

**ПЕРВЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ U-Pb ГЕОХРОНОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ
ДОКЕМБРИЙСКИХ ГРАНИТОИДОВ БАТОМГСКОГО БЛОКА АЛДАНСКОГО ЩИТА**

**М.А. Мишкин¹, А.М. Ленников¹, Т.Б. Баянова², Г.М. Вовна¹, В.Г. Сахно¹,
Р.А. Октябрьский¹, З.Г. Бадрединов¹**

¹Дальневосточный геологический институт ДВО РАН, пр. 100 лет Владивостоку 159,
г. Владивосток, 690022, e-mail: mishkin35@mail.ru

²Геологический институт Кольского научного центра РАН, ул. Ферсмана 14, г. Апатиты, 184200,
e-mail: tamara@geoksc.apatity.ru

Поступила в редакцию 24 марта 2009 г.

В статье приведены первые результаты U-Pb геохронологических исследований докембрийских гранитоидов Батомгского блока (Алданский щит). Установлено, что амфиболовые диориты этого блока имеют возраст 2062 ± 14 млн лет, а биотитовые плагиограниты – 2055 ± 7 млн лет. Эти гранитоиды претерпели метаморфизм эпидот-амфиболитовой фации 1920 \pm 8 млн лет назад.

Ключевые слова: гранит-зеленокаменная область, U-Pb геохронологические исследования, гранитоиды, Алданский щит.

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время Батомгский блок рассматривается в качестве гранит-зеленокаменной области Алданского щита [3, 4, 9]. Среди метаморфических образований Батомгского блока на основе геологосъемочных работ [2] было выделено три свиты раннепротерозойского возраста (снизу вверх): утукачанская, одолинская и маймаканская. Утукачанская свита представлена монотонной толщей биотитовых плагиогнейсов и кристаллических сланцев. Подчиненную роль в разрезе свиты имеют амфиболиты, биотит-гранатовые гнейсы и мраморы. Одолинская свита состоит в основном из меланократовых роговообманковых плагиогнейсов и амфиболитов, содержащих местами клинопироксен. В составе маймаканской свиты преобладают биотит-роговообманковые и биотитовые плагиогнейсы и кристаллосланцы. В подчиненном количестве присутствуют амфиболиты, мраморы и диопсидовые плагиогнейсы. Утукачанская, одолинская и маймаканская свиты объединены в батомгскую серию. Считалось, что метаморфизм пород батомгской серии соответствует амфиболитовой фации. Позднее, при составлении карты метаморфизма юго-востока Сибирского кратона, А.Н. Нееловым с коллегами [8] среди образований, относимых к батомгской серии, были выделены три

разновозрастных раннедокембрийских комплекса: омнинский (наиболее древний), батомгский и чумиканский, отличающиеся степенью метаморфизма. Породы омнинского комплекса метаморфизованы в гранулитовой фации и представлены двупироксен-плагиоклазовыми сланцами, гиперстеневыми плагиогнейсами, биотит-гранатовыми и гранат-силлиманитовыми сланцами, гиперстен-магнетитовыми кварцитами, амфиболитами, диопсид-форстеритовыми кальцифирами. К батомгскому комплексу (батомгская серия) вышеуказанными авторами отнесены породы амфиболитовой фации.

Решениями IV МРСС [10] батомгская серия была отнесена к раннему, а чумиканская серия – к позднему архею. Изотопным датированием эти представления не подкреплены. Подобная схема расчленения метаморфических пород Батомгского блока принята и в легенде Учуро-Майской серии листов государственной геологической карты масштаба 1:200 000, составленной В.А. Гурьяновым [7]. В указанных стратиграфических схемах метаморфические породы Батомгского блока отнесены к батомгской и чумиканской сериям, причем отсутствует стратиграфическое подразделение, соответствующее омнинскому гранулитовому комплексу, выделенному в [8]. Однако позднее А.Н. Зедгенизов и В.И. Березкин [11] на основе анализа материалов геологосъе-

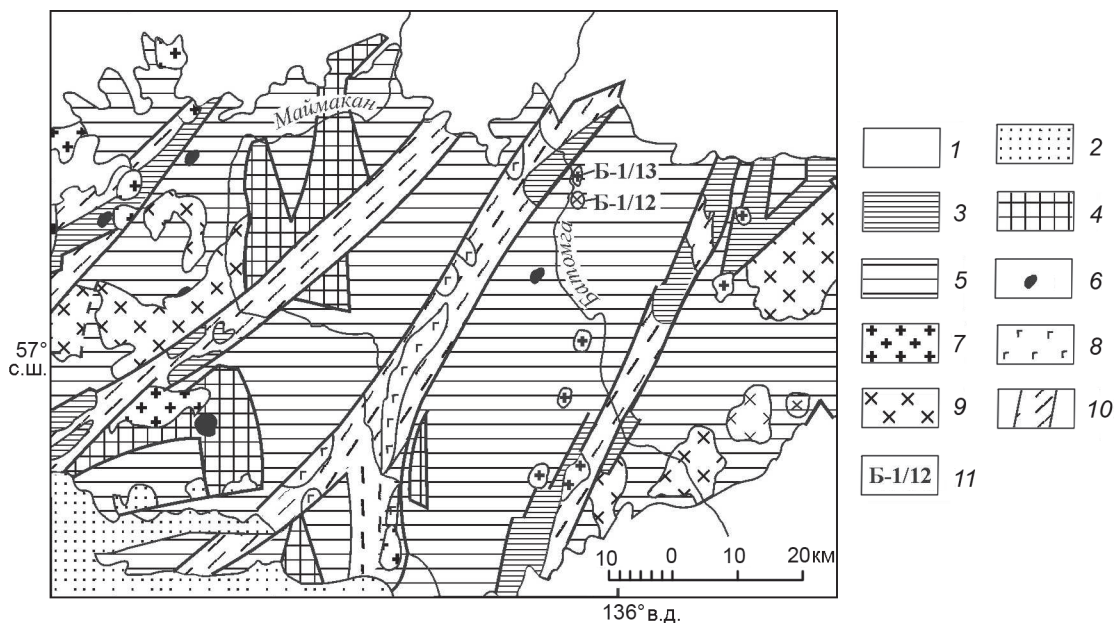


Рис. 1. Схематическая геологическая карта Батомгского блока (Алданский щит), по [11] (с изменениями и использованием полевых материалов А.М. Ленникова).

1 – нерасчлененные фанерозойские и рифейские осадочные отложения покровно-складчатого комплекса; 2 – раннепротерозойские осадочно-вулканогенные образования Улканского прогиба; 3–5 – раннепротерозойские метаморфические комплексы Батомгского блока: 3 – чумиканская серия, 4 – омнинский комплекс, 5 – батомгская серия; 6 – позднепротерозойские перидотиты и пироксениты; 7–9 – раннепротерозойский магматический комплекс: 7 – граниты, 8 – габбро, 9 – диориты; 10 – зоны интенсивного рассланцевания, бластомилонитизации и разломы; 11 – места отбора проб и их номера.

мочных работ выделили в пределах Батомгского блока области распространения пород гранулитовой фации (рис. 1), соответствующие омнинскому комплексу в понимании А.Н. Неелова с коллегами [8].

Авторы настоящей работы, основываясь на собственных полевых исследованиях, вслед за А.Н. Нееловым с соавторами [8], Л.П. Карсаковым [5], А.Н. Зедгенизовым и В.И. Березкиным [11] считают породы омнинского комплекса наиболее древними метаморфическими образованиями Батомгского блока, залегающими в основании батомгской серии. Однако этот вопрос нуждается в дополнительных исследованиях.

Чумиканская серия слагает тектонические клинья и блоки в зонах рассланцевания и диафтореза северо-восточного простирания (рис. 1). Среди пород серии установлены биотитовые, двуслюдяные сланцы, микрогнейсы, кварциты, метапесчаники, тремолитовые мраморы, актинолитовые сланцы и порфиритоиды. Метаморфизм пород комплекса зональный – от зеленосланцевой до эпидот-амфиболитовой и низов амфиболитовой фаций [5, 8].

Sm-Nd изотопными исследованиями, проведенными А.Б. Котовым [6], установлено, что мо-

дельный возраст гнейсов исходного осадочного происхождения омнинского и батомгского комплексов – $T_{Nd}(DM)$ составляет 2.1–2.2 млрд лет, а чумиканского – 2.1 млрд лет, и на этом основании сделан вывод об их раннепротерозойском возрасте. Величины $T_{Nd}(DM)$ гранитоидов, прорывающих породы омнинского и батомгского комплексов, находятся в пределах 2.0–2.3 млрд лет. Метаморфические образования Батомгского блока несогласно перекрываются осадочно-вулканогенным улканским комплексом с возрастом 1716–1736 млн лет (U-Pb метод по циркону) [12].

МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

В настоящей работе представлены результаты U-Pb геохронологических исследований интрузивных образований Батомгского блока – биотитовых плагиогранитов и амфиболовых диоритов. Места отбора геохронологических проб показаны на рис. 1. Химическое разложение цирконов и измерение концентраций урана и свинца проводилось согласно методике, описанной в работе [1]. В расчетах координат точек и параметров U-Pb изохрон использовались программы [13, 14], ошибки даны на уровне 2σ .

Коррекция на примесь обыкновенного свинца определена на возраст по модели [15]. В расчетах использовались константы распада по данным [16]. Изотопные U-Pb исследования проводили на семиканальном твердофазном масс-спектраторе “Finnigan – MAT-262” (PRQ) в статическом режиме, ошибки воспроизводимости по осям составляют 0.5 %. Химический состав пород определялся методом “мокрой химии”, аналитик Ж.А. Щека.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ВЫВОДЫ

Магматиты образуют небольшие вытянутые тела, залегающие субсогласно с вмещающими их метаморфическими породами батомгского комплекса. В отдельных случаях можно наблюдать рвущие апофизы гранитоидов во вмещающих толщах.

Проба Б-1/12 представлена слабо разгнейсованным амфиболовым диоритом, состоящим из плагиоклаза (№ 48–50) – 70 %, обыкновенной роговой обманки – 25 %, кварца – 15 %. Вторичные и акцессорные минералы: эпидот, апатит, ортит, циркон, магнетит. Химический состав амфиболового диорита следующий (мас.%): SiO₂ 57.06; TiO₂ 0.93; Al₂O₃ 16.61; Fe₂O₃ 2.54; FeO 5.33; MnO 0.15; MgO 4.39; CaO 6.84; K₂O 1.25; Na₂O 4.72; H₂O 0.10; п.п.п. 0.14; сумма 100.06.

Из изученных диоритов (проба Б-1/12) с помощью стандартных методов сепарации было отобрано пять морфологических типов цирконов. Первый и второй типы цирконов (точки 1 и 2 на рис. 2) представлены длинно-призматическими кристаллами розового цвета и гиацинтового типа (гиацинтовая призма {100} + дипирамида {111}). Вершины и ребра зерен немного сглажены, зерна полупрозрачные, поверхность слегка корродированная, блеск стеклянный. Размеры кристаллов – 250×100 мкм, коэффициент удлинения – 2.5. В иммерсионной среде наблюдается четкая осцилляторная зональность, а также отмечаются трещины, вдоль которых локализуются замутнения, затемнения, а также газово-жидкие и минеральные включения.

Цирконы 3 и 4 типов (рис. 2, точки 3 и 4) также представлены магматическими кристаллами призматического типа, бледно-розового цвета. Для этих зерен характерен цирконовый тип, со слегка нечеткой огранкой, особенно пирамид. Зерна прозрачные, поверхность кристаллов слабо корродирована, блеск стеклянный. Средние размеры кристаллов – 250×175 мкм с коэффициентом удлинения 1.4. В иммерсии наблюдается тончайшая осцилляторная зональность в зернах, грубые трещины, вдоль которых размещаются затемнения, а также газово-жидкие и минеральные включения. Такие

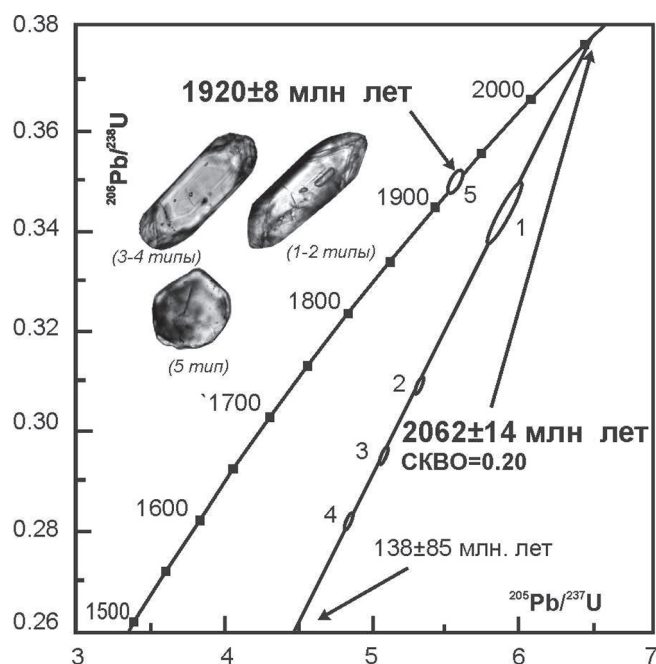


Рис. 2. Диаграмма с конкордией для циркона из амфиболовых диоритов Батомгского блока (пр. Б-1/12).

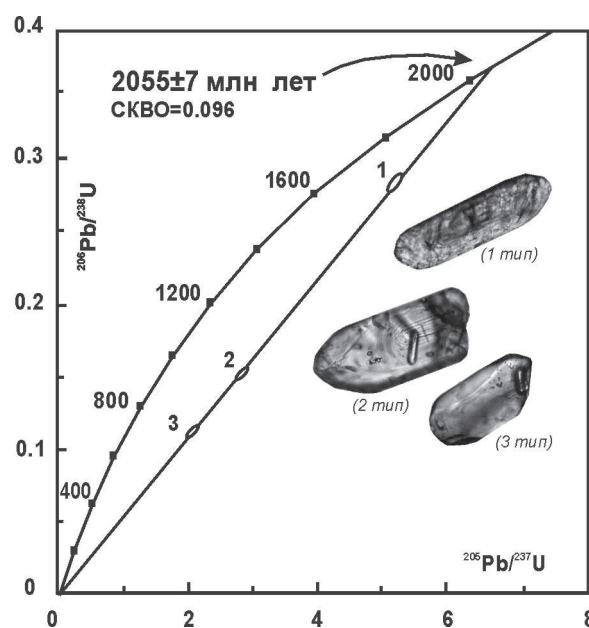


Рис. 3. Диаграмма с конкордией для циркона из биотитовых плагиогранитов Батомгского блока (пр. Б-1/13).

кристаллы были разобраны на два типа вручную по степени окрашенности: розовые и бледно-розовые – это третий и четвертый типы (рис. 2, точки 3 и 4).

Пятый тип цирконов объединял зерна изометрического типа желто-лимонного цвета с нечеткой огранкой изометрического облика (рис. 2, точка 5).

Таблица. Изотопные U-Pb данные для цирконов из амфиболовых диоритов (пр. Б-12) и биотитовых плагиогранитов (пр. Б-1/13) Батомского блока.

Проба №	Навеска мг	Содержание, ppm		Изотопный состав свинца ¹⁾			Изотопные отношения и возраст, млн. лет ²⁾			Rho
		Pb	U	$\frac{^{206}\text{Pb}}{^{204}\text{Pb}}$	$\frac{^{206}\text{Pb}}{^{207}\text{Pb}}$	$\frac{^{206}\text{Pb}}{^{208}\text{Pb}}$	$\frac{^{207}\text{Pb}}{^{235}\text{U}}$	$\frac{^{206}\text{Pb}}{^{238}\text{U}}$	$\frac{^{207}\text{Pb}}{^{206}\text{Pb}}$	
<i>проба. Б-1/12</i>										
1	0.30	22.8	59.7	1279	7.2923	6.8297	5.96217	0.341153	2053	0.94
2	0.20	91.2	260.4	786	6.9814	6.4440	5.35263	0.307180	2048	0.86
3	0.80	33.1	103.2	2282	7.5028	7.7586	5.09970	0.293538	2064	0.91
4	0.35	46.8	145.2	641	6.8301	6.4459	4.86215	0.280517	2039	0.75
5	0.55	28.4	56.7	442	4.7178	3.6383	5.63796	0.347963	1919	0.74
<i>проба. Б-1/13</i>										
1	0.50	221.8	680.6	1001	7.2763	6.8510	5.07950	0.290356	2046	0.96
2	0.20	143.4	1051.2	826	6.2979	4.8450	1.95982	0.111841	2067	0.80
3	0.20	183.2	1428.6	489	5.7798	4.1780	1.75002	0.099759	2060	0.80

Примечание. ¹⁾ Все отношения скорректированы на холостое загрязнение 0.08 нг для Pb и 0.04 нг для U и масс-дискриминацию 0.12±0.04 %. ²⁾ Коррекция на примесь обыкновенного свинца определена на возраст по модели Стейси и Крамерса [15].

Кристаллы прозрачные, со стекляннм блеском и слабокорродированной поверхностью, размерами 175×175 мкм. В иммерсии в этом типе цирконов наблюдалась неоднородная окраска, где центральные части зерен имеют темные участки по сравнению с краевыми. Для всех зерен характерны газово-жидкие и минеральные включения. По своим характеристикам этот тип цирконов можно отнести к новообразованным цирконам метаморфического генезиса.

Дискордия, построенная для цирконов первых четырех типов, имеет верхнее пересечение с конкордией, соответствующее возрасту 2062±14 млн лет при СКВО=0.20. Эта оценка возраста интерпретируется как возраст кристаллизации амфиболовых диоритов.

Точка изотопного состава циркона пятого типа расположена на конкордии и соответствует возрасту 1920±8 млн лет. Эта оценка возраста интерпретируется как время наложенных метаморфических преобразований и разгнейсования диоритов. Особенности цирконов пятого типа также подтверждает их метаморфогенную природу, однако окончательное решение этого вопроса требует дополнительных исследований.

Проба Б-1/13 представлена биотитовым слабо разгнейсованным плагиогранитом, сложным плагиоклазом (№ 24–28) – 55 %, кварцем – 30 %, биотитом – 15 %. Вторичные и аксессуарные минералы – эпидот, ортит, циркон, магнетит. Химический состав биотитового плагиогранита (мас. %): SiO₂ 75.90; TiO₂ 0.15; Al₂O₃ 12.21; Fe₂O₃ 0.55; FeO 2.23; MnO 0.02; MgO 0.55; CaO 3.13; K₂O 1.09; Na₂O 3.57; P₂O₅ 0.15; H₂O 0.24; п.п.п. 0.24; сумма 100.03.

На изотопное U-Pb датирование из пробы плагиогранитов (Б-1/13) вручную были отобраны три типа цирконов.

Первый тип включал длиннопризматические зерна желто-лимонного цвета, с нечеткой огранкой и немного сглаженными ребрами и гранями пирамид. Кристаллы характеризуются жирным блеском, большая часть зерен полупрозрачны. В иммерсии наблюдается осцилляционная зональность, характерная для магматических кристаллов, просматривается небольшое количество трещин, а также газово-жидких включений. Размеры зерен – 250×100 мкм, с коэффициентом удлинения 2.5 (рис. 3, точка 1).

Второй тип цирконов – это призматические зерна и их обломки темно-желтого цвета, цирконового типа с нечеткой огранкой. Зерна характеризуются жирным блеском, полупрозрачной природой, размерами 250×175 мкм, с коэффициентом удлинения 1.4. В иммерсии наблюдаются также тонкая зональность, трещины, газово-жидкие и минеральные включения (рис. 3, точка 2).

Третий тип представлен зернами призматического габитуса размерами 150×75 мкм, с коэффициентом удлинения 2. В иммерсии просматривается небольшое количество трещин, газово-жидких включений (рис. 3, точка 3), а также отмечается трещиноватость в кристаллах с зонами затемнения и замутнения.

Дискордия, построенная по трем точкам изотопного состава цирконов имеет верхнее пересечение с конкордией, соответствующее возрасту 2055±7 млн лет, СКВО=0.96. Нижнее пересечение дискордии с конкордией близко к нулю и отображает современные потери свинца. Этот возраст интерпретируется

как возраст кристаллизации плагиогранитов, и в пределах ошибок измерений почти соответствует возрасту 2062 ± 14 млн лет, полученному для диоритов.

Изотопные U-Pb данные приведены в табл. Полученные данные свидетельствуют о том, что изученные нами диориты и плагиограниты представляют одновозрастный раннепротерозойский гранитоидный комплекс Батомгской гранит-зеленокаменной области, хотя эти результаты следует рассматривать как предварительные. Этот комплекс сопоставляется нами с хоюндиным гранитоидным комплексом, выделяемым на изданных геологических картах, включающих исследованный район.

Авторы признательны В.М. Горошко и А.Б. Котову за конструктивные замечания, способствовавшие улучшению содержания статьи.

Работа выполнена при финансовой поддержке Президиума ДВО РАН (проект № 09-2-УО-08-004) и РФФИ (грант № 06-05-96106).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Баянова Т.Б. Возраст реперных геологических комплексов Кольского региона и длительность процессов магматизма / Ред. Ф.П. Митрофанов. СПб.: Наука, 2004. 174 с.
2. Геология СССР. Т. XIX. Хабаровский край и Амурская область. Ч. I. Геологическое описание / Ред. Л.И. Красный. М.: Недра, 1966. 736 с.
3. Глебовицкий В.А., Хильтова В.Я., Козаков И.К. Тектоническое строение Сибирского кратона: интерпретация геолого-геофизических, геохронологических и изотопно-геохимических данных // Геотектоника. 2008. № 1. С. 12–26.
4. Докембрийская геология СССР / Ред. Д.В. Рундквист. Л.: Наука, 1988. 442 с.
5. Карсаков Л.П. Раннедокембрийские комплексы в структуре Восточной Азии: Автореф. дис.... д-ра геол.-минер. наук. Хабаровск: ИТиГ, 1995. 88 с.
6. Котов А.Б. Граничные условия геодинамических моделей формирования континентальной коры Алданского щита: Автореф. дис.... д-ра геол.-минер. наук. СПб.: ИГД, 2003. 78 с.
7. Легенда Учуро-Майской серии листов Государственной геологической карты Российской Федерации м-ба 1:200 000 (изд. второе) / Сост. В.А. Гурьянов; гл. ред. Ю.П. Рассказов. Хабаровск: ФГУГПП "Хабаровскгеология", 1999. 86 с.
8. Метаморфические пояса СССР / Ред. В.А. Глебовицкий. Л.: Наука, 1971. С. 117-144.
9. Объяснительная записка к геологической карте СССР м-ба 1:1 000 000 (новая серия). Лист О-52(53) / Отв. ред. Е.П. Миронюк. Л., 1986, 1988. 126 с.
10. Решения IV межведомственного регионального стратиграфического совещания по докембрию и фанерозою юга Дальнего Востока и Восточного Забайкалья. Хабаровск: ХГГП, 1994. 123 с.
11. Федькин В.В., Кицул В.И., Березкин В.И. Состав минералов и P-T условия образования биотит-гранатовых гнейсов Батомгского блока // Петрология. 1996. Т. 4, № 2. С. 208–224.
12. Larin A.M., Amelin Yu.V., Neymark L.A., Krymsky R.S. The origin of the 1.73-1.70 Ga anorogenic Ulcan volcano-plutonic complex, Siberian platform, Russia, inferences from geochronological and Nd-Sr-Pb isotopic dates // An. Acad. Bras. G. 2001. V. 69, N 3. P. 296–313.
13. Ludwig K.R. ISOPLOT for MS-DOS, Version 2.50 // US Geol. Surv. Open-File Report. N 88-542. 1991. 38 p.
14. Ludwig K.R. ISOPLOT/ Ex. Version 2.06. A geochronological toolkit for Microsoft Excel // Berkeley Geochronol. Center Spec. Publ. 1999. N 1a. 49 p.
15. Stacey J.S., Kramers J.D. Approximation of terrestrial lead isotope evolution by a two-stage model // Earth and Planet. Sci. Lett. 1975. V. 26, N 2. P. 207–221.
16. Steiger R.H., Jäger E. Subcommission of Geochronology: convention of the use of decay constants in geo- and cosmochronology // Earth and Planet. Sci. Lett. 1976. V. 36, N 3. P. 359–362.

Рекомендована к печати А.Н. Диденко

M.A. Mishkin, A.M. Lennikov, T.B. Bayanova, G.M. Vovna, V.G. Sakhno, R.A. Oktyabrskiy, Z.G. Badredinov

The first results of U-Pb geochronology investigation of Precambrian granitoids of the Batomga block, Aldan shield

The paper offers the first results of U-Pb geochronology investigation of Precambrian granitoids of the Batomga block (Aldan shield). U-Pb results indicate that the amphibole diorites of the Batomga block are recognized to have an age of 2062 ± 14 Ma; and the biotite plagiogranites, 2055 ± 7 Ma. These granitoids experienced metamorphism of the epidote-amphibolite facies 1920 ± 8 million years ago.

Key words: granite-greenstone area, U-Pb geochronology investigations, granitoids, Aldan shield.