

УДК 551.552:550.4

ЭКЗОТИЧЕСКИЙ ИНИМСКИЙ БЛОК АРГУНСКОГО КОНТИНЕНТАЛЬНОГО МАССИВА ЦЕНТРАЛЬНО-АЗИАТСКОГО СКЛАДЧАТОГО ПОЯСА: РЕЗУЛЬТАТЫ ГЕОХРОНОЛОГИЧЕСКИХ (LA-ICP-MS) U–Th–Pb- И ИЗОТОПНО-ГЕОХИМИЧЕСКИХ Sm–Nd-ИССЛЕДОВАНИЙ

Р. О. Овчинников¹, А. А. Сорокин¹, А. Б. Котов², Е. Б. Сальникова²,
В. П. Ковач², член-корреспондент РАН А. П. Сорокин^{1,*}

Поступило 17.05.2018 г.

В результате проведённых исследований установлено, что возраст протолитов гранатсодержащих биотит-серицит-мусковитовых сланцев Инимского блока не превышает 991 млн лет, а их источниками послужили породы нео-, мезо- и палеопротерозойской и архейской континентальной коры. Это позволяет предполагать, что по отношению к Аргунскому массиву Инимский блок является экзотическим. Такое предположение обусловлено тем, что значительный вклад в формирование протолитов слагающих его метаосадочных пород внесли продукты разрушения раннедокембрийской континентальной коры, присутствие которой в пределах Аргунского массива не доказано. Не исключено, что Инимский блок — фрагмент Джугджуро-Станового супертеррейна, имплантированный в структуру Аргунского массива в результате мезозойских тектонических событий.

Ключевые слова: Инимский блок, Аргунский супертеррейн, Центрально-Азиатский складчатый пояс, сланцы, докембрий.

DOI: <https://doi.org/10.31857/S0869-56524846734-738>

Аргунский (Аргун-Идермегский) континентальный массив (супертеррейн) — один из главных структурных элементов восточной части Центрально-Азиатского складчатого пояса (рис. 1). Согласно существующим представлениям [2] наиболее древними (архейскими) образованиями этого массива являются метаморфизованные в условиях высокотемпературной амфиболитовой фации осадочные, вулканические породы гонжинской серии и рассланцованные в условиях амфиболитовой фации диориты, кварцевые диориты, гранодиориты бекетского, граниты гонжинского комплексов. К более высокому, палеопротерозойскому (по [2]) или неопротерозойскому (по [1]), структурному этажу Аргунского массива относят слабометаморфизованные вулканогенно-осадочные отложения чаловской серии и гранитоиды чаловского комплекса.

Метаморфические породы гонжинской, чаловской серий слагают небольшие тектонические блоки

(Гонжинский, Путакский, Инимский), которые обычно рассматривают как выходы раннедокембрийского фундамента Аргунского массива [2]. Однако полученные к настоящему времени геохронологические и изотопно-геохимические данные свидетельствуют о том, что протолиты метаосадочных, метавулканических пород гонжинской серии Гонжинского блока и наложенные на них структурно-метаморфические преобразования имеют не раннедокембрийский, а мезозойский возраст [3–5]. Кроме того, установлено, что в метапесчаниках чаловской серии Гонжинского блока наиболее молодые детритовые цирконы имеют ордовикский возраст [6]. Это в совокупности с данными о возрасте метадиоритов исагачинской толщи чаловской серии Гонжинского блока (476 ± 8 млн лет [7]) свидетельствует о её ордовикском возрасте. Недавно показано, что этот блок — структура, подобная комплексам метаморфических ядер кордильерского типа [4].

В то же время в палеозойских, мезозойских осадочных породах Аргунского массива обнаружены неопротерозойские обломочные цирконы [6, 8, 9]. Это позволяет предполагать, что в его пределах или его обрамлении присутствуют неопротерозойские магматические комплексы. В этой связи мы провели

¹ Институт геологии и природопользования
Дальневосточного отделения Российской Академии наук,
Благовещенск

² Институт геологии и геохронологии докембрия
Российской Академии наук, Санкт-Петербург

*E-mail: Ovchinnikov@ignm.ru

геохронологические U—Th—Pb-исследования детритовых цирконов из метаосадочных пород Инимского блока, расположенного в центральной части Аргунского массива (рис. 1).

В строении Инимского блока преобладают гнейсы, кристаллические сланцы, которые относят к архейской игажской свите гонжинской серии [2] или к исагачинской свите неопротерозойской чаловской серии [1]. Геохимические особенности метаморфических пород Инимского блока свидетельствуют об осадочном происхождении их протолитов.

Для геохронологических U—Th—Pb-исследований (LA-ICP-MS) использован образец R-78 гранатосодержащего биотит-серицит-мусковитового сланца Инимского блока. Выделение циркона выполнено в минералогической лаборатории ИГиП ДВО РАН (г. Благовещенск) по стандартной методике с помощью тяжёлых жидкостей. Геохронологические U—Th—Pb-исследования цирконов проведены в Геохронологическом центре аризонского университета на ICP масс-спектрометре Thermo Element 2, оснащённом системой лазерной абляции Photon Machines Analyte G2, по методике, представленной на сайте лаборатории (www.laserchron.org). Конкордантные возрасты цирконов рассчитаны с использованием программы Isoplot v. 4.15 [10]. При построении гистограммы и кривой относительной вероятности возраста цирконов [11] принимали во внимание только concorдантные оценки их возраста.

Изотопные Sm—Nd-исследования выполнены в ИГГД РАН (г. Санкт-Петербург). Изотопные составы Sm, Nd определены на многоколлекторном масс-спектрометре TRITON TI в статическом режиме. Измеренные $^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd}$ нормализованы к $^{146}\text{Nd}/^{144}\text{Nd} = 0,7219$ и приведены к $^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd} = 0,512115$ в Nd-стандарте JNdi-1. Средневзвешенное значение $^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd}$ в Nd-стандарте JNdi-1 за период измерений составило $0,512102 \pm 6$ ($n = 8$). Точность определения концентраций Sm, Nd $\pm 0,5\%$, $^{147}\text{Sm}/^{144}\text{Nd} \pm 0,5\%$, $^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd} \pm 0,005\%$ (2σ). Уровень холостого опыта не превышал 0,2 нг Sm, 0,5 нг Nd. При расчёте величин $\epsilon_{\text{Nd}(t)}$ и модельных возрастов $t_{\text{Nd(DM)}}$ использованы современные значения однородного хондритового резервуара (CHUR) по [12] и деплетированной мантии (DM) по [13].

Геохронологические U—Th—Pb-исследования выполнены для 111 зёрен детритовых цирконов из гранатосодержащего биотит-серицит-мусковитового сланца (рис. 2а). Для них получено 44 concorдантных и субconcorдантных оценок возраста 932—1069 млн лет. На кривой вероятности распределения concorдантных возрастов отчётливо выделяется пик, соответствующий 991 млн лет (рис. 2б), который в первом приближении определяет нижнюю возрастную границу накопления протолита гранатосодержащего биотит-серицит-мусковитового сланца. Для остальных детритовых цирконов из гранатосодержащего биотит-серицит-мусковитового сланца получены оценки возраста (дискордантность 5—20%) 925—1018 ($n = 18$), 1052—1466 ($n = 34$), 1627—1940 млн лет ($n = 13$). И два зерна циркона имеют возраст (по $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$) ~2374 и 2524 млн лет.

Как видно из табл. 1, оценки Nd модельного возраста ($t_{\text{Nd(DM)}}$) гранатосодержащих биотит-серицит-мусковитовых сланцев Инимского блока 3,0—2,3 млрд лет. Результаты эти неожиданные. Во-первых, опубликованные к настоящему времени данные свидетельствуют о том, что палеозойские и мезозойские магматические, осадочные комплексы Аргунского массива характеризуются мезопротерозойскими значениями Nd модельных возрастов $t_{\text{Nd(DM)}} = 1,5\text{—}1,0$ млрд лет [5, 8, 9]. Во-вторых, в породах палеозойских, мезозойских осадочных последовательностей Аргунского массива доля обломочных цирконов древнее неопротерозоя очень мала [6, 8, 9], что ставит под сомнение наличие раннедокембрийского фундамента в его строении.

С другой стороны, обращает на себя внимание сходство Nd модельных возрастов метаосадочных пород Инимского блока и реперных магматических, метаморфических комплексов Джугджуро-Станового супертеррейна ($t_{\text{Nd(DM)}} = 3,2\text{—}2,0$ млрд лет [14, 15]), отделённого от Аргунского массива Монголо-Охотским складчатым поясом.

Полученные результаты позволяют сделать вывод, что возраст протолитов гранатосодержащих биотит-серицит-мусковитовых сланцев Инимского блока не более 991 млн лет, а их источниками послужили породы нео-, мезо-, палеопротерозойской и архейской континентальной коры. Это позволяет предполагать, что по отношению к Аргунскому массиву Инимский блок является экзотическим. Такое предположение обусловлено тем, что значительный вклад в формирование протолитов слагающих его метаосадочных пород внесли продукты разрушения раннедокембрийской континентальной коры, присутствие которой в пределах Аргунского массива не доказано. Не исключено, что Инимский блок — фрагмент Джугджуро-Станового супертеррейна, имплантированный в структуру Аргунского массива в результате мезозойских тектонических событий.

Источник финансирования. Исследования выполнены при финансовой поддержке РФФИ (проект № 17—35—50064-мол-нр).

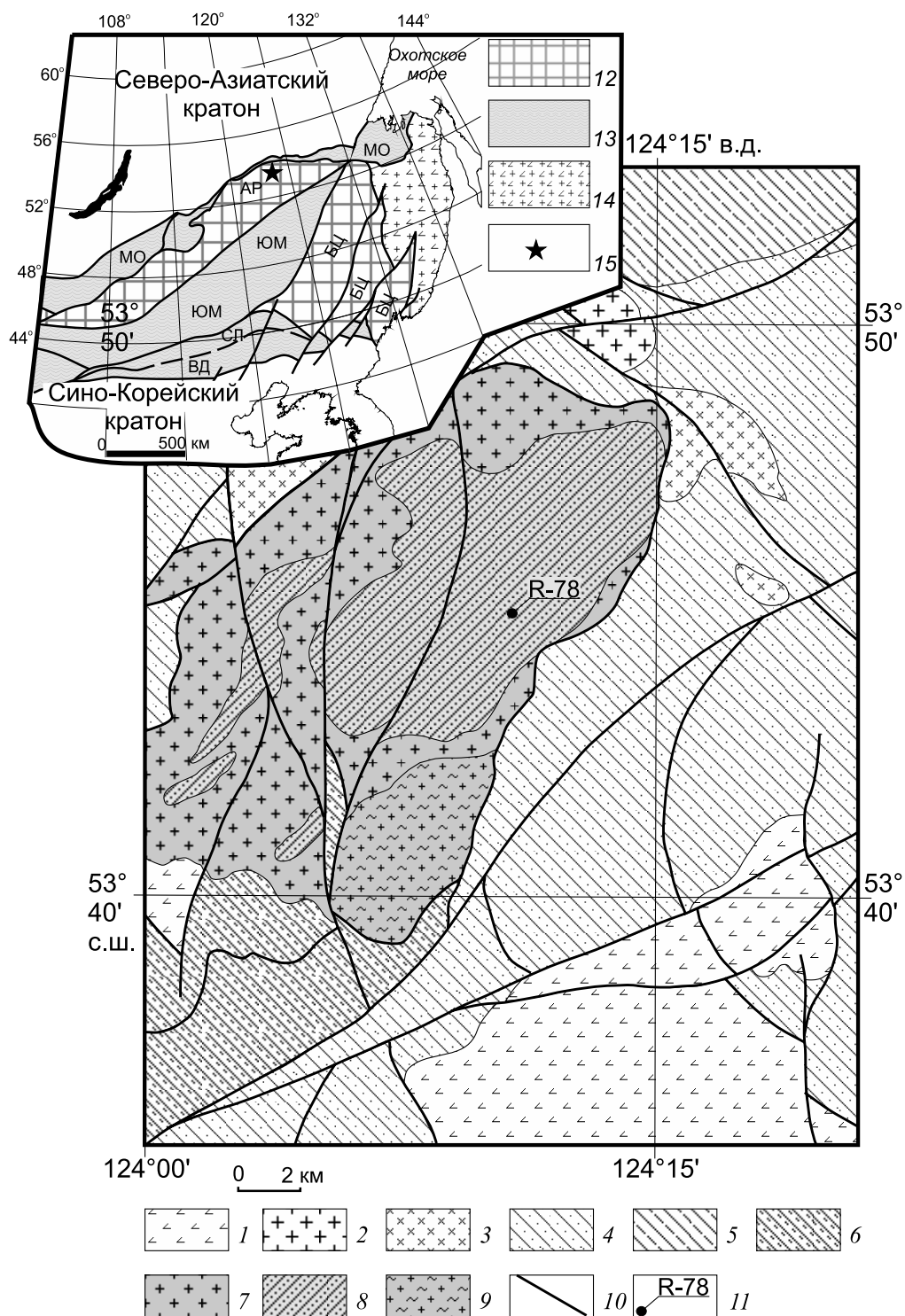


Рис. 1. Геологическая схема Инимского блока Аргунского континентального массива. Составлена по [1]. 1 — нижне-меловые вулканические и вулканогенно-осадочные отложения; 2 — раннемеловые гранитоиды; 3 — позднеюрские (?) гранитоиды; 4 — среднеюрские терригенные отложения; 5 — ниже- и ниже-среднеюрские терригенные отложения; 6 — верхнетриасовые (?) терригенные отложения; 7–9 — породы Инимского блока: 7 — неопротерозойские (?) гнейсовидные гранитоиды чаловского комплекса, 8 — неопротерозойские (?) гнейсы и сланцы чаловской серии, 9 — архейские (?) гнейсовидные граниты; 10 — разломы; 11 — место отбора образца для геохронологических U–Th–Pb-исследований и его номер. Врезка: положение Инимского блока в структурах восточной части Азии: 12 — континентальные массивы — супертеррейны (АР — Аргунский, БЦ — Буреинско-Цзямусинский); 13 — палеозойские—раннемезозойские складчатые пояса (ЮМ — Южно-Монгольско-Хинганский, СЛ — Солонкерский, ВД — Вундурмиао); 14 — позднеюрско-раннемеловые орогенные пояса; 15 — район исследования.

Таблица 1. Результаты изотопных Sm–Nd-исследований гранатсодержащих биотит-серицит-мусковитовых сланцев Инимского блока

Номер образца	Sm, мкг/г	Nd, мкг/г	$^{147}\text{Sm}/^{144}\text{Nd}$	$^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd} (\pm 2\sigma_{\text{изм.}})$	$\epsilon_{\text{Nd}(0)}$	$\epsilon_{\text{Nd}(1,0)}$	$t_{\text{Nd(DM)}}$, млн лет
C-1253	3,02	14,38	0,1268	$0,511401 \pm 5$	–24,1	–15,2	3050
C-1253-1	5,81	33,8	0,1040	$0,511479 \pm 2$	–22,6	–10,8	2312
R-77	3,85	21,4	0,1089	$0,511364 \pm 2$	–24,9	–13,7	2586
R-78	3,22	16,46	0,1184	$0,511409 \pm 3$	–24,0	–14,0	2768

Примечание. Величины ошибок определения отношения $^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd}$ соответствуют последним значащим цифрам после запятой.

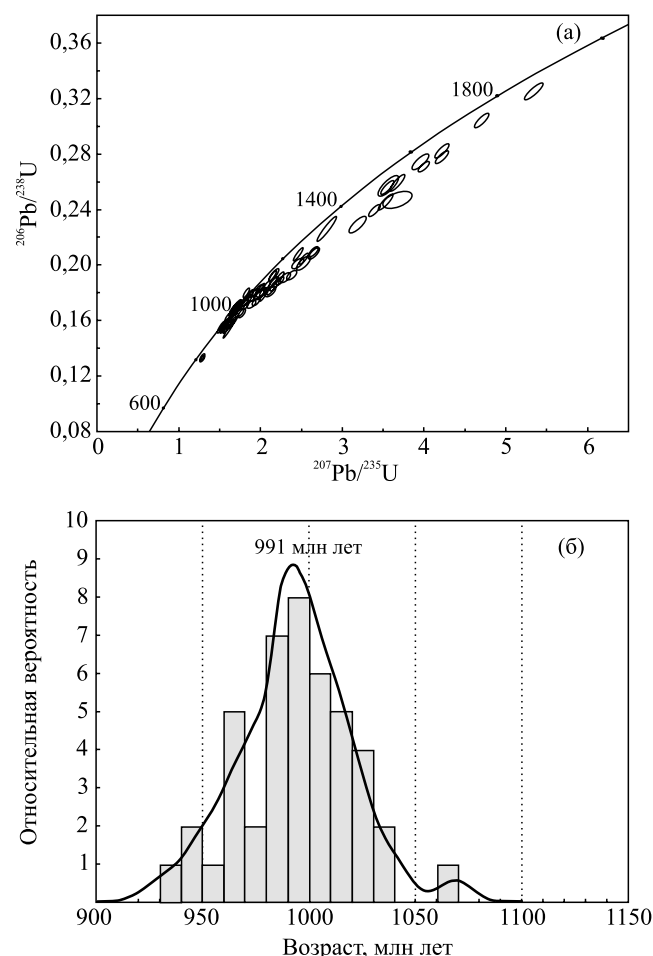


Рис. 2. Диаграмма с конкордией (а), кривая относительной вероятности и гистограмма возрастов детритовых цирконов (б) из гранатсодержащих биотит-серицит-мусковитовых сланцев (R-78) Инимского блока.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Козырев С.К. Государственная геологическая карта РФ 1:200 000. 2-е изд. Зейская серия. Лист N-51-XXIII (Невер), N-51-XXIX (Осежино). СПб.: ВСЕГЕИ, 2002.
2. Петрук Н.Н., Козлов С.А. Государственная геологическая карта Российской Федерации масштаба 1:1 000 000. Лист N-51 (Сковородино). Третье поколение. Дальневосточная серия / Под ред. А.С. Вольского. СПб.: ВСЕГЕИ, 2009.
3. Котов А.Б., Сорокин А.А., Сальникова Е.Б. и др. // ДАН. 2009. Т. 429. № 6. С. 779–783.
4. Котов А.Б., Мазукабзов А.М., Сковитина Т.М. и др. // Геотектоника. 2013. № 5. С. 48–60.
5. Сальникова Е.Б., Котов А.Б., Ковач В.П. и др. // ДАН. 2012. Т. 444. № 5. С. 519–522.
6. Смирнова Ю.Н. Проблемы тектоники и геодинамики земной коры и мантии. Материалы тектонического совещания // Стратиграфия. Геол. корреляция. 2018. Т. 1. С. 202–205.
7. Сорокин А.А., Смирнов Ю.В., Котов А.Б. и др. // ДАН. 2014. Т. 457. № 3. С. 323–326.
8. Сорокин А.А., Смирнова Ю.Н., Котов А.Б. и др. // Геохимия. 2015. № 6. С. 539–550.
9. Смирнова Ю.Н., Сорокин А.А., Попеко Л.И. и др. // Геохимия. 2017. № 2. С. 127–148.
10. Ludwig K. Isoplot 3.6: Berkeley Geochronol. Center Spec. Publ. 2008. № 4. 77 p.
11. Gehrels G. Detrital Aircon U–Pb Geochronology: Current Methods and New Opportunities. In: Tectonics of Sedimentary Basins: Recent Advances. Wiley-Blackwell, 2011. P. 47–62.
12. Jacobsen S.B., Wasserburg G.J. // Earth and Planet Sci. Lett. 1984. V. 67. P. 137–150.
13. Goldstein S.J., Jacobsen S.B. // Earth and Planet Sci. Lett. 1988. V. 87. P. 249–265.
14. Великославинский С.Д., Котов А.Б., Сальникова Е.Б. и др. // ДАН. 2011. Т. 438. № 3. С. 355–359.
15. Великославинский С.Д., Котов А.Б., Сальникова Е.Б. и др. // ДАН. 2012. Т. 444. № 4. С. 402–406.

**THE EXOTIC INIM BLOCK OF THE ARGUN CONTINENTAL
SUPERTERRANE OF THE CENTRAL ASIAN FOLD BELT: RESULTS
OF U–Th–Pb GEOCHRONOLOGICAL (LA-ICP-MS) AND Sm–Nd
ISOTOPIC-GEOCHEMICAL STUDIES**

**R. O. Ovchinnikov, A. A. Sorokin, A. B. Kotov, E. B. Sal'nikova,
V. P. Kovach, Corresponding Member of the RAS A. P. Sorokin**

Received May 17, 2018

The results of studies indicate that the age of the protoliths of garnet-bearing biotite–sericite–muscovite schists of the Inim Block is <991 Ma, and they are derived from rocks of the Neo-, Meso-, and Paleoproterozoic (as well as Archean) crust. This suggests that the Inim Block is exotic relatively to the Argun Superterrane due to the formation of the protolith of its metasedimentary rocks largely from erosion products of the Early Precambrian continental crust, the presence of which within the Argun Superterrane is not proven. It is not excluded that the Inim Block is a fragment of the Dzhugdzhur–Stanovoi Superterrane implanted in the structure of the Argun Superterrane as a result of Mesozoic tectonic events.

Keywords: Inim Block, Argun Superterrane, Central Asian Fold Belt, schists, Precambrian.