

M. A. SHISHKIN (VSEGEI), S. I. SHKARUBO (JSC MAGE),
A. G. KONNOV, G. V. SAVEL'EV (VSEGEI)

Tectonics of the Polar Urals – Novaya Zemlya fold belts

The tectonic relationships of the Pay-Khoy-Novaya Zemlya and Ural fold belts are discussed. Traditionally, in geological literature, the former is considered to be Early Cimmerian and the latter, Caledonian-Hercynian. Based on results of geological mapping, it is shown that tectonic movements in the Polar Urals affected the Pay-Khoy structures, thus, the ideas about the later Early Cimmerian age of the Pay-Khoy structures' formation are erroneous. The authors substantiate the belonging of both areas to the unified Ural-Novaya Zemlya fold system, which completed its formation at the Triassic-Jurassic boundary, the migration of the main phase of folding from east to west from the Permian to the Triassic, and the existence of hypothetical Paleozoic ophiolite and island-arc associations north of the Pay-Khoy.

Keywords: Pay-Khoy-Novaya Zemlya and Ural fold systems, Pre-Urals foreland basin, cimmerids, caledonides-hercynides, uralides, Q-41, R-41, R-42, detrital zircons.

Для цитирования: Шишкин М. А. Особенности тектонического строения полярного сегмента Урало-Новоземельской складчатой системы / М. А. Шишкин, С. И. Шкарубо, А. Г. Коннов, Г. В. Савельев // Региональная геология и металлогения. – 2021. – № 86. – С. 5–10. DOI: 10.52349/0869-7892_2021_86_05–10

В литературе сложился устойчивый стереотип о принципиальном различии Уральской и Пайхойско-Новоземельской складчатых систем (рис. 1). Традиционно первая рассматривается как герцинская (варисцидская), вторая – как раннекиммерийская. В одной из последних работ В. В. Юдиным и Н. И. Тимониным выделен отдельный тип структур, названный пайхойдами [8; 9].

Проведенный нами при создании ГК-1000/3 листов Q-41 – Воркута [3], R-41 – Амдерма [1], R-42 – п-ов Ямал [2], ГК-200 R-41-XXX (Усть-Кара) [4], R-42-XXV, XXVI (Яры) [5] анализ тектонических структур, основанный на результатах их картирования в зоне сочленения Урала и Пай-Хоя при крупно- и среднемасштабных съемках, показал, что попытки принципиального разделения Урала и Пайхойско-Новоземельской

складчатой системы вступают в противоречие с фактическими данными.

Зона сочленения структур Урала и Пай-Хоя охватывает широкую полосу от среднего течения р. Кара до среднего течения р. Силовая (рис. 2). В этой зоне наблюдается плавный разворот осей всех антиклинальных и синклиналильных структур с субмеридионального (уральского) направления на северо-западное (пайхойское). В этой же полосе отмечается плавный изгиб плоскостей основных надвигов Западноуральской зоны с уральского простирания на пайхойское. Главный Западноуральский надвиг плавно переходит в Южно-Пайхойский. Поэтому представления о более позднем формировании пайхойских структур и их наложении на уральские имеют чисто умозрительный характер. Чтобы понять это, достаточно детально рассмотреть



Рис. 1. Обзорная геологическая карта зоны сочленения Полярного Урала и Пай-Хоя (на основе геологической карты м-ба 1 : 2 500 00, ВСЕГЕИ, 2016 г.)

Красным контуром показано положение байдарацкой офиолитовой ассоциации

геологическое строение района среднего течения р. Кара (выше устья р. Силовая).

Все основные структуры Пайхойского шарьяж-антиклинория северо-западной (пайхойской) ориентировки моделированы здесь более мелкой складчатостью с субмеридиональным (уральским) положением осевых плоскостей складок и, кроме того, развиты на мелкие чешуи серией дугообразных субмеридиональных взбросо-надвигов с восточным падением сместителей. В районе водопада Большой Буредан наблюдается очевидный надвиг с востока на запад елецких рифогенных ниже-среднедевонских известняков Буреданского рифа, входящего в состав Нерусовейского паравтохтона Западно-Уральской мегазоны, на сланцевые лемвинские фации Пай-Хоя (а не наоборот, как показано на большинстве изданных обзорных карт). Не подтверждается и выделение здесь рядом авторов (Г. Н. Семенов, А. С. Микляев, В. В. Юдин) Выяшорского клиппа [8; 9], сложенного оюской и ливановской свитами сланцевой зоны Пай-Хоя и надвинутого на елецкие карбонаты. Детальное изучение разреза по руч. Выяшор показало, что здесь наблюдается нормальная последовательность разреза, в которой оюская свита залегает под ливановской, а последняя перекрывается проградирующими с востока на запад ниже-среднедевонскими известняками Буреданского рифа [1; 4]. Основные процессы орогенеза в Восточно-Уральской мегазоне (фундаменте Ямала и Карской синеклизы) завершились в перми, после чего эта территория была перекрыта с резким угловым несогласием субгоризонтально залегающим триасом (рис. 3) [1].

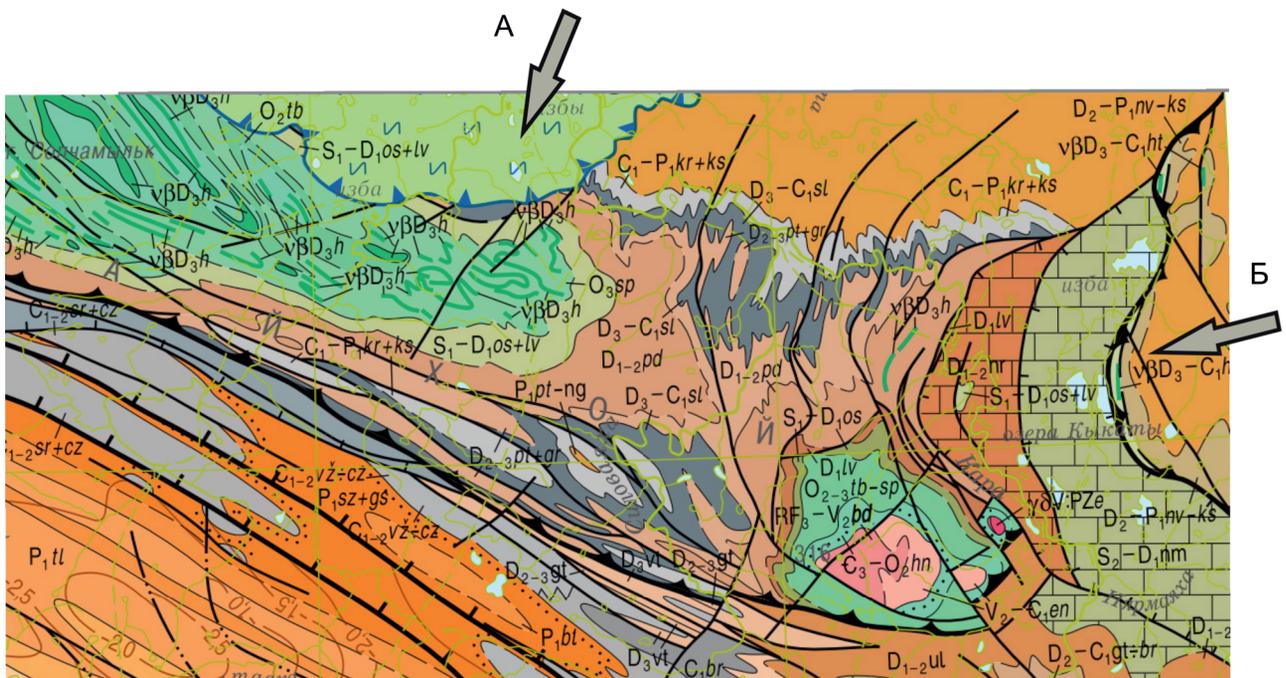


Рис. 2. Зона сочленения структур Пай-Хоя и Полярного Урала в среднем течении р. Кара по материалам листа R-41 [1] Направления складчато-надвиговых дислокаций: А – пайхойских и Б – уральских

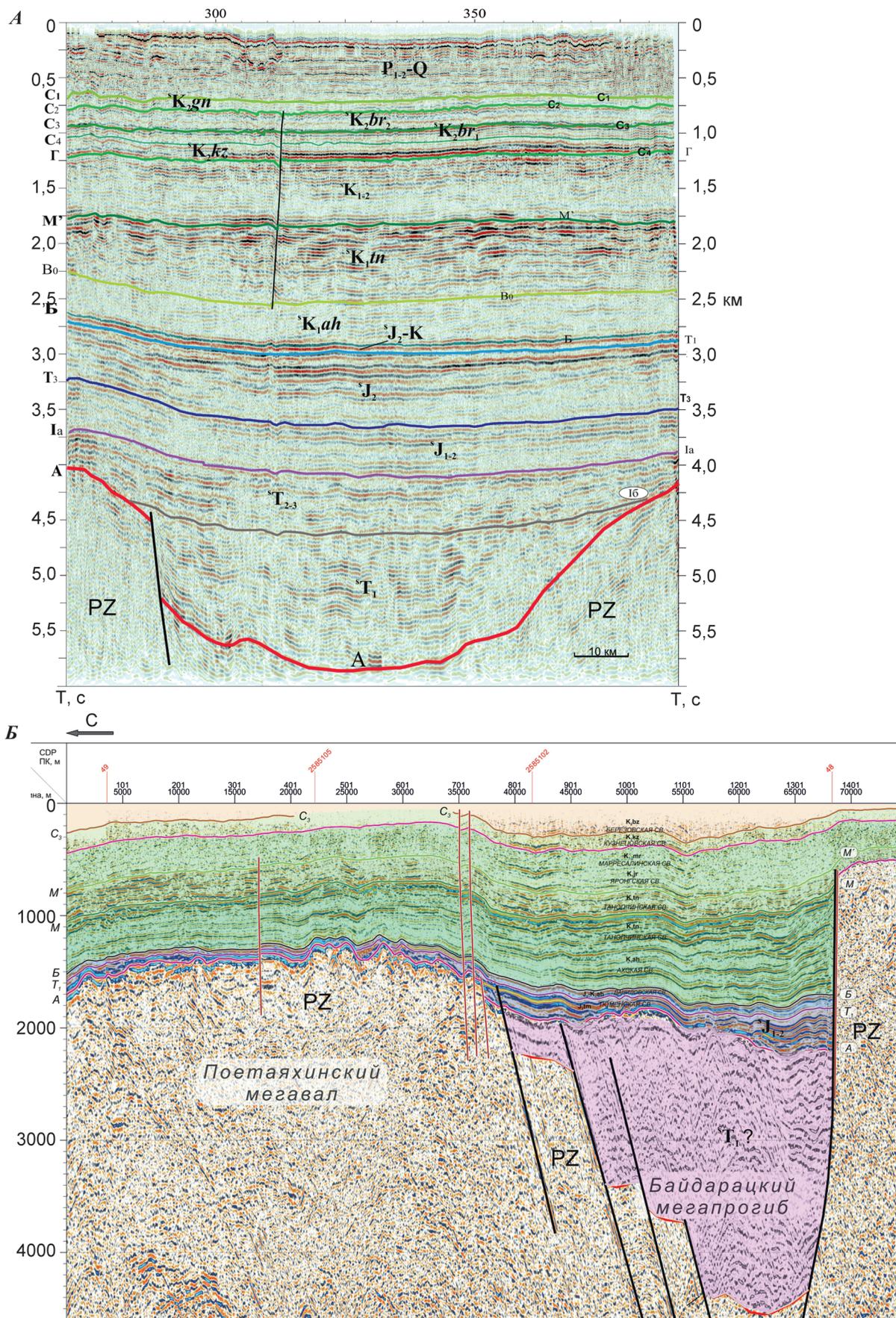


Рис. 3. Принципиальные разрезы, иллюстрирующие взаимоотношения палеозойских складчатых комплексов и триасовых отложений в фундаменте Западно-Сибирской плиты по материалам листа R-42 – Ямал [2].

А – для Карской синеклизы и Б – погребной части Восточно-Уральской мегазоны

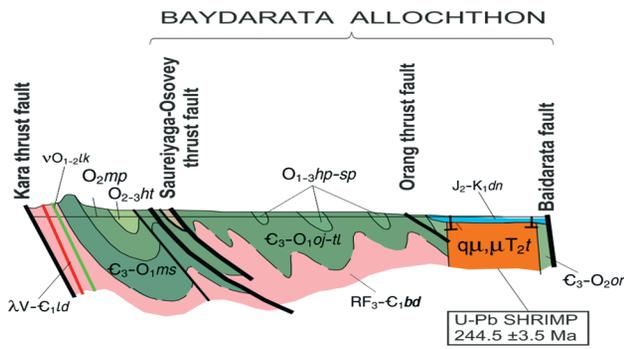


Рис. 4. Схематический разрез Байдарацкого аллохтона

qm, μT_2f – Левдиевский массив торасовейского сиенит-монцодиоритового комплекса, прорывающий складчато-надвиговую структуру Байдарацкого аллохтона

Вероятнее всего, формирование доскладчатых надвигов (шарьяжей) в Западно-Уральской мегазоне началось в средней-поздней перми, так как Байдарацкий аллохтон надвинут с северо-востока на нижнепермские отложения в ядре Карской впадины.

В среднетриасовую эпоху вдоль Байдарацкой сутурной зоны происходит внедрение монцодиоритов торасавейского комплекса. При этом важно отметить, что монцодиориты внедрялись уже в сформированную к этому времени покровно-надвиговую структуру Восточно-Лемвинской подзоны (рис. 4) [2; 5], в то время как к юго-западу в Кортаихинской впадине складчатые процессы еще не начинались.

Основная фаза складчатости Западно-Уральской мегазоны, Пай-Хоя и Новой Земли произошла на границе триаса – юры. В Предуральском краевом прогибе, частью которого является

Кортаихинская впадина, возраст завершения складчатости – поздний триас, как и в более южной Косью-Роговской впадине. Это доказывает единство и одновременность формирования структурного плана предуральской и предпайхойской частей Предуральского прогиба.

Юрские отложения субгоризонтально перекрывают складчатые деформации западной части Предуральского прогиба (рис. 5). Складчатые дислокации в отложениях юры и нижнего мела на территории Печорской плиты, Пай-Хое и Новой Земле не установлены.

Подобие складчато-надвиговых структур Западно-Уральской мегазоны и Пай-Хоя достаточно очевидно. Это приводит к выводу об одинаковом механизме их формирования. В Западно-Уральской мегазоне складчато-надвиговые дислокации явились следствием обдукции образований палеоокеанического сектора (Тагило-Магнитогорская мегазона) на пассивную окраину Балтии.

К северо-востоку от Пай-Хоя в акватории южной части Карского моря наблюдается вытянутая в северо-западном направлении группа достаточно крупных магнитных аномалий (рис. 6), по интенсивности (с учетом влияния мезозойского чехла) вполне сопоставимых с магнитным полем над Щучьинским синклиномрием Полярного Урала. Достаточно вероятно, что они связаны с гипотетическим продолжением Восточно-Уральской мегазоны в фундаменте Карской синеклизы.

Эта точка зрения подтверждается анализом обломочного материала и детритовых цирконов в пермских песчаниках Карской впадины, выполненным Г. В. Савельевым [6]. Согласно полученным им результатам, песчаники пайхойского типа характеризуются высокими содержаниями

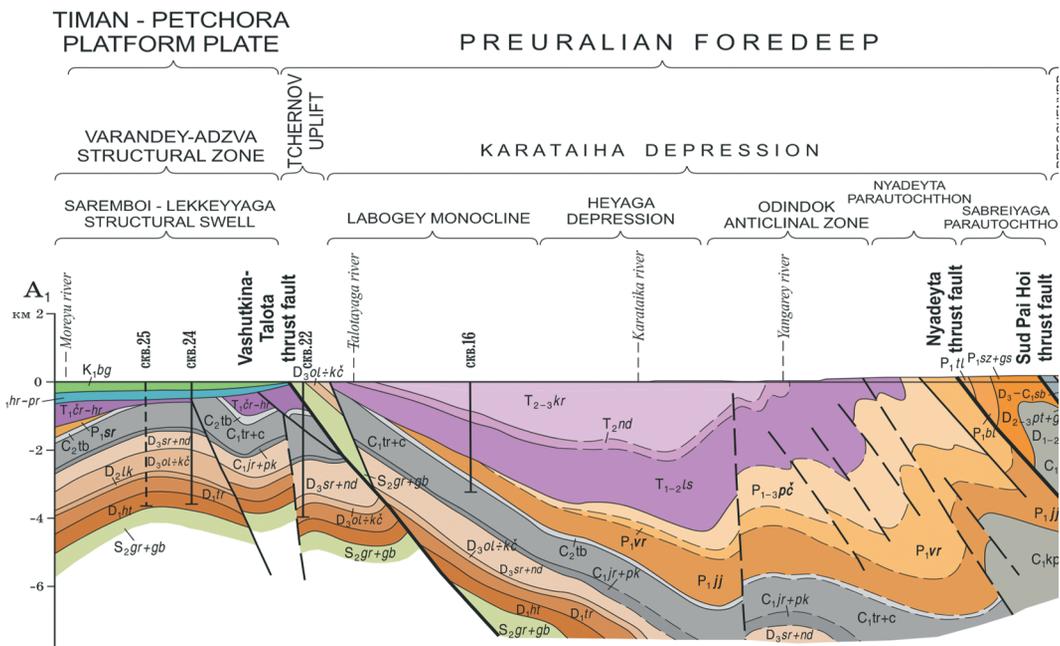


Рис. 5. Взаимоотношения юрских и триасовых отложений на юго-западном борту Кортаихинской впадины Предуральского краевого прогиба (по материалам листа R-41 [1])

минералов, типичных для основных-ультраосновных магматических пород: хромиты (Chr), магнетит (Mag), минералы в составе лейкоксена (Lcx), рутил (Rt). Анализ возрастов детритных цирконов показывает, что наибольшая частота встречаемости отмечается с 346 до 431 млн лет (ранний карбон – венлокская эпоха силура, 43 зерна, или 56 %) с ярко выраженным максимумом плотности вероятности 378 млн лет – поздний девон [6]. Таким образом, можно сделать вывод, что нижнепермские терригенные отложения Карской впадины (тарханская и сатосинская толщи) сформированы при разрушении предполагаемых верхнесилурийско-каменноугольных островодужных образований, источники сноса которых, согласно замерам ориентировки подошвенных знаков в основании песчанников ритмов, выполненных В. А. Салдиным, находились на севере в районе современной Байдарацкой губы [7].

Проведенный выше краткий анализ структур зоны сочленения Урала и Пай-Хоя демонстрирует, что выделение самостоятельной Пайхойско-Новоземельской складчатой системы и тем более «пайхоид» не имеет под собой достаточных оснований. Фактически существует единая Урало-Новоземельская складчатая система (пояс), сформировавшаяся вдоль восточной и северо-восточной окраины Балтии при закрытии Палеоуральского океанического бассейна и его окраинных морей. Пайхойско-Новоземельский сегмент, возможно, связан с отдельным окраинным морем в его составе. Заложение окраинных морей на западной окраине гипотетического Палеоуральского океана, вероятно, произошло вследствие задугового спрединга в среднем-позднем кембрии, а завершение формирования – в позднем триасе. Традиционно возникающая в итоге складчатая система рассматривается как каледоно-герцинская, однако более правильно говорить об уралидах по причине отсутствия отдельных фаз складчатости в течение всего интервала ее формирования. Кроме того, приведенные данные указывают на последовательную миграцию зоны основной складчатости с востока на запад на Полярном Урале и с северо-востока на юго-запад на Пай-Хое.

1. Государственная геологическая карта Российской Федерации. Масштаб 1 : 1 000 000 (третье поколение). Серия Южно-Карская. Лист R-41 – Амдерма. Объяснительная записка / М. А. Шишкин, С. И. Шкарубо, Н. В. Маркина и др. – СПб.: Картографическая фабрика ВСЕГЕИ, 2012. – 383 с.

2. Государственная геологическая карта Российской Федерации. Масштаб 1 : 1 000 000 (третье поколение). Серия Западно-Сибирская. Лист R-42 – п-ов Ямал. Объяснительная записка / М. А. Шишкин, Я. Э. Файбусович, С. И. Шкарубо, Д. В. Назаров и др. – СПб.: Картографическая фабрика ВСЕГЕИ, 2014. – 322 с.

3. Государственная геологическая карта Российской Федерации. Масштаб 1 : 1 000 000 (третье поколение). Серия Уральская. Лист Q-41 – Воркута. Объяснительная

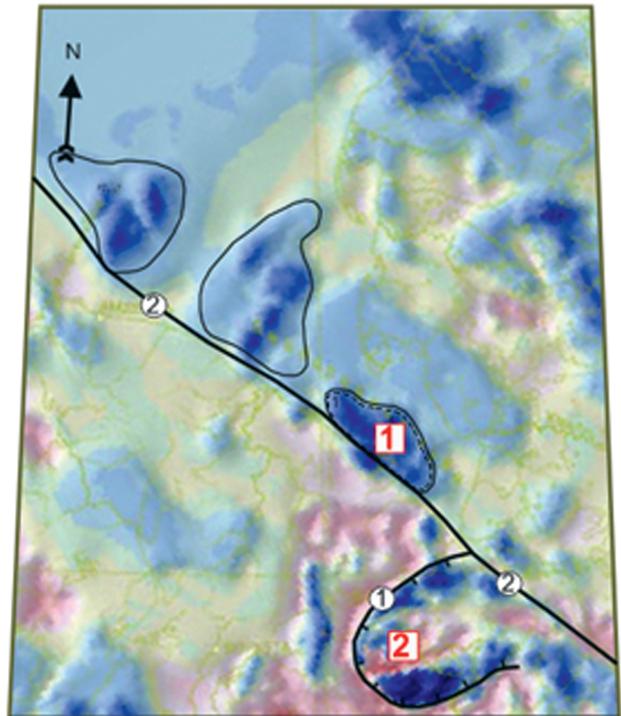


Рис. 6. Авторская интерпретация карты аномального магнитного поля России и прилегающих акваторий м-ба 1 : 5 000 000 (ВСЕГЕИ, 2004 г.) в районе сочленения Полярного Урала и Пай-Хоя

1 – Байдарацкая офиолитовая (?) ассоциация; 2 – Шучинский офиолитовый пояс; разрывные нарушения (в кружках): 1 – Главный Уральский надвиг, 2 – Байдарацкий разлом

записка / М. А. Шишкин, А. П. Астапов, Н. В. Кабатов и др. – СПб.: Картографическая фабрика ВСЕГЕИ, 2007. – 541 с.

4. Государственная геологическая карта Российской Федерации масштаба 1 : 200 000 (издание второе). Серия Вайгачско-Пайхойская. Лист R-41-XXX (Усть-Кара). Объяснительная записка / А. Г. Коннов, Р. В. Червяков, М. Н. Петрова и др. – СПб.: Картографическая фабрика ВСЕГЕИ, 2019 (в печати). – 201 с.

5. Государственная геологическая карта Российской Федерации масштаба 1 : 200 000 (издание второе). Серия Полярно-Уральская. Листы R-42-XXV, XXVI (Яры). Объяснительная записка / С. Ю. Петров, А. Г. Коннов, Р. В. Червяков, М. Н. Петрова и др. – СПб.: Картографическая фабрика ВСЕГЕИ, 2018. – 149 с.

6. Савельев Г. В., Коннов А. Г. Источники сноса нижнепермских терригенных отложений Полярного Урала и юго-востока Пай-Хоя // *Фундаментальные проблемы тектоники и геодинамики: Материалы 52-го Тектонического совещания*. – М.: ГЕОС, 2020. – Т. 2. – С. 265–269.

7. Салдин В. А. Осадконакопление в позднем палеозое на севере Урала и Пай-Хоя // *Осадочная геология Урала и прилегающих регионов: сегодня и завтра: Материалы 12 Уральского литологического совещания*. – Екатеринбург: Институт геологии и геохимии им. академика А. Н. Заварицкого, 2018. – С. 306–311.

8. Тимонин Н. И., Юдин В. В. Пайхоиды – особый комплекс дислокаций земной коры // *Литосфера*. – 2002. – № 2. – С. 34–37.

9. Тимонин Н. И., Юдин В. В., Беляев А. А. Палеогеодинамика Пай-Хоя. – Екатеринбург: УрО РАН, 2004. – 228 с.

1. Shishkin M. A., Shkarubo S. I., Markina N. V. et al. Gosudarstvennaya geologicheskaya karta Rossiyskoy Federatsii. Masshtab 1 : 1 000 000 (tret'e pokolenie). Seriya Yuzhno-Karskaya. List R-41 – Amderma. Ob'yasnitel'naya zapiska [State geological map of the Russian Federation. Scale 1:1,000,000 (third generation). South Karskaya series. Sheet R-41 – Amderma. Explanatory note]. St. Petersburg, Kartograficheskaya fabrika VSEGEI, 2012, 383 p.

2. Shishkin M. A., Faybusovich Ya. E., Shkarubo S. I., Nazarov D. V. et al. Gosudarstvennaya geologicheskaya karta Rossiyskoy Federatsii. Masshtab 1 : 1 000 000 (tret'e pokolenie). Seriya Zapadno-Sibirskaya. List R-42 – p-ov Yamal. Ob'yasnitel'naya zapiska [State geological map of the Russian Federation. Scale 1:1,000,000 (third generation). Series West Siberian. Sheet R-42 – Yamal Peninsula. Explanatory note]. St. Petersburg, Kartograficheskaya fabrika VSEGEI, 2014, 322 p.

3. Shishkin M. A., Astapov A. P., Kabatov N. V. et al. Gosudarstvennaya geologicheskaya karta Rossiyskoy Federatsii. Masshtab 1 : 1 000 000 (tret'e pokolenie). Seriya Ural'skaya. List Q-41 – Vorkuta. Ob'yasnitel'naya zapiska [State geological map of the Russian Federation. Scale 1:1,000,000 (third generation). Ural series. Sheet Q-41 – Vorkuta. Explanatory note]. St. Petersburg, Kartograficheskaya fabrika VSEGEI, 2007, 541 p.

4. Konnov A. G., Chervyakov R. V., Petrova M. N. et al. Gosudarstvennaya geologicheskaya karta Rossiyskoy Federatsii masshtaba 1 : 200 000 (izdanie vtoroe). Seriya Vaygachsko-Paykhoyskaya. List R-41-XXX (Ust'-Kara). Ob'yasnitel'naya zapiska [State geological map of the Russian Federation at a scale of 1:200,000 (second edition). Series Vaygachsko-Paihoiskaya.

Sheet R-41-XXX (Ust-Kara). Explanatory note]. St. Petersburg, Kartograficheskaya fabrika VSEGEI, 2019 (v pechati), 201 p.

5. Petrov S. Yu., Konnov A. G., Chervyakov R. V., Petrova M. N. et al. Gosudarstvennaya geologicheskaya karta Rossiyskoy Federatsii masshtaba 1 : 200 000 (izdanie vtoroe). Seriya Polyarno-Ural'skaya. Listy R-42-XXV, XXVI (Yary). Ob'yasnitel'naya zapiska [State geological map of the Russian Federation at a scale of 1:200,000 (second edition). Series Polar-Ural. Sheets R-42-XXV, XXVI (Yary). Explanatory note]. St. Petersburg, Kartograficheskaya fabrika VSEGEI, 2018, 149 p.

6. Savel'ev G. V., Konnov A. G. Istochniki snosa nizhnepermских terrigenных otlozheniy Polyarnogo Urala i yugovostoka Pay-Khoya [Sources of drift of the Lower Permian terrigenous deposits of the Polar Urals and the southeast of Pai-Khoi]. *Fundamental'nye problemy tektoniki i geodinamiki: Materialy 52-go Tektonicheskogo soveshchaniya*. Moscow, GEOS, 2020, vol. 2, pp. 265–269. (In Russian).

7. Saldin V. A. Osadkonakoplenie v pozdnem paleozoe na severe Urala i Pay-Khoya [Sediment accumulation in the Late Paleozoic in the north of the Urals and Pai-Khoi]. *Osadochnaya geologiya Urala i prilezhashchikh regionov: segodnya i zavtra: Materialy 12 Ural'skogo litologicheskogo soveshchaniya*. Ekaterinburg, Institut geologii i geokhimii im. akademika A. N. Zavaritskogo, 2018, pp. 306–311. (In Russian).

8. Timonin N. I., Yudin V. V. Paykhoidy – osoby kompleks dislokatsiy zemnoy kory [Paykhoids – a special complex of dislocations of the earth's crust]. *Litosfera*, 2002, no. 2, pp. 34–37. (In Russian).

9. Timonin N. I., Yudin V. V., Belyaev A. A. Paleogeodinamika Pay-Khoya [Paleogeodynamics of Pai-Khoi]. Ekaterinburg, UrO RAN, 2004, 227 p.

Шишкин Михаил Александрович – канд. геол.-минерал. наук, зам. ген. директора, ВСЕГЕИ¹. <Mikhail_Shishkin@vsegei.ru>

Шкарубо Сергей Иванович – канд. геол.-минерал. наук, гл. геолог, Открытое акционерное общество «Морская арктическая геологоразведочная экспедиция» (ОАО «МАГЭ»). Ул. Софьи Перовской, 26, Мурманск, Россия, 183038.

Коннов Артем Григорьевич – вед. геолог, ВСЕГЕИ¹. <Artem_Konnov@vsegei.ru>

Савельев Георгий Владимирович – геолог, ВСЕГЕИ¹. <Georgiy_Savelyev@vsegei.ru>

Shishkin Mikhail Aleksandrovich – Candidate of Geological and Mineralogical Sciences, Deputy General Director, VSEGEI¹. <Mikhail_Shishkin@vsegei.ru>

Shkarubo Sergey Ivanovich – Candidate of Geological and Mineralogical Sciences, Chief Geologist, Joint Stock Company Marine Arctic Geological Expedition (JSC MAGE). 26 Ul. S. Perovskoy, Murmansk, Russia, 183038.

Konnov Artem Grigor'evich – Leading Geologist, VSEGEI¹. <Artem_Konnov@vsegei.ru>

Savel'ev Georgiy Vladimirovich – Geologist, VSEGEI¹. <Georgiy_Savelyev@vsegei.ru>

¹ Всероссийский научно-исследовательский геологический институт им. А. П. Карпинского (ВСЕГЕИ). Средний пр., 74, Санкт-Петербург, Россия, 199106.

A. P. Karpinsky Russian Geological Research Institute (VSEGEI). 74 Sredny Prospect, St. Petersburg, Russia, 199106.