

**ПЕРВЫЕ ДАННЫЕ О ВОЗРАСТЕ И ГЕОХИМИИ ПОРОД КЕНГУРАК-СЕРГАЧИНСКОГО ГАББРО-АНОРТОЗИТОВОГО МАССИВА (ЮГО-ВОСТОЧНОЕ ОБРАМЛЕНИЕ СИБИРСКОГО КРАТОНА)**

**И.В. Бучко\*, Е.Б. Сальникова\*\*, А.А. Сорокин\*, А.Б. Котов\*\*, А.М. Ларин\*\*, С.З. Яковлева\*\***

*\*Институт геологии и природопользования ДВО РАН, г. Благовещенск*

*\*\*Институт геологии и геохронологии докембрия РАН, г. Санкт-Петербург*

В статье приведены геохимические и геохронологические данные (U-Pb метод по циркону) для Кенгурак-Сергачинского габбро-анортозитового массива Могочинского террейна Селенгино-Станового супертеррейна. Породы рассматриваемого массива характеризуются умеренным обогащением крупноионными литофильными элементами (LILE) и, напротив, деплетированием в отношении некоторых высокозарядных элементов (HFSE), элементов группы железа, что свойственно породам анортозит-рапакиви-гранитных ассоциаций. Оценка возраста, полученная для Кенгурак-Сергачинского массива, –  $1866 \pm 6$  млн лет – является первым свидетельством проявления раннепротерозойского габбро-анортозитового магматизма в пределах восточной части Селенгино-Станового супертеррейна.

**Ключевые слова:** габбро-анортозиты, геохимия, геохронология, U-Pb метод, юго-восточное обрамление Сибирского кратона.

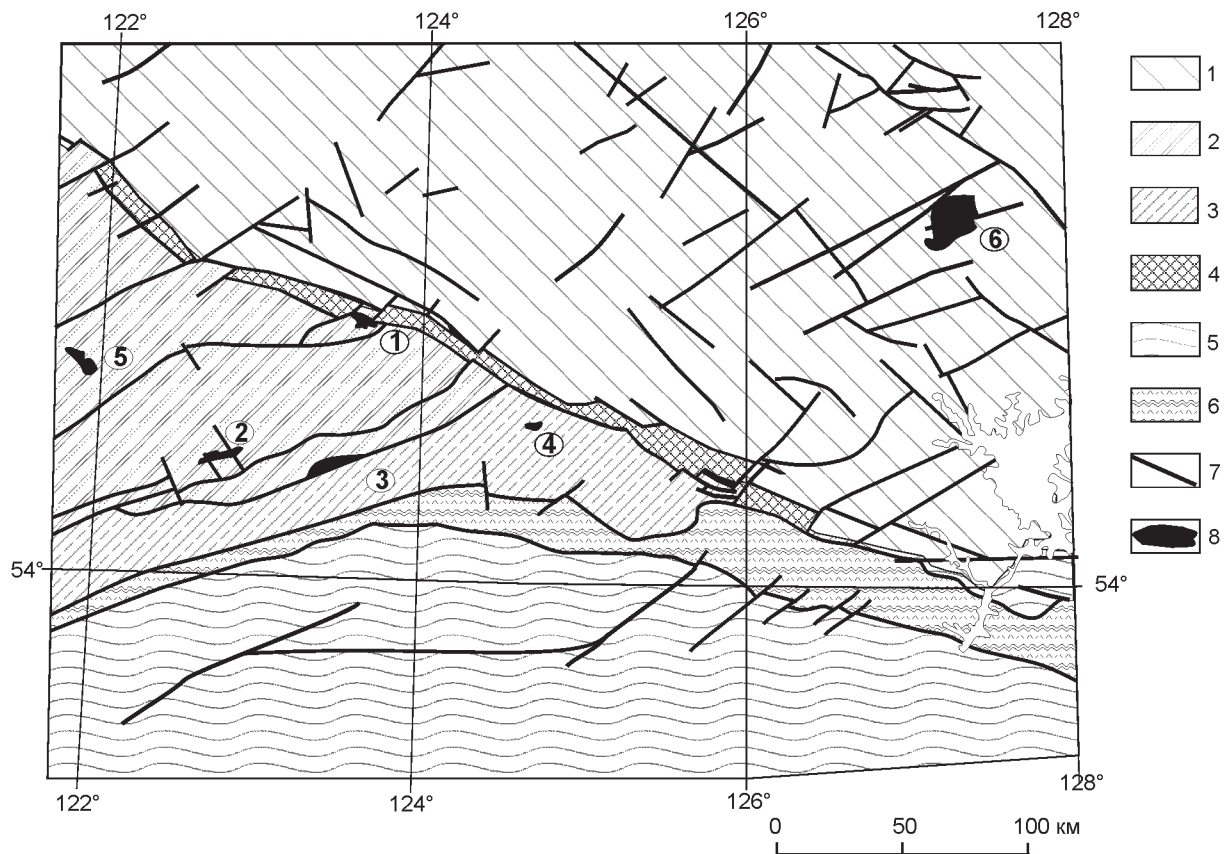
**ВВЕДЕНИЕ**

В пределах юго-восточного обрамления Сибирского кратона широко представлены разнообразные по формационной принадлежности и петролого-геохимическим особенностям расслоенные ультрамафит-мафитовые и габбро-анортозитовые массивы: Кенгурак-Сергачинский, Нюкжинский, Лукиндинский, Веселкинский, Лучинский, Ильдеусский и др. (рис. 1). Согласно традиционным представлениям [7, 8, 10, 15], все эти массивы вместе с вмещающими их гранитоидами и метаморфическими породами рассматриваются как неотъемлемая часть докембрийского фундамента. Однако эта точка зрения до сих пор не подкреплена надежными геохронологическими данными. Более того, в последнее время получены изотопные свидетельства более молодого возраста значительной части геологических комплексов южного обрамления Сибирского кратона, ранее считавшихся докембрийскими [1–4, 11–13], что определяет необходимость в проведении геохронологических исследований реперных ультрабазит-базитовых и габбро-анортозитовых комплексов региона с целью определения их “места” в истории геологического развития.

Первые шаги в этом направлении уже сделаны. Так, для Веселкинского расслоенного перидотит-вебстерит-габбрового массива, расположенного в пределах Селенгино-Станового супертеррейна, установлен позднеюрский возраст [1, 3], кроме того, получены данные о позднепалеозойском возрасте Лучинского плагиодунит-троктолит-габбрового массива Джугджуро-Станового супертеррейна [13]. В данной работе приведены результаты геохронологических исследований Кенгурак-Сергачинского габбро-анортозитового массива Могочинского террейна Селенгино-Станового супертеррейна.

**КРАТКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ОБЪЕКТА ИССЛЕДОВАНИЯ**

**Кенгурак-Сергачинский (Кенгуракский) габбро-анортозитовый массив** располагается в междуречье Бол. Ольдоя и верховий Уруши (рис. 2). Его описание было приведено ранее [2]. Здесь важно отметить, что контакты пород массива с вмещающими условно раннеархейскими(?) образованиями могочинской серии тектонические. Сведения же об их взаимоотношениях с условно раннедокембрийскими (?) гранитоидами противоречивые. Отмечаются



**Рис. 1.** Схема расположения габбро-анортозитовых массивов Могочинского террейна. Составлена по [7, 8, 10, 15].

1 – Джугджуро-Становой супертеррейн; 2–3 – Селенгино-Становой супертеррейн: 2 – Могочинский блок; 3 – Урканский блок; 4 – Желтулакская шовная зона; 5 – Керулен-Аргуно-Мамынский супертеррейн; 6 – Монголо-Охотский складчатый пояс; 7 – тектонические нарушения; 8 – ультрамафит-мафитовые массивы.

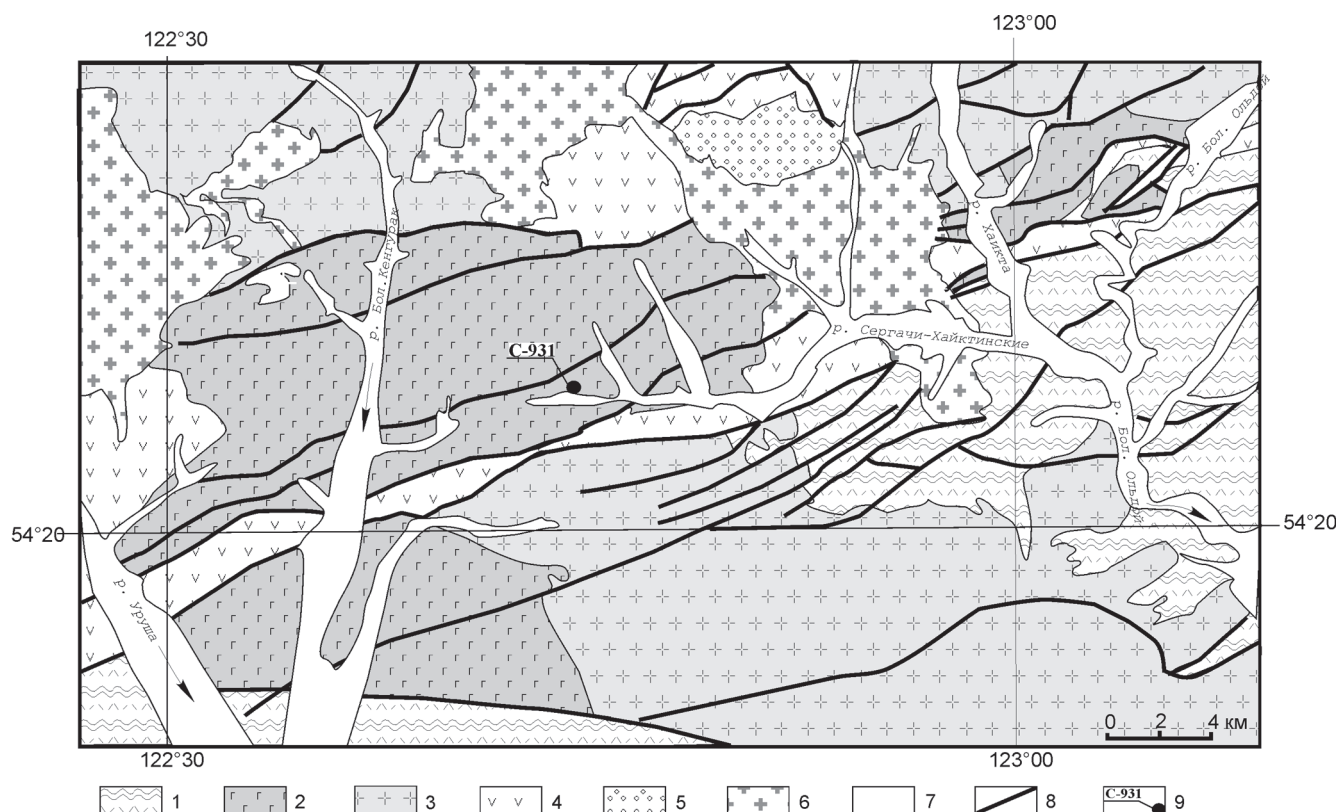
Номерами обозначены массивы: 1 – Лукиндинский, 2 – Кенгурак-Сергачинский, 3 – Монголийский, 4 – Веселкинский, 5 – Нюкжинский, 6 – Лучинский.

как факты прорывания гранитоидами пород массива с образованием ксенолитов габбро в гранитах, так и согласные взаимоотношения гранитоидов с такситовыми габбро [10]. Вплоть до настоящего времени сведения о возрасте пород данного массива отсутствовали. Согласно существующим представлениям, они вместе с метаморфическими комплексами могочинской серии условно были отнесены к раннеархейскому уровню [7, 8, 10].

Рассматриваемый массив сложен габброидами, габбро-анортозитами, анортозитами с подчиненным количеством клинопироксенитов. Первичные структурно-текстурные особенности, такие как изменение зернистости, лейкократовости, полосчатые текстуры, указывают на возможную первичную расслоенность Кенгурак-Сергачинского габбро-анортозитового массива.

Габбро представляют собой средне-крупнозернистые, реже мелко- и гиганто-зернистые породы серой окраски, обычно с зеленоватым оттенком. Для крупнозернистых разновидностей характерны габбровые и габбро-диабазовые структуры, для мелкозернистых – габбро-диабазовые, диабазовые и призматически-зернистые структуры. Габбро сложены лабрадором  $An_{55-60}$ , уралитовой и сине-зеленой роговой обманкой, актинолитом, образующим сноповидные агрегаты. Очень редко в качестве первичного минерала отмечается моноклинный или ромбический пироксен. Акцессорные минералы представлены рудным апатитом, сфеном, цирконом.

Габбро-анортозиты связаны взаимопереходами с габбро, от которых отличаются лейкократовым обликотом, обусловленным меньшим количеством темноцветных минералов, и отсутствием массивных тек-



**Рис. 2.** Схематическая геологическая карта Кенгурак-Сергачинского габбро-анортозитового массива. Составлена по [8, 10].

1 – нижнеархейские (?) кристаллосланцы и гнейсы; 2 – породы Кенгурак-Сергачинского массива: пироксениты, габбро, габбро-анортозиты; 3 – раннепротерозойские(?) плагиограниты, кварцевые сиениты; 4 – позднепермские вулканогенные образования – трахиандезиты, андезиты, риолиты; 5 – средне-верхнеюрские песчаники, алевролиты; 6 – позднеюрские кварцевые диориты, граниты, граносиениты; 7 – четвертичные рыхлые отложения; 8 – тектонические нарушения; 9 – место отбора образца для геохронологических исследований и его номер.

стур. Собственно анортозиты представлены серыми средне-крупнозернистыми массивными породами гранобластовой структуры, сложенными преимущественно лабрадором  $An_{50-60}$ .

Амфиболитизированные апопироксениты встречаются не в коренном залегании, а в отдельных глыбах среди габбро. В породах иногда сохраняются реликты первичного пироксена, на что указывает короткостолбчатая форма псевдоморфных замещений, выполненных актинолитом и, реже, тремолином. Акцессорные минералы представлены апатитом, магнетитом.

Все породы Кенгурак-Сергачинского габбро-анортозитового массива претерпели метаморфизм амфиболитовой фации и более поздние интенсивные гидротермально-метасоматические преобразования, включающие амфиболитизацию, биотитизацию, микроклинизацию, пропилитизацию.

## АНАЛИТИЧЕСКИЕ МЕТОДИКИ

**Исследования химического состава** пород проводилось с использованием методов рентгено-флуоресцентного анализа (основные петрогенные компоненты, а также Sr, Zr, Nb) и ICP-MS (Be, Rb, Sr, Li, Cs, Th, U, Zr, Ta, Nb, Hf, REE, Sc, Ni, Co, Cr, V, Cu, Zn, W, Pb, Bi, Mo).

Рентгено-флуоресцентный анализ выполнен в Институте геохимии СО РАН (г. Иркутск). Гомогенизация порошковой пробы осуществлялась сплавлением с боратным флюсом – метаборатом лития – при температуре 1050–1100° С. Измерения проводились на рентгеновском спектрометре СРМ-25. Величины интенсивности аналитических линий корректировались на фон, эффекты поглощения и вторичной флуоресценции. Анализ химического состава образцов методом ICP-MS проводился в Институте аналитического приборостроения РАН (г. С.-Петербург).

Вскрытие образцов осуществлялось по методике кислотного разложения. Измерения проводились на приборе "PlasmaQuad" фирмы "VG Elemental" в стандартном режиме. Калибровка чувствительности прибора по всей шкале масс производилась по многоэлементному стандартному раствору фирмы "Matthew Johnson". Относительная погрешность определений составляет 3–10 %.

**U-Pb геохронологические исследования** выполнены в Институте геологии и геохронологии докембрия РАН (г. С.-Петербург). Выделение акцессорного циркона проводилось по стандартной методике с использованием тяжелых жидкостей. Разложение циркона и химическое выделение Pb и U осуществлялось по модифицированной методике Т. Кроу [23]. Уровень холостого опыта за период исследований не превышал 20 пг Pb. Определение изотопного состава Pb и U выполнено на масс-спектрометре Finnigan MAT 261 в статическом режиме или с помощью электронного умножителя (коэффициент дискриминации для Pb – 0.32±0.11 аем). Обработка экспериментальных данных проводилась по программам "PbDAT" и "ISOPLOT" [26–28].

#### ОСНОВНЫЕ ПЕТРОХИМИЧЕСКИЕ И ГЕОХИМИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ПОРОД

Пироксениты, габброиды и габбро-анортозиты Кенгурак-Сергачинского массива образуют на петрохимических диаграммах единые тренды (рис. 3), что позволяет рассматривать их в качестве единой габбро-анортозитовой ассоциации. Для них характерно увеличение содержаний SiO<sub>2</sub> (до 50 %) и Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (до 24.2 %), снижение FeO\* (до 4.5%), CaO (до 2.2 %) от пироксенитов к анортозитам, что свойственно для комплексов повышенной глиноземистости [5, 9, 14, 20, 21]. Рассматриваемым породам присущи относительно умеренные содержания TiO<sub>2</sub>, как в пироксенитах (до 1.39 %), так и в габброидах (до 1.45 %), а также высокие содержания CaO (до 11.3 %) и K<sub>2</sub>O (до 0.8 %) в габбро-анортозитах и анортозитах (табл. 1). В целом, по особенностям петрохимического состава, в частности, по соотношению MgO-Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (рис. 3) породы габбро-анортозитовой ассоциации принадлежат Орх-Pl контексте.

Спектры редкоземельных элементов во всех типах пород рассматриваемого массива умеренно дифференцированы (рис.4), о чем свидетельствует величина отношения La/Yb<sub>(n)</sub> = 4–12. Наивысший уровень накопления лантаноидов наблюдается в пироксенитах, и он заметно снижается в габбро и анортозитах. В этом же направлении меняется ха-

рактер европиевой аномалии: от слабой отрицательной (Eu/Eu\*<sub>(n)</sub> = 0.76–0.94) до отчетливой положительной (Eu/Eu\*<sub>(n)</sub> = 2.0 – 3.0).

Отличительными геохимическими особенностями пород Кенгурак-Сергачинского массива являются умеренное обогащение крупноионными литофильными элементами (LILE): Rb (3–9 ppm в пироксенитах и до 19 ppm в габбро-анортозитах и анортозитах), Ba (25–98 ppm в пироксенитах и до 450 ppm в габбро-анортозитах), Sr (132–517 ppm в пироксенитах и до 1260 ppm в габбро-анортозитах и анортозитах), легкими редкоземельными элементами, Th (0.3–1.2 ppm), U (0.04–0.35 ppm) и, напротив, деплетирование некоторыми высокочargedными элементами (HFSE): Zr (4–38 ppm), Nb (1–3 ppm), Hf (0.1–2.4 ppm), Ta (0.01–1.16 ppm) (табл.1). Заметно истощены породы рассматриваемого массива также такими элементами, как Ni (обычно 18–55 ppm), Co (12–60 ppm), Cr (обычно 6–70 ppm), относительно которых обогащены V (до 445 ppm).

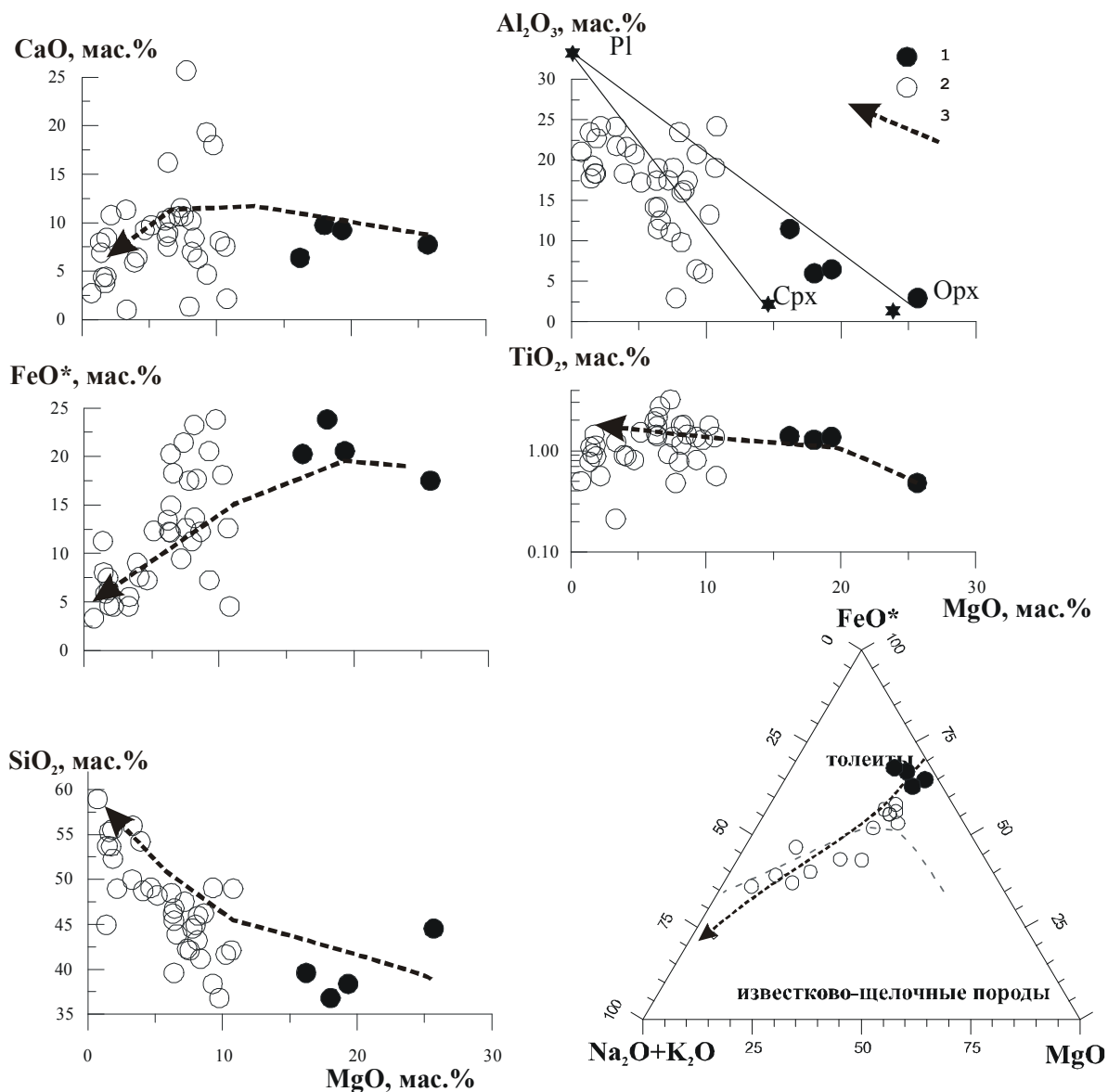
#### РЕЗУЛЬТАТЫ U-Pb ГЕОХРОНОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Геохронологические исследования выполнены для анортозитов Кенгурак-Сергачинского массива (обр. С-931). Выделенный акцессорный циркон представлен прозрачными, реже полупрозрачными обломками кристаллов, что не позволяет судить об их габитусе. Окраска циркона изменяется от сиреневой до темно-сиреневой и коричневатой. Он характеризуется пониженной люминесценцией, грубозональным внутренним строением и секториальностью.

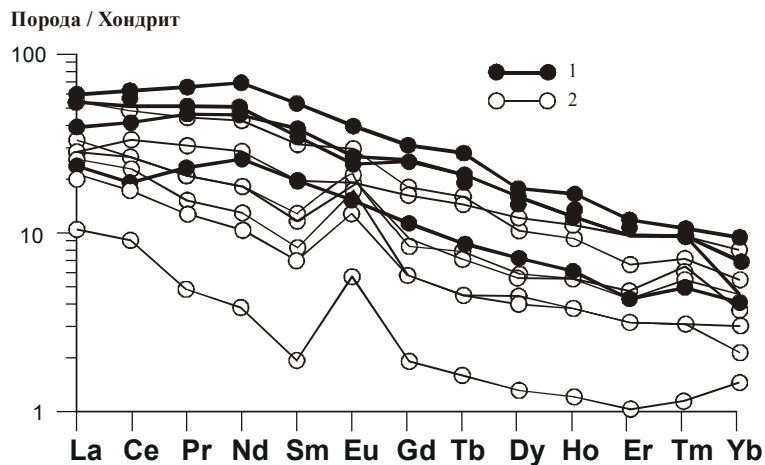
U-Pb изотопные исследования проведены для четырех микронавесок наиболее прозрачных фрагментов кристаллов циркона, предварительно подвергнутых аэробразивной обработке [24]. Как видно из рис. 5, точки изотопного состава изученного циркона образуют линию регрессии, верхнее пересечение которой с конкордией отвечает возрасту 1866 ± 6 млн лет, а нижнее – 329 ± 78 млн лет (СКВО=1.5). Особенности внутренней морфологии циркона из анортозитов указывают на его магматическое происхождение, в связи с чем значение возраста 1866 ± 6 млн лет, полученное по верхнему пересечению дискордии, предлагается в качестве наиболее точной оценки возраста становления Кенгурак-Сергачинского массива.

#### ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

В целом, геохимические особенности пород Кенгурак-Сергачинского массива не оставляют сомнений в том, что они являются членами единой габ-



**Рис. 3.** Петрохимические особенности Кенгурак-Сергачинского габбро-анортозитового массива. 1 – пироксениты, 2 – габброиды, анортозиты; 3 – тренды эволюции составов пород габбро-анортозитовой ассоциации.



**Рис. 4.** Распределение REE в породах Кенгурак-Сергачинского габбро-анортозитового массива. Состав хондрита по [22].  
Условные обозначения: см. рис 3.

Таблица 1. Химический состав пород Кенгурак-Сергачинского габбро-анортозитового массива.

Образец	i-76/2	76/1	75/9	75/11	68	69/40	69/24	69/8	69/17	931/1
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
SiO <sub>2</sub>	36.78	38.36	39.58	44.50	42.08	45.94	46.18	48.94	49.03	49.96
TiO <sub>2</sub>	1.29	1.37	1.39	0.48	1.37	1.16	1.45	0.56	0.81	0.21
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	6.00	6.52	11.53	2.95	19.06	16.01	17.47	24.23	20.78	24.18
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	23.81	20.54	20.24	17.49	12.60	13.65	12.24	4.54	7.24	4.56
MnO	0.27	0.28	0.33	0.35	0.05	0.16	0.16	0.06	0.10	0.08
CaO	9.75	9.26	6.39	7.76	7.55	6.99	6.31	2.17	4.67	11.33
MgO	18.00	19.32	16.19	25.67	10.65	8.18	8.61	10.77	9.28	3.29
Na <sub>2</sub> O	0.58	0.36	1.05	0.20	2.48	2.36	3.33	4.38	3.83	3.07
K <sub>2</sub> O	0.53	0.26	0.87	0.08	1.09	0.78	0.29	0.64	0.81	0.28
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	2.43	1.14	1.11	0.41	0.02	0.16	0.17	0.13	0.14	0.03
ППП	0.73	0.43	1.21	0.26	1.65	3.09	2.33	2.88	3.18	3.09
Сумма	100.17	97.84	99.90	100.15	98.60	98.48	98.54	99.30	99.87	100.08
Cs	1.65	1.06	0.35	1.10	0.43	0.28	0.18	0.29	0.31	0.05
Rb	9	6	6	3	19	9	3	7	15	4
Sr	358	517	1260	132	565	333	462	368	321	298
Ba	98	68	156	25	254	448	316	391	409	102
Ga	13	15	19	9	17	15	17	17	15	14
La	13.83	9.52	15.18	5.86	6.84	7.08	8.18	6.24	5.36	2.57
Ce	34.84	26.25	39.97	12.10	21.31	17.14	16.84	14.24	11.40	5.72
Pr	5.22	4.56	6.53	2.27	300	2.03	2.13	1.49	1.24	0.47
Nd	24.85	23.40	3400	12.70	13.38	8.66	8.97	6.29	4.96	1.82
Sm	6.02	5.78	8.51	3.08	3.17	1.91	1.83	1.28	1.10	0.30
Eu	1.54	1.43	2.42	0.90	1.15	1.23	1.13	1.10	0.77	0.34
Gd	5.45	5.52	6.63	2.39	3.54	1.80	1.77	1.28	1.22	0.40
Tb	0.84	0.77	1.09	0.32	0.59	0.28	0.31	0.17	0.17	0.06
Dy	4.17	3.77	4.68	1.90	3.18	1.46	1.53	1.09	1.15	0.34
Ho	0.73	0.78	0.96	0.36	0.63	0.32	0.32	0.23	0.22	0.07
Er	1.71	1.70	2.05	0.73	1.69	0.74	0.82	0.52	0.53	0.17
Tm	0.27	0.25	0.28	0.13	0.26	0.14	0.16	0.08	0.08	0.03
Yb	1.22	0.81	1.64	0.72	1.38	0.77	0.66	0.37	0.53	0.26
Lu	0.16	0.16	0.23	0.08	0.22	0.11	0.13	0.07	0.10	0.04
Y	16.27	16.46	21.34	8.97	16.33	7.75	7.87	5.24	4.99	1.78
Th	1.16	0.79	0.97	0.40	0.13	0.32	0.35	0.59	0.41	0.49
U	0.35	0.27	0.31	2.06	0.04	0.06	0.07	0.18	0.11	0.09
Zr	25	38	24	11	22	10	10	4	5	4
Hf	1.4	2.4	1.4	0.5	1.1	0.4	0.4	0.2	0.2	0.1
Nb	1	1	2	1	3	2	2	2	1	1
Ta	0.06	0.07	0.29	0.01	0.17	0.16	0.12	0.11	0.05	0.08
Zn	136	119	139	87	69	106	106	33	43	24
Cu	21	31	15	16	116	417	293	46	37	15
Co	60	61	42	46	45	59	54	12	17	21
Ni	25	25	22	18	25	443	491	33	55	36
Sc	52	59	25	19	32	17	19	7	12	6
V	382	445	458	282	308	171	153	52	63	31
Cr	24	31	15	6	95	169	223	71	121	35

Примечание. 1–4 пироксениты; 5–10 – габбро, габбро-анортозиты, анортозиты. Оксиды даны в мас. %, элементы – в ppm.



Таблица 2. Результаты U-Pb изотопных исследований цирконов из анортозитов Кенгурак-Сергачинского массива (обр. С-931).

N п/п	Размер фракции, мг, и ее характеристика	На- вес- ка, мг	Содержание, мкг/г		Изотопные отношения						Rho			Возраст, млн лет		
			Pb	U	<sup>206</sup> Pb/ <sup>204</sup> Pb	<sup>207</sup> Pb/ <sup>206</sup> Pb <sup>a</sup>	<sup>208</sup> Pb/ <sup>206</sup> Pb <sup>a</sup>	<sup>207</sup> Pb/ <sup>235</sup> U	<sup>206</sup> Pb/ <sup>238</sup> U	<sup>207</sup> Pb/ <sup>235</sup> U	<sup>206</sup> Pb/ <sup>238</sup> U	<sup>207</sup> Pb/ <sup>235</sup> U	<sup>206</sup> Pb/ <sup>238</sup> U	<sup>207</sup> Pb/ <sup>206</sup> Pb		
1	>100, 13 зер, коричн., А 50%	-	U/Pb=2.9	3831	0.1123±1	0.2435±1	4.480±14	0.2893±9	0.92	1727±5	1638±5	1837±2				
2	<100, 50 зерен, сирен., А 50%	0.41	64.2	174	0.1135±1	0.2307±2	4.947±15	0.3162±9	0.91	1810±5	1771±5	1855±2				
3	>100, 6 зерен, коричн., А 20%	-	U/Pb=2.7	4330	0.1133±2	0.2241±1	5.034±12	0.3222±6	0.66	1825±4	1800±4	1853±3				
4	>100, 9 зерен, сирен., А 40%	-	U/Pb=2.3	357	0.1143±8	0.2419±6	5.168±38	0.3280±13	0.38	1847±14	1829±7	1868±12				

Примечание. <sup>a</sup> – изотопные отношения, скорректированные на бланк и обычный свинец по модели [29]; прочерк – навеска циркона не определена; коричн., сирен. – окраска циркона; А 40 % – количество вещества, удаленное в процессе аэробразивной обработки циркона. Все ошибки приведены на уровне 2σ. Погрешности соответствуют последним значащим цифрам после запятой. Химическое разложение цирконов, выделение U и Pb, а также аэробразивная обработка циркона проводились по методикам, описанным в [23–24]. При расчете возрастов использованы общепринятые значения констант распада урана [30].

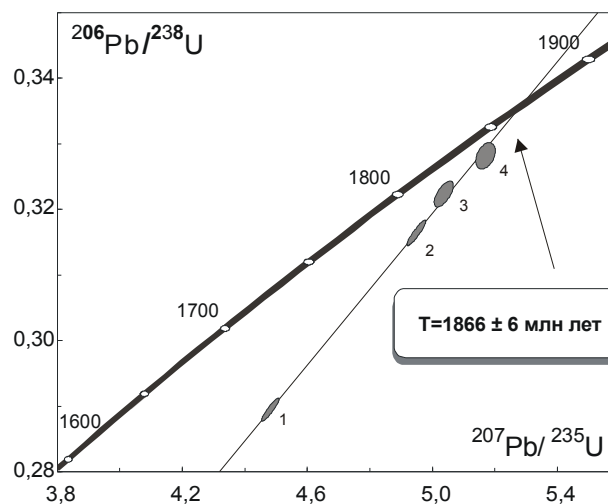


Рис. 5. Диаграмма с конкордией для цирконов из анортозитов Кенгурак-Сергачинского габбро-анортозитового массива. Номера фракций соответствуют номерам в таблице 2.

бро-анортозитовой ассоциации. Они характеризуются умеренным обогащением крупноионными литофильными элементами (LILE) и, напротив, деплетированием в отношении некоторых высокозарядных элементов (HFSE), элементов группы железа, что свойственно породам анортозит-рапакиви-гранитных ассоциаций [5].

Касаясь возраста, полученного в рамках данного исследования, необходимо отметить следующее. Выше уже упоминалось, что проблема “места” ультрамафит-мафитовых массивов юго-восточного обрамления Сибирского кратона в общей истории развития этого региона является предметом острых дискуссий. При этом, лишь в последние годы стали появляться данные о химическом составе пород этих массивов, а так же определения возраста, выполненные современными методами [1–3, 11–13, 16, 18, 19]. Сейчас уже стало очевидным, что ультрамафит-мафитовые комплексы рассматриваемого региона имеют существенно различный минералого-геохимический состав и возраст. Так, в настоящее время наиболее древние значения возраста (2.6 млрд. лет), соответствующие позднему архею, получены для каларского комплекса, принадлежащего анортозит-мангерит-чарнокит-гранитовой ассоциации и расположенного в зоне сочленения Алданского щита и Джугджуро-Станового супертеррейна [18]. Существенно более молодой – раннепротерозойский – возраст (1.7 млрд. лет) определен для габбро-анортозитов джугджурского комплекса

юго-восточной окраины того же супертеррейна [16, 17]. Появились также первые геохронологические свидетельства о позднепалеозойском возрасте существенно габброидных комплексов Джугджуро-Станового супертеррейна [4, 13]. Наконец, самый молодой на сегодняшний день – мезозойский – возраст (154 млн лет) установлен для Веселкинского перидотит-вебстерит-габбрового массива Селенгино-Станового супертеррейна [1, 3].

Таким образом, представленные в настоящей статье результаты геохронологических исследований Кенгурак-Сергачинского массива являются первыми свидетельствами проявления раннепротерозойского габбро-анортозитового магматизма в пределах восточной части Селенгино-Станового супертеррейна. Важно отметить, что между возрастом гранулитового метаморфизма, проявленного в супракрустальных образованиях Могочинского блока этого супертеррейна ( $1873 \pm 8$  млн лет) [6], и возрастом исследованного массива ( $1866 \pm 6$  млн лет), не затронутого этим метаморфизмом, существовал незначительный разрыв во времени, что может свидетельствовать о постколлизивной природе Кенгурак-Сергачинского массива. На это указывает также и то, что возраст массива соответствует возрасту гигантского Южно-Сибирского постколлизивного магматического пояса [11, 25].

#### ВЫВОДЫ

1. Кенгурак-Сергачинский массив Могочинского блока Селенгино-Станового супертеррейна представляет собой грубо расслоенную интрузию, сложенную породами габбро-анортозитовой ассоциации.

2. Породы Кенгурак-Сергачинского массива характеризуются умеренным обогащением крупноионными литофильными элементами (LILE) и, напротив, деплетированы в отношении некоторых высокозарядных элементов (HFSE), элементов группы железа.

3. Оценка возраста, полученная для Кенгурак-Сергачинского массива, –  $1866 \pm 6$  млн лет – является первым свидетельством проявления раннепротерозойского габбро-анортозитового магматизма в пределах восточной части Селенгино-Станового супертеррейна.

4. По представлениям авторов, Кенгурак-Сергачинский массив, вероятно, сформировался в постколлизивной обстановке.

Работа выполнена при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований

(гранты 05-05-65347, 04-05-64810), Президиума ДВО РАН (проекты "Этапы формирования континентальной коры и геодинамическая эволюция восточного сегмента Монголо-Охотского складчатого пояса", "Возрастные уровни мезозойского магматизма и оруденения Южной окраины Сибирского кратона").

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Бучко И.В., Кудряшов Н.М., Деленицин А.А. Геохимия и геохронология расслоенного мафит-ультрамафитового комплекса (южное обрамление Сибирского кратона) // Изотопная геохронология в решении проблем геодинамики и рудогенеза. СПб., 2003. С. 94–96.
2. Бучко И.В., Кудряшов Н.М. Геохимические особенности расслоенных массивов восточной части Западно-Станового террейна (южное обрамление Северо-Азиатского кратона) // Тихоокеан. геология. 2005. Т. 24, № 2. С. 95–109.
3. Бучко И.В., Сальникова Е.Б., Сорокин А.А., Сорокин А.П., Котов А.Б., Яковлева С.З. Первые свидетельства проявления мезозойского ультрамафит-мафитового магматизма в пределах Селенгино-Станового террейна юго-восточного обрамления Сибирского кратона // Докл. РАН. 2005. Т. 405. № 4.
4. Бучко И.В., Сальникова Е.Б., Ларин А.М. и др. Возрастные рубежи формирования мафитовых и ультрамафит-мафитовых комплексов Селенгино-Станового и Джугджуро-Станового супертеррейнов юго-восточного обрамления Сибирского кратона // Геодинамическая эволюция литосферы Центрально-Азиатского подвижного пояса (от океана к континенту): Материалы науч. совещ. Иркутск, 2005. Т. 1. С. 38–40.
5. Великославинский Д.А., Биркис А.П., Богатиков О.А. и др. Анортозит-рапакивигранитная формация. Л.: Наука, 1978. 296 с.
6. Гаврикова С.Н., Николаева Л.Л., Галанин А.В. и др. Ранний докембрий южной части Становой складчатой области. М.: Недра, 1991. 171 с.
7. Геологическая карта региона БАМ. 1:500 000. Лист N-51-Б / Ред. Л.П. Карсаков. Л.: ВСЕГЕИ, 1984.
8. Геологическая карта Приамурья и сопредельных территорий. 1:2500000: Объясн. зап. Санкт-Петербург, Благовещенск, Харбин. 1999. 135 с.
9. Дмитриев Л. В., Силантьев С. А., Плечова А. А. Сравнение базальтового магматизма в условиях разной скорости спрединга на примере Срединно-Атлантического хребта (САХ) и Восточно-Тихоокеанского поднятия (ВТП) // Российский журнал наук о Земле. 2000. Т. 2. №3/4.
10. Козак З.П., Давыдов А.С., Вахтомин К.Д. и др. Государственная геологическая карта Российской Федерации. 1:200 000. (Изд-ние 2-ое). Сер. Становая. Лист N-51-XVI. ВСЕГЕИ. СПб.: Изд-во картфабрики ВСЕГЕИ, 2000.
11. Ларин А.М., Котов А.Б., Сальникова Е.Б., Ковач В.П., Макарьев Л.Б., Тимашков А.Н., Бережная Н.Г., Яковлева С.З. Новые данные о возрасте гранитов Кодарского и Тукурингского комплексов, Восточная Сибирь: геодинамические следствия // Петрология. 2000. Т. 8, № 3. С. 267–279.
12. Ларин А.М., Котов А.Б., Ковач В.П., Глебовицкий В.А., Сальникова Е.Б., Заблоцкий Е.М., Загорная Н.Ю. Этапы формирования континентальной коры центральной части



- Джугджуро-Становой складчатой области // Геология и геофизика. 2002. Т. 43, № 4. С. 395–399.
13. Ларин А.М., Котов А.Б., Сальникова Е.Б., Ковач В.П., Яковлева С.З., Саватенков В.М. Тектоническая эволюция центральной части Джугджуро-Становой складчатой области: результаты U-Pb геохронологических и изотопно-геохимических (Nd, Sr, Pb) исследований // Изотопная геология в решении проблем геодинамики и рудогенеза. СПб., 2003. С. 253–257.
  14. Магматические горные породы. Основные породы / Ред. Е. В. Шарков. М: Наука, 1985. Т. 3. 488 с.
  15. Мартынюк М.В., Рямов С.А., Кондратьева В.А. Объяснительная записка к схеме корреляции магматических комплексов Хабаровского края и Амурской области. Хабаровск: ПГО "Дальгеология", 1990. 215 с.
  16. Неймарк Л.А., Ларин А.М., Овчинникова Г.В. и др. U-Pb возраст анортозитов Джугджуро // Докл. РАН. 1992. Т. 323, № 3. С. 514–518.
  17. Розен О.М., Журавлев Д.З., Суханов М.К., Бибикина Е.В., Злобин В.Л. Изотопно-геохимические и возрастные характеристики раннепротерозойских террейнов, коллизионных зон и связанных с ними анортозитов на северо-востоке Сибирского кратона // Геология и геофизика. 2000. Т. 41, № 2. С. 163–180.
  18. Сальникова Е.Б., Ларин А.М., Котов А.Б., Глебовицкий В.А., Суханов М.К., Яковлева С.З., Ковач В.П., Бережная Н.Г., Толкачев М.Д. Каларский анортозит-чарнокитовый комплекс (Алдано-Становой щит): возраст и тектоническое положение // Стратиграфия. Геол. корреляция. 2004. Т. 12, №3. С. 3–11.
  19. Суханов М.К., Журавлев Д.З. Sm-Nd изотопный возраст Каларского чарнокит-анортозитового комплекса (Восточное Забайкалье) // Геохимия. 2002. № 8. С. 898–902.
  20. Шарков Е.В. Петрология расслоенных интрузий. Л: Наука, 1980. 183 с.
  21. Шарков Е.В. Петрология магматических процессов. М: Недра, 1983. 200 с.
  22. McDonough W., Sun S-s. The composition of the Earth // Chemical Geology. 1995. V. 120, Is. 3–4. P. 223–253.
  23. Krogh T.E. A low-contamination method for hydrothermal decomposition of zircon and extraction of U and Pb for isotopic age determination // Geochim. et Cosmochim. Acta. 1973. V. 37. P. 485–494.
  24. Krogh T.E. Improved accuracy of U-Pb zircon by the creation of more concordant systems using an air abrasion technique // Geochim. et Cosmochim. Acta. 1982. V. 46. P. 637–649.
  25. Larin A., Neymark L., Trans-Siberian Proterozoic (1.7–1.9 Ga) anorogenic anorthosite-rapakivi-like granite – acid volcanic belt, in: 29th IGC. Japan, Kyoto. 1992. P. 563.
  26. Ludwig K.R. ISOPLOT for MS-DOS, version 2.50 // U.S. Geol. Survey Open-File Rept. 88–557. 1991. 64 p.
  27. Ludwig K.R. PbDat for MS-DOS, version 1.21 // U.S. Geol. Survey Open-File Rept. 88–542. 1991. 35 p. 10. Krogh T.E. Improved accuracy of U-Pb zircon by the creation of more concordant systems using an air abrasion technique // Geochim. et Cosmochim. Acta. 1982. V.46. P. 637–649.
  28. Ludwig K.R. ISOPLOT/Ex. Version 2.06. A geochronological toolkit for Microsoft Excel. Berkley Geochronology Center Sp.Publ. 1999. N 1a. 49 p.
  29. Stacey J.S., Kramers I.D. Approximation of terrestrial lead isotope evolution by a two-stage model // Earth Planet. Sci. Lett. 1975. V. 26. N 2. P. 207–221.
  30. Steiger R.H., Jager E. Subcommission of Geochronology: conversion of the use of decay constants in geo- and cosmochronology // Earth Planet. Sci. Lett. 1976. V. 36. N 2. P. 359–362.

Поступила в редакцию 20 января 2006 г.

Рекомендована к печати А.П. Сорокиным

**I.V. Buchko, Ye.B. Sal'nikova, A.A. Sorokin, A.B. Kotov, A.M. Larin, S.Z. Yakovleva**

**Primary data on the age and geochemistry of rocks from the Kengurak-Sergachi gabbro-anorthosite massif (south-eastern framing of the Siberian craton)**

The geochemical and geochronological data (U-Pb method on zircon) for the Kengurak-Sergachi gabbro-anorthosite massif of the Mogocha terrane of the Selenga-Stanovoy superterrane are cited. The rocks of the massif under consideration are characterized by moderate enrichment in large-ion lithophile elements (LILE) and, on the contrary, by depletion with regard to some HFSE elements and ferrum group elements, which is characteristic of the rocks of anorthosite-rapakivi-granitic associations. Age estimation obtained for the Kengurak-Sergachi massif, 1866±6 Ma, is the first evidence of occurrence of Early Proterozoic gabbro-anorthosite magmatism within the eastern part of the Selenga-Stanovoy superterrane.

**Key words:** gabbro-anorthosite, geochemistry, geochronology, U-Pb method, southeastern framing of the Siberian craton.