

## ТРОНДЬЕМИТЫ АВЕРИНСКОГО КОМПЛЕКСА (ВОСТОЧНАЯ ЗОНА СРЕДНЕГО УРАЛА): РЕЗУЛЬТАТЫ U-Pb TIMS ИЗОТОПНОГО ДАТИРОВАНИЯ ЦИРКОНОВ

Е. В. Лобова, Т. Б. Баянова, В. Н. Смирнов

Аверинский плутонический комплекс, выделенный в процессе региональных геологических исследований в южной части Восточной зоны Среднего Урала (Шиловско-Коневский район) [2], представлен широким спектром пород от габбро до бедных калием разновидностей гранитоидов при резком преобладании пород кислого состава (трондьемитов). Породы этого комплекса протягиваются в виде полосы северо-северо-восточного простирания шириной 5–7 км с многочисленными раздувами и пережимами, которая протягивается из района д. Щербаковка на юге до пос. Белореченский на севере (рис. 1). Расположение пород аверинского комплекса в зоне крупного разрывного нарушения, ограничивающего Восточно-Уральскую зону с запада, обусловило их интенсивный дислокационный метаморфизм. Преобладающая часть пород этого комплекса превращена в blastsмилониты, сланцы и амфиболиты, среди которых местами присутствуют отдельные блоки слабоизмененных разновидностей, сохранивших реликты магматических структур, но и в них первичные минералы в значительной мере замещены метаморфическими. Изотопные данные о возрасте аверинского комплекса до недавнего времени ограничивались возрастом в  $357 \pm 8$  млн. лет, полученным **K-Ar-методом по валовой пробе породы** [4, 5]. Ввиду того, что калийсодержащие минералы в породах аверинского комплекса были практически полностью перекристаллизованы в процессе метаморфизма, этот возраст может рассматриваться только как время метаморфических преобразований. В связи с этим, авторами было повторно проведено изучение единичных зерен акцессорных цирконов, **U-Pb изотопная система которых значительно более устойчива к процессам метаморфизма. Первые результаты U-Pb-датирования цирконов из трондьемитов аверинского комплекса с использованием микрозонда SHRIMP-II были опубликованы ранее [3]. Среднее значение возраста по девяти из десяти выполненных измерений составило  $419 \pm 4.0$  млн. лет, один из полученных возрастов определен в 390–395 млн. лет и, по-видимому, соответствует времени одного из этапов метаморфических преобразований изученной породы. В настоящей работе представлены результаты U-Pb датирования единичных зерен цирконов с использованием  $^{205}\text{Pb}$  трассера масс-спектрометрическим методом изотопного разбавления (TIMS) по методике [1].**

Изученные цирконы были выделены из пробы слабоизменённого среднезернистого трондьемита

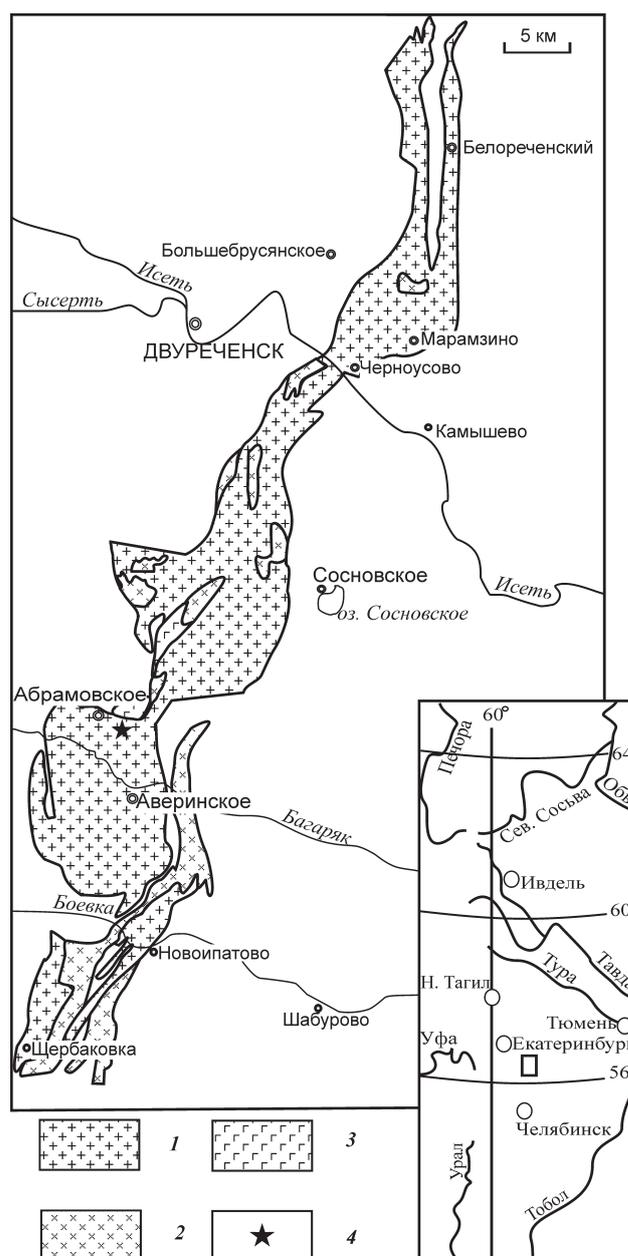
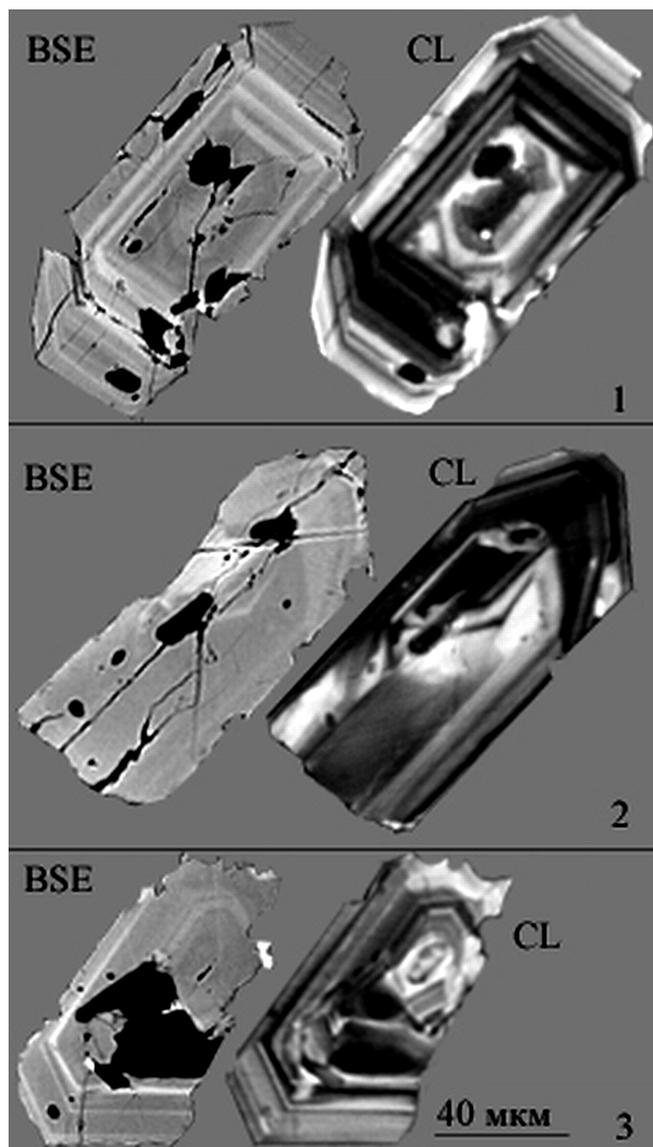


Рис. 1. Схема распространения пород аверинского комплекса.

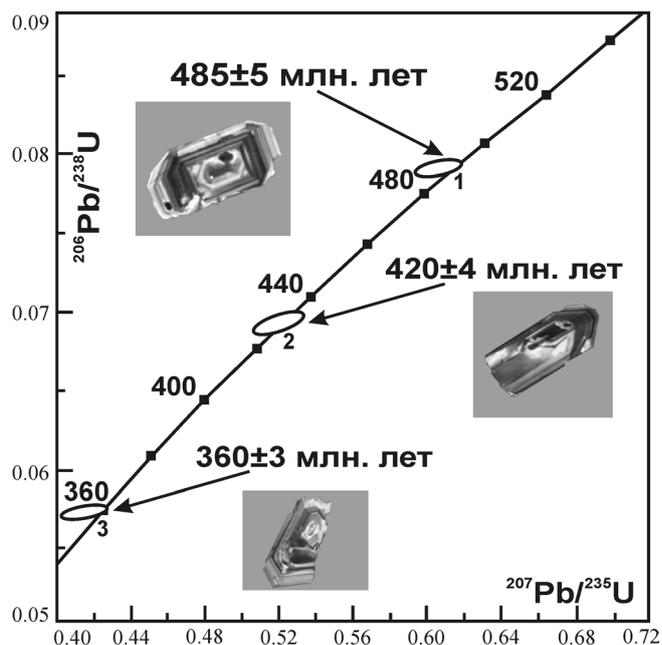
1 – тоналиты, трондьемиты; 2 – диориты, кварцевые диориты; 3 – габбро; 4 – точка отбора пробы.



**Рис. 2.** Морфологические типы цирконов из трондjemитов.

CL – катодолуминесцентное изображение, BSE – изображение в отражённых электронах: 1 – ксеногенные, 2 – магматические, 3 – метаморфические.

массой около 30 кг, отобранной в щебеночном карьере в 1.8 км к юго-востоку от с. Абрамовское (координаты: 56°21.563' с.ш., 61°03.790' в.д.). Выделенные зёрна цирконов представлены тремя морфологическими типами (рис. 2). Первый морфотип – корродированные призматические непрозрачные кристаллы темно-коричневого цвета с тонкой ритмичной зональностью, выявленной в катодолуминесцентных и обратно отраженных электронных лучах, средние размеры зерен – 0.245 × 0.125 мм, коэффициент удлинения равен 2. Второй – непрозрачные темно-жёлтые зерна и обломки призматических кристаллов с тонкой ритмичной зональностью, сильно корродированной поверхно-



**Рис. 3.** Изотопная U-Pb диаграмма с конкордией для ксеногенных (1), магматических (2) и метаморфических (3) цирконов из трондjemитов аверинского комплекса.

стью и стеклянным блеском, средние размеры зерен – 0.140 × 0.085 мм, коэффициент удлинения зерен равен 1.6. Третий морфотип представлен короткопризматическими темно-желтыми непрозрачными кристаллами цирконового типа с корродированной поверхностью, средние размеры зерен – 0.140 × 0.085 мм, коэффициент удлинения равен 1.6, фрагментарно в них выявляется секториальность, в катодолуминесцентных лучах наблюдается ритмическая зональность, блеск зерен стеклянный.

Изотопный состав свинца и концентрации свинца и урана измерялись на семиколлекторном масс-спектрометре Finnigan-MAT-262 с квадрупольной приставкой (RPG). Результаты изучения U-Pb-изотопной системы цирконов приведены в табл. 1. На изотопной U-Pb диаграмме с конкордией (рис. 3, координаты точек) цирконы всех трёх выделенных морфотипов находятся на конкордии, определяя при этом разные значения возраста. Наибольший интерес представляет U-Pb возраст, равный 420 ± 4 млн. лет по цирконам второго морфотипа, поскольку он практически совпадает со средним значением возраста, равного 419 ± 4 млн. лет по девяти из десяти выполненных ранее измерений с использованием микрозонда SHRIMP-II [3]. Таким образом, согласно полученным новым возрастным данным, в цирконах изученной породы преобладает возраст 420–419 млн. лет, что позволяет рассматривать их как наиболее вероятное время магматического образования трондjemитов аверинского комплекса. Более молодой U-Pb возраст цирконов, равный 360 ± 3 млн. лет, полученный по цирконам третье-

**Таблица 1.** Изотопные U-Pb данные для циркона из трондjemита аверинского комплекса (проба Ав-3/2)

№ п/п	Навеска, мг	Концентрация, ppm		Изотопные отношения*				Изотопные отношения и возраст, млн. лет**			% Дис
		Pb	U	$^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$	$^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$ $\pm 2\sigma$	$^{207}\text{Pb}/^{235}\text{U}$ $\pm 2\sigma$	$^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ $\pm 2\sigma$	$^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$ $\pm 2\sigma$	$^{207}\text{Pb}/^{235}\text{U}$ $\pm 2\sigma$	$^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ $\pm 2\sigma$	
1	0.086	65.89	426.18	899.06	$0.0790 \pm 0.0004$	$0.611 \pm 0.006$	$0.0643 \pm 0.0005$	$490 \pm 3$	$484 \pm 5$	$750 \pm 6$	34.6
2	0.065	11.69	145.39	779.06	$0.0689 \pm 0.0005$	$0.524 \pm 0.010$	$0.0552 \pm 0.0010$	$430 \pm 3$	$428 \pm 8$	$420 \pm 7$	-2.4
3	0.067	15.77	226.12	180.26	$0.0571 \pm 0.0003$	$0.415 \pm 0.011$	$0.0537 \pm 0.0014$	$359 \pm 2$	$359 \pm 9$	$360 \pm 9$	0.3

\* Все отношения скорректированы на холостое загрязнение 1 пг для Pb и 10 пг для U и масс-дискриминацию  $0.12 \pm 0.04\%$ .

\*\* Коррекция на примесь обыкновенного свинца определена на возраст по модели [6].

го морфотипа, по-видимому, отражает время одного из этапов метаморфизма или преобразования пород. Наиболее сложным для интерпретации является U-Pb возраст, равный  $485 \pm 5$  млн. лет по зернам циркона первого морфотипа. Согласно имеющимся данным, количество такого циркона незначительно, и можно предположить, что этот циркон с древним возрастом является ксеногенным, и, по-видимому, зёрна циркона были захвачены расплавом в процессе его внедрения из вмещающих пород.

Таким образом, согласно полученным новым U-Pb данным по единичным зернам цирконов из трондjemитов, формирование всего аверинского комплекса относится к силурийскому этапу магматической активности (420 млн. лет), широко проявившемуся на территории Восточной зоны Среднего Урала. Позднее породы претерпели, по меньшей мере, два этапа метаморфических преобразований в среднедевонское (390 млн. лет) и раннекаменноугольное (360 млн. лет) время.

*Исследования проводятся в рамках Программы ОНЗ РАН "Строение и формирование основных типов геологических структур подвижных поясов и платформ" и интеграционной программы УрО и СО РАН.*

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Баянова Т.Б., Корфу Ф., Тодт В. и др. Гетерогенность стандартов 91500 и TEMORA-1 для U-Pb датирования единичных цирконов // XVIII симпозиум по геохимии изотопов: мат-лы докл. Москва. М.: ГЕОХИ, 2007. С. 42–43.
2. Корреляция магматических комплексов Среднего Урала. Свердловск: УрО АН СССР, 1991. 76 с.
3. Лобова Е.В., Смирнов В.Н. U-Pb датировка (SHRIMP-II) трондjemитов аверинского тоналит-трондjemитового комплекса (Восточная зона Среднего Урала) // Ежегодник-2009. Тр. ИГГ УрО РАН, Вып. 157. 2010. С. 280–282.
4. Покровский П.В., Рапопорт М.С., Комарова З.И. Шиловско-Конёвская группа гранитоидных массивов // Путеводитель Свердловской экскурсии II Уральского петрограф. совещ. Ч. II. Свердловск: УФАН СССР, 1966. С. 3–39.
5. Рапопорт М.С. К характеристике плагиогранитов Шиловско-Конёвского района // Магматические формации, метаморфизм, металлогения Урала: мат-лы II Уральского петрограф. совещ. Т. IV. Гранитный и щелочной магматизм. Свердловск: УФАН СССР, 1971. С. 72–75.
6. Stacey J. S., Kramer J. D. Approximation of terrestrial lead isotope evolution by two-stage model // Earth and Planetary Science Letters. 1975. V. 26. № 2. P. 207–221.