

See discussions, stats, and author profiles for this publication at: <https://www.researchgate.net/publication/285379470>

Major epochs of intrusive magmatism of Kuznetsk Alatau, Altai, and Kalba: From U-Pb isotope dates

Article in *Geologiya i Geofizika* · January 2001

CITATIONS

46

READS

99

15 authors, including:



S. Shokalsky

A.P. Karpinsky Russian Geological Research Institute

56 PUBLICATIONS 442 CITATIONS

[SEE PROFILE](#)



S. N. Rudnev

Sobolev Institute of Geology and Mineralogy

82 PUBLICATIONS 1,082 CITATIONS

[SEE PROFILE](#)



Nikolai Kruk

Sobolev Institute of Geology and Mineralogy

107 PUBLICATIONS 1,178 CITATIONS

[SEE PROFILE](#)



G. A. Babin

35 PUBLICATIONS 507 CITATIONS

[SEE PROFILE](#)

Some of the authors of this publication are also working on these related projects:



A multidisciplinary study of Pacific-type orogenic belts and development of a holistic model linking evolution of oceans, their active margins and mantle magmatism
[View project](#)

ПЕТРОЛОГИЯ, ГЕОХИМИЯ И МИНЕРАЛОГИЯ

УДК 552.311

ОСНОВНЫЕ ВОЗРАСТНЫЕ РУБЕЖИ ИНТРУЗИВНОГО МАГМАТИЗМА КУЗНЕЦКОГО АЛАТАУ, АЛТАЯ И КАЛБЫ (по данным U-Pb изотопного датирования)

А. Г. Владимиров, М. С. Козлов¹, С. П. Шокальский², В. А. Халилов³, С. Н. Руднев,
Н. Н. Крук, С. А. Выставной, С. М. Борисов⁴, Ю. К. Березиков⁵, А. Н. Мещнер²,
Г. А. Бабин², А. Н. Мамлин², О. М. Мурзин⁶, Г. В. Назаров¹, В. А. Макаров⁷

Институт геологии СО РАН, 630090, Новосибирск, просп. Коптюга, 3, Россия

¹ *Алтайский геолог, 493126, Восточно-Казахстанская обл., пос. Опытное Поле, ул. Степная, 1, Республика Казахстан*

² *ФГУП Запсибгеолсъемка, 654919, Кемеровская обл., Новокузнецкий р-н, пос. Елань, Россия*

³ *Геологический институт АН РК, 480100, Алма-Ата, ул. Калинина, 69а, Республика Казахстан*

⁴ *Комитет природных ресурсов по Кемеровской области, 654000, Кемеровская обл., Новокузнецк, просп. Пионерский, 20, Россия*

⁵ *Комитет природных ресурсов по Алтайскому краю, 656099, Барнаул, просп. Ленина, 41, Россия*

⁶ *Рудно-Алтайская экспедиция, 658460, Алтайский край, Змеиногорск, ул. Разведчиков, 12, Россия*

⁷ *Институт геохимии и аналитической химии РАН, 117975, Москва, ул. Косыгина, 19, Россия*

Приведены новые данные U-Pb изотопного датирования цирконов из интрузивных образований Кузнецкого Алатау, Горного Алтая, Рудного Алтая и Калбы, а также обобщены ранее опубликованные результаты проводившихся здесь геохронологических исследований (U-Pb и Rb-Sr методы). Сопоставление радиологических возрастов с геологическими данными позволило детализировать событийную шкалу интрузивного магматизма и выделить семь основных рубежей, отвечающих последовательной смене геодинамических обстановок: V- ϵ_1 — аккреционно-субдукционная, связанная с эволюцией окраинноморско-островодужных систем Палеоазиатского океана; ϵ_2 -O₁ — аккреционно-коллизийная; D₁-D₃¹ и D₃²-C₁t — аккреционно-субдукционные обстановки, связанные с эволюцией активной континентальной окраины андского типа; C₁v-C₃ — аккреционно-коллизийная, связанная с косой коллизией Джунгарской микроплиты с Сибирским континентом и закрытием Обь-Зайсанского палеоокеанического бассейна; P₁-T₁ — постколлизийная, реализовавшаяся в сдвигово-раздвиговом режиме; T₃-J₁ — внутриплитный магматизм.

Геохронология, U-Pb и Rb-Sr изотопные методы, гранитоидный магматизм, Кузнецкий Алатау, Горный Алтай, Рудный Алтай, Калба

MAJOR EPOCHS OF INTRUSIVE MAGMATISM OF KUZNETSK ALATAU, ALTAI, AND KALBA (from U-Pb isotope dates)

A. G. Vladimirov, M. S. Kozlov, S. P. Shokal'skii, V. A. Khalilov, S. N. Rudnev, N. N. Kruk, S. A. Vystavnoi,
S. M. Borisov, Yu. K. Berezikov, A. N. Metsner, G. A. Babin, A. N. Mamlin, O. M. Murzin,
G. V. Nazarov, and V. A. Makarov

We present new U-Pb isotope dates for zircons from intrusive rocks of Kuznetsk Alatau, Gorny Altai, Rudny Altai, and Kalba and generalize the earlier published results of geochronological studies in these regions (U-Pb and Rb-Sr dates). Comparison of radiological ages with geological data permitted us to refine the scale of intrusive-magmatism events and recognize seven major epochs corresponding to a successive change of geodynamic settings: V- ϵ_1 — accretion-subductional, related to the evolution of sea-marginal-island-arc systems of the Paleo-Asian ocean; ϵ_2 -O₁ — accretion-collisional; D₁-D₃¹ and D₃²-C₁t — accretion-subductional, related to the evolution of active continental margin of the Andean type; C₁v-C₃ — accretion-collisional, related to the oblique collision of the Dzhungar microplate with the Siberian continent and closure of the Ob'-Zaisan paleocean basin; P₁-T₂ — postcollisional, realized in the strike-slip fault-disjoining regime; and T₃-J₁ — within-plate magmatism.

Geochronology, U-Pb and Rb-Sr isotope dating, granitoid magmatism, Kuznetsk Alatau, Gorny Altai, Rudny Altai, Kalba

ВВЕДЕНИЕ

В данной статье подведены итоги геохронологических исследований интрузивных ассоциаций, расположенных на территории Кемеровской области, Алтайского края, Республики Алтай (Россия) и Восточно-Казахстанской области (Республика Казахстан). В период 1986—1991 гг. эти работы

осуществлялись в рамках крупномасштабной геологической съемки, проводившейся на территории стран бывшего СНГ, а с 1992 г. они финансировались Роскомнедра, Министерством геологии и охраны недр Республики Казахстан, Президиумом СО РАН и Российским фондом фундаментальных исследований. Полученная база данных, включающая в себя около 60 радиологических определений, явилась важной составной частью при разработке новой методологии серийных легенд Госгеолкарты-200 применительно к внутриконтинентальным складчатым областям [1, 2]. Некоторая часть этих данных сейчас доступна широкому кругу геологов [3—25], однако большая — осталась в многочисленных фондовых отчетах производственных организаций, и их сводка и ревизия до сих пор не проведены.

МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЙ

В качестве основного метода, дающего наиболее надежные геохронологические данные в областях с полициклическим развитием и, как следствие, неоднократным тектонотермальным преобразованием пород, было выбрано U-Pb изотопное датирование цирконов [26, 27]. Из массивов простого строения (один гомодромный ритм, комплекс), как правило, отбирались наиболее распространенные разновидности пород, отвечающие главной интрузивной фазе. В случае полихронного строения plutонов опробовались породы, относящиеся по геологическим данным к разновозрастным комплексам, что специально отмечено в тексте и таблицах. Из габброидных тел, включенных в гранитоиды в виде крупных останцов ранних фаз и (или) объединенных с ними общностью вещественного состава, отбирались разности, наименее подверженные гибридизации. Вес проб составлял не менее 10—15 кг. Выделение акцессорных цирконов проводилось по стандартной методике с использованием тяжелых жидкостей. Химическое разложение цирконов осуществлялось по методу Т. Е. Кроу [28]. Изотопные анализы выполнены в геохронологических лабораториях ГИН АН РК (г. Алма-Ата, Республика Казахстан) и ГЕОХИ РАН (г. Москва, Россия). В лаборатории ГИН АН РК аналитические исследования производились на масс-спектрометре МИ-1320, оснащенный прибором регистрации масс-спектра ПРМ-2. Холостое загрязнение не превышало 5 нг Pb [29]. Изотопные анализы в ГЕОХИ РАН выполнены на масс-спектрометре TSN-206A фирмы СAMEСА методом термоионной эмиссии с использованием алюмосиликатного геля в качестве эмиттера ионов. Содержание U и Pb определены методом изотопного разбавления с точностью до 0,5 %. Холостое загрязнение не превышало 0,5 нг Pb [30]. Обработка экспериментальных данных проводилась при помощи программы ISOPLOT [31]. При расчете возрастов использовались общепринятые значения констант полураспада урана [32]. Поправки на обычный свинец были введены в соответствии с модельными величинами [33].

Аналитические данные U-Pb изотопного датирования приведены в табл. 1, а сводка ранее опубликованных радиологических возрастов по интрузивным образованиям региона — в табл. 2. Расположение массивов, для которых получены радиологические даты, показано на рис. 1.

Анализ U-Pb изохронных диаграмм с конкордией для цирконов позволили выявить ряд общих закономерностей, которые учитывались при интерпретации возрастов (рис. 2). Установлено, что подавляющая часть цирконов из интрузивных пород региона не содержат примеси древнего радиогенного свинца, а их U-Pb изотопный возраст, соответствующий кристаллизации расплава, определяется по верхнему пересечению дискордии с конкордией. Исключением являются наиболее низкотемпературные граниты, для которых можно предположить неполное растворение древнего циркона при плавлении субстрата (см. рис. 2, № 21, 23—25, 35). В некоторых случаях это предположение подтверждается прямым наблюдением реликтовых ядер в цирконах (см. рис. 2, № 15). В цирконах из наиболее древних раннепалеозойских комплексов отмечается стабильное смещение U-Pb изотопных отношений в направлении возрастных отметок, соответствующих более молодым периодам тектономагматической активизации, в том числе — к „нулевой“ отметке („экзогенная“ модель). Во всех перечисленных случаях при оценке возраста использовалась модель Йорка [27].

Вместе с тем нередко отмечались случаи, когда в районах с неоднократной тектонотермальной проработкой пород интерпретация U-Pb изотопных отношений в цирконах становилась неопределенной. Такие данные либо исключались из рассмотрения, либо в случае присутствия субконкордантных экспериментальных точек для оценки возраста использовалось $^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$.

В цирконах с высокими содержаниями U, как правило, U-Pb изотопные отношения оказывались смещены в направлении „нулевого“ возраста, что, вероятнее всего, было связано с потерей ими радиогенного Pb и промежуточных радиогенных изотопов в приповерхностных химически агрессивных средах. В этих случаях оценки возрастов рассматривались как предварительные, что специально отмечено в примечании к табл. 1.

Рассмотрим полученные геохронологические данные отдельно по регионам с учетом вышеприведенных комментариев.

Таблица 1. Результаты уран-свинцового изотопного изучения цирконов в интрузивных массивах западной части Алтае-Саянской складчатой области и Калба-Нарымской зоны Восточного Казахстана

| № п/п | Проба | Порода | U | Pb | ²⁰⁶ Pb/ ²⁰⁴ Pb | ²⁰⁶ Pb/ ²⁰⁷ Pb | ²⁰⁶ Pb/ ²⁰⁸ Pb | ²⁰⁶ Pb/ ²³⁸ U | ²⁰⁷ Pb/ ²³⁵ U | Примечание |
|--|---------------|--------------------------------------|------|------|--------------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|---|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 |
| Кузнецкий Алатау | | | | | | | | | | |
| <i>1. Кожуховский массив (мартайгинский габбро-диорит-гранодиоритовый комплекс)</i> | | | | | | | | | | |
| 1 | 1Б | Адамеллиты | 642 | 40,1 | 1597 | 15,36 | 8,69 | 0,0608 | 0,4694 | $T_0 = 530 \pm 29$ млн лет; нижнее пересечение с конкордией: $T_L = 205 \pm 66$ млн лет; СКВО = 7,3 |
| 2 | 2Б | » | 651 | 43,9 | 1420 | 14,97 | 7,96 | 0,06486 | 0,5057 | |
| 3 | 3Б | Гранодиориты | 407 | 34,1 | 4129 | 16,31 | 10,92 | 0,08409 | 0,6702 | |
| 4 | 4Б | » | 584 | 44,7 | 8639 | 16,88 | 10,19 | 0,07671 | 0,6089 | |
| <i>2. Краснокаменский массив (краснокаменский лейкомонцодиорит-лейкомонцит-граносиенитовый комплекс)</i> | | | | | | | | | | |
| 5 | 6Б | Субщелочной гранодиорит | 545 | 37 | 5494 | 16,87 | 6,50 | 0,06483 | 0,5063 | $T_0 \approx 520$ млн лет; нижнее пересечение с конкордией: $T \approx 210$ млн лет; предварительные данные |
| 6 | 7Б | Лейкомонцодиориты | 662 | 39,6 | 5329 | 17,24 | 8,73 | 0,05909 | 0,4502 | |
| 7 | 8Б | » | 1610 | 59,6 | 1877 | 16,88 | 8,07 | 0,036 | 0,2554 | |
| <i>3. Карнаульский массив (карнаульский граносиенит-гранитовый комплекс)</i> | | | | | | | | | | |
| 8 | 9Б | Субщелочные гранодиориты | 612 | 40,8 | 7935 | 17,52 | 11,31 | 0,06749 | 0,514 | $T_0 = 447 \pm 39$ млн лет; нижнее пересечение с конкордией: $T_L = 354 \pm 55$ млн лет; СКВО=3,07 |
| 9 | 10Б | » | 691 | 44,7 | 7304 | 17,50 | 11,97 | 0,06575 | 0,5 | |
| 10 | 11Б | » | 642 | 42,5 | 14648 | 17,78 | 12,27 | 0,06755 | 0,5147 | |
| 11 | 12Б | » | 528 | 38,6 | 4812 | 16,91 | 10,52 | 0,07334 | 0,5674 | |
| 12 | 13Б | » | 758 | 45,3 | 5777 | 17,61 | 10,31 | 0,06001 | 0,449 | |
| Северная часть Горного Алтая | | | | | | | | | | |
| <i>4. Бирюксинский массив (топольнинский габбро-гранодиорит-гранитовый комплекс)*</i> | | | | | | | | | | |
| 13 | Ш-62 | Граниты субщелочные, Na | 1417 | 84,3 | 8231 | 18,02 | 6,85 | 0,0568 | 0,4208 | Дискордия построена с привязкой к $T=0$: $T_0 = 360 \pm 14$ млн лет; СКВО = 0,03 |
| 14 | Ш-62 ч. р. | | 1361 | 81,7 | 9101 | 18,06 | 6,05 | 0,05705 | 0,4228 | |
| <i>5. Сосновский массив (усть-беловский габбро-диорит-гранодиоритовый комплекс)</i> | | | | | | | | | | |
| 15 | 3-501 | Биотит-роговообманковые гранодиориты | 592 | 32,1 | 6721 | 17,98 | 11,27 | 0,05492 | 0,4047 | Дискордия построена с привязкой к $T=0$: $T_0 = 353 \pm 12$ млн лет; СКВО = 0,22 |
| 16 | 3-501/1 | | 541 | 30,4 | 11024 | 18,19 | 12,69 | 0,05751 | 0,4255 | |
| 17 | 3-501/1 ч. р. | | 481 | 27,1 | 6229 | 17,87 | 11,04 | 0,05695 | 0,421 | |
| Северо-западная часть Горного Алтая | | | | | | | | | | |
| <i>6. Майорский массив (майорский габбро-диорит-гранит-лейкогранитовый комплекс)</i> | | | | | | | | | | |
| 18 | 142-2 | Рибекитовый гранит | 833 | 51,5 | 3501 | 17,13 | 7,61 | 0,06007 | 0,449 | $T_0 = 381 \pm 4$ млн лет; нижнее пересечение с конкордией: $T_L = 158 \pm 17$ млн лет; СКВО = 0,15 |
| 19 | 141 | Биотитовый гранит | 1770 | 108 | 9379 | 17,95 | 7,77 | 0,05998 | 0,448 | |
| 20 | 141-1 | Биотитовые лейкограниты | 2252 | 111 | 3832 | 17,50 | 7,77 | 0,04821 | 0,3545 | |
| 21 | 141-2 | » | 2007 | 123 | 4451 | 17,40 | 8,02 | 0,06001 | 0,4484 | |

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 |
|--|---------|---------------------------------------|------|------|-------|-------|--------|---------|--------|---|
| <i>7. Верхнебацелакский массив (усть-беловский габбро-диорит-гранодиоритовый комплекс)</i> | | | | | | | | | | |
| 22 | 147-2 | Биотит-роговообманковые гранодиориты | 845 | 49,8 | 7131 | 17,82 | 8,91 | 0,05848 | 0,436 | Дискордия построена с привязкой к $T=0$: $T_0 = 371 \pm \pm 15$ млн лет; СКВО = 6,9 |
| 23 | 147 | | 988 | 57,8 | 5350 | 17,66 | 8,99 | 0,05802 | 0,4313 | |
| <i>8. Бацелакский массив (усть-беловский габбро-диорит-гранодиоритовый комплекс)</i> | | | | | | | | | | |
| 24 | 144 | Биотит-роговообманковые гранодиориты | 446 | 25,9 | 5087 | 17,61 | 10,07 | 0,05817 | 0,4324 | Дискордия построена с привязкой к $T=0$: $T_0 = 364 \pm \pm 16$ млн лет; СКВО = 8,9 |
| 25 | 144-1 | | 425 | 24,3 | 6193 | 17,83 | 10,31 | 0,05746 | 0,4257 | |
| <i>9. Усть-беловский массив (усть-беловский габбро-диорит-гранодиоритовый комплекс)</i> | | | | | | | | | | |
| 26 | 148-1 | Биотит-роговообманковые гранодиориты | 717 | 42,9 | 5605 | 17,71 | 7,54 | 0,05829 | 0,4328 | Дискордия построена с привязкой к $T=250$: $T_0 = 364 \pm \pm 8$ млн лет; СКВО = 0,03 |
| 27 | 148 | | 846 | 49,5 | 3503 | 17,28 | 7,63 | 0,05689 | 0,4213 | |
| <i>10. Абинский массив (боровлянский гранодиорит-гранит-лейкогранитовый комплекс)</i> | | | | | | | | | | |
| 28 | 146 | Кордиерит-биотитовые мелаграниты | 264 | 14,9 | 2365 | 16,65 | 19,26 | 0,05852 | 0,4348 | Возраст вычислен по $^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$ отношению: $T_0 = 367 \pm 4$ млн лет |
| 29 | 146-1 | | 290 | 16,1 | 5706 | 17,67 | 25,96 | 0,05873 | 0,4375 | |
| 30 | 146-2 | | 603 | 35,2 | 973,3 | 14,52 | 13,95 | 0,05833 | 0,4331 | |
| <i>11. Боровлянский массив (боровлянский гранодиорит-гранит-лейкогранитовый комплекс)</i> | | | | | | | | | | |
| 31 | 145-1 | Биотитовые гранодиориты | 928 | 55,8 | 2605 | 16,85 | 7,16 | 0,0578 | 0,4284 | Возраст вычислен по $^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$ отношению: $T_0 = 362 \pm 4$ млн лет |
| 32 | 145-2 | | 969 | 57,4 | 5615 | 17,67 | 7,67 | 0,05782 | 0,4303 | |
| <i>12. Чарышский массив (боровлянский гранодиорит-гранит-лейкогранитовый комплекс)</i> | | | | | | | | | | |
| 33 | 140 | Биотитовые гранодиориты и мелаграниты | 790 | 47 | 1496 | 15,77 | 9,22 | 0,05826 | 0,431 | Возраст вычислен по $^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$ отношению: $T_0 = 365 \pm 5$ млн лет |
| 34 | 140-2 | | 924 | 53,6 | 4579 | 17,51 | 10,87 | 0,05843 | 0,4346 | |
| 35 | 140-1 | | 857 | 49,9 | 4119 | 17,45 | 10,16 | 0,05829 | 0,4321 | |
| Южная часть Горного Алтая | | | | | | | | | | |
| <i>13. Рахмановский массив (рахмановский габбро-диорит-гранодиоритовый комплекс)</i> | | | | | | | | | | |
| 36 | П-4 | Биотит-роговообманковые гранодиориты | 577 | 37,2 | 1613 | 15,72 | 7,80 | 0,06214 | 0,4676 | Дискордия построена с привязкой к $T=0$: $T_0 = 389 \pm \pm 50$ млн лет; СКВО = 15 |
| 37 | 2024 | | 927 | 60,9 | 1798 | 16,00 | 6,59 | 0,06222 | 0,4665 | |
| 38 | П-2 | | 787 | 52,6 | 2151 | 16,96 | 5,13 | 0,06131 | 0,4596 | |
| <i>14. Рахмановский массив (рахмановский гранодиорит-гранитный комплекс)</i> | | | | | | | | | | |
| 39 | П-8013 | Биотитовые гранодиориты | 796 | 49,1 | 3084 | 17,02 | 7,05 | 0,05935 | 0,4421 | Дискордия построена с привязкой к $T=0$: $T_0 = 375 \pm \pm 11$ млн лет; СКВО = 4,1 |
| 40 | П-8014 | | 769 | 47,6 | 2178 | 16,47 | 6,82 | 0,05907 | 0,4410 | |
| <i>15. Чиндагатуйский массив (чиндагатуйский редкометалльно-гранитный комплекс)</i> | | | | | | | | | | |
| 41 | 2252 | Граниты | 1400 | 41,6 | 4721 | 18,70 | 16,40 | 0,03086 | 0,2144 | Возраст вычислен по $^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$ отношению по конкордантной точке 2271: $T_0 = 196 \pm \pm 4$ млн лет |
| 42 | 2271 | | 1451 | 47,6 | 520,6 | 12,82 | 8,84 | 0,03086 | 0,2121 | |
| 43 | РА-23 | 1723 | 36,6 | 7750 | 19,08 | 11,04 | 0,0216 | 0,1504 | | |
| 44 | 3-700 | Лейкограниты | 2039 | 65,6 | 2760 | 17,05 | 12,7 | 0,0328 | 0,2417 | |
| 45 | 1-104/1 | » | 857 | 26,0 | 3000 | 17,22 | 8,146 | 0,0300 | 0,2208 | |

16. Ороцаганский массив (чиндагатайский редкометалльно-гранитный комплекс)

| | | | | | | | | | | |
|----|------|---------|------|------|-------|-------|-------|---------|--------|--|
| 46 | 8006 | Граниты | 1531 | 44,7 | 2845 | 18,25 | 12,71 | 0,02987 | 0,2046 | Дискордия построена с привязкой к $T=0$: $T_0 = 182 \pm \pm 19$ млн лет; СКВО = 2,4 |
| 47 | 1 | » | 835 | 24,5 | 864,2 | 19,44 | 9,48 | 0,02941 | 0,2018 | |

Рудный Алтай

17. Лениногорско-Синюхинский массив (алеийский габбро-тоналит-плагиогранитный комплекс)

| | | | | | | | | | | |
|----|-----|--------------|-----|------|------|-------|------|---------|--------|---|
| 48 | С-2 | Гранодиориты | 907 | 59,7 | 1737 | 15,96 | 6,20 | 0,06179 | 0,4624 | Возраст вычислен по $^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$ отношению: $T_0 = 379 \pm 7$ млн лет |
| 49 | С-1 | » | 945 | 60,6 | 2212 | 16,48 | 6,22 | 0,06046 | 0,451 | |

Змеиногорский габбро-диорит-гранодиорит-гранитный комплекс

18. Пихтовский массив

| | | | | | | | | | | |
|----|-----|--------|-----|------|-------|-------|------|---------|--------|--|
| 50 | П-1 | Гранит | 363 | 20,3 | 546,6 | 12,38 | 5,08 | 0,04912 | 0,3663 | Для пород Пихтовского, Ревневско-Амелихинского и Змеиногорского массивов построена общая дискордия с привязкой к $T=0$: $T_0 = 381 \pm 5$ млн лет; СКВО = 9,6 |
|----|-----|--------|-----|------|-------|-------|------|---------|--------|--|

19. Ревневско-Амелихинский массив

| | | | | | | | | | |
|----|------|---------------------------------|-----|------|------|-------|------|---------|--------|
| 51 | 8813 | Биотит-роговообманковые граниты | 262 | 16,8 | 934 | 14,27 | 5,31 | 0,05803 | 0,4356 |
| 52 | 8809 | | 282 | 16,2 | 1430 | 15,54 | 5,46 | 0,05282 | 0,3943 |
| 53 | 8805 | | 267 | 16 | 2871 | 16,87 | 5,44 | 0,05566 | 0,416 |

20. Массив Черный Камень

| | | | | | | | | | |
|----|-------|---------------------------------|-----|------|-------|-------|------|---------|--------|
| 54 | 28821 | Биотит-роговообманковые граниты | 504 | 28,2 | 3557 | 17,16 | 6,11 | 0,05295 | 0,3955 |
| 55 | 28823 | | 534 | 32,9 | 2721 | 16,75 | 6,07 | 0,05808 | 0,4351 |
| 56 | 28822 | | 502 | 26,4 | 332,9 | 10,20 | 3,87 | 0,04252 | 0,3179 |

21. Шемонахинский массив

| | | | | | | | | | | |
|----|-----|------------|-----|------|------|-------|------|---------|--------|--|
| 57 | 243 | Na-граниты | 310 | 20,3 | 2412 | 16,50 | 6,32 | 0,06196 | 0,466 | $T_0 = 369 \pm 4$ млн лет; верхнее пересечение с конкордией: $T_U = 600 \pm 100$ млн лет; СКВО = 3,5 |
| 58 | 284 | » | 389 | 26,7 | 2117 | 16,26 | 4,67 | 0,06198 | 0,4666 | |
| 59 | 251 | » | 468 | 31,8 | 3546 | 17,07 | 4,49 | 0,06128 | 0,4605 | |
| 60 | 245 | Гранит | 452 | 292 | 4648 | 17,25 | 7,30 | 0,06259 | 0,4731 | |
| 61 | 223 | Na-граниты | 281 | 18,2 | 3239 | 16,98 | 5,69 | 0,06063 | 0,4545 | |
| 62 | 224 | » | 392 | 25 | 3401 | 17,10 | 6,02 | 0,0602 | 0,4499 | |
| 63 | 226 | Габбро | 300 | 18,3 | 4265 | 17,36 | 8,74 | 0,06022 | 0,45 | |

22. Календарский массив (календарский габбро-плагиогранитный комплекс)

| | | | | | | | | | | |
|----|-----|---------------------------------------|-----|------|------|-------|------|---------|--------|--|
| 64 | 350 | Биотит-роговообманковые плагиограниты | 979 | 60,2 | 1172 | 15,25 | 4,42 | 0,05444 | 0,3984 | Дискордия построена с привязкой к $T=0$: $T_0 = 333 \pm 3$ млн лет; СКВО = 0,18 |
| 65 | 363 | | 376 | 22,6 | 1511 | 15,93 | 4,79 | 0,05425 | 0,3972 | |

Волчихинский габбро-диорит-Na-гранитный комплекс

23. Волчихинский массив

| | | | | | | | | | | |
|----|-----|--------------------|-----|------|------|-------|------|---------|-------|--|
| 66 | 283 | Плагиомеланогранит | 233 | 13,1 | 1077 | 15,15 | 3,59 | 0,04775 | 0,345 | Для пород Волчихинского, Топкушинского и Александровского массивов была построена единая дискордия с привязкой к $T=0$: $T_0 = 301 \pm 7$ млн лет; СКВО = 1,7 |
|----|-----|--------------------|-----|------|------|-------|------|---------|-------|--|

24. Топкушинский массив

| | | | | | | | | | |
|----|-----|--------|-----|------|------|-------|------|---------|-------|
| 67 | 277 | Диорит | 583 | 34,5 | 2979 | 17,47 | 2,49 | 0,04685 | 0,338 |
|----|-----|--------|-----|------|------|-------|------|---------|-------|

25. Александровский массив

| | | | | | | | | | |
|----|-----|--------------------|-----|------|-----|-------|------|---------|--------|
| 68 | 278 | Плагиомеланогранит | 439 | 29,6 | 998 | 14,66 | 3,30 | 0,05607 | 0,4247 |
|----|-----|--------------------|-----|------|-----|-------|------|---------|--------|

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | |
|---|----------|---------------------|------|-------|-------|-------|-------|---------|--------|---|--|
| <i>26. Межовский массив (волчихинский габбро-диорит-На-гранитный комплекс)</i> | | | | | | | | | | | |
| 69 | С-543/3 | На-граниты | 1609 | 90,6 | 3478 | 17,68 | 4,00 | 0,04982 | 0,3598 | $T_0 = 308 \pm 2$ млн лет; нижнее пересечение с конкордией: $T_L = 400 \pm 50$ млн лет | |
| 70 | 870 | » | | 37 | 2749 | 17,00 | 12,93 | 0,0432 | 0,319 | | |
| <i>27. Массив Волчы Шкили</i> | | | | | | | | | | | |
| 71 | 3820 | » | 417 | 18,3 | 426 | 11,69 | 5,14 | 0,05107 | 0,2682 | Дискордия построена с привязкой к $T=0$: $T_0 = 244,5 \pm 2,5$ млн лет; СКВО = 0,01 | |
| 72 | 3822 | » | 524 | 21,6 | 758 | 14,19 | 4,77 | 0,05109 | 0,2571 | | |
| <i>28. Правоубинский массив („раннекалбинский“ гранодиорит-гранит-лейкогранитовый комплекс)</i> | | | | | | | | | | | |
| 73 | С-4 | Граниты | 1843 | 63,8 | 4233 | 18,19 | 7,95 | 0,03392 | 0,2411 | Дискордия построена с привязкой к $T=0$: $T_0 = 264 \pm 8$ млн лет; СКВО = 2,1 | |
| 74 | С-4а | » | 1082 | 51,1 | 1067 | 15,35 | 6,65 | 0,04436 | 0,3148 | | |
| <i>29. Черневинский массив („позднекалбинский“ гранит-лейкогранитный комплекс)</i> | | | | | | | | | | | |
| 75 | АВ-Ч1-2 | Лейкограниты | 1908 | 73,6 | 5945 | 18,59 | 14,84 | 0,03986 | 0,2822 | Дискордия построена с привязкой к $T=0$: $T_0 = 256 \pm 8$ млн лет; СКВО = 15,4 | |
| 76 | АВ-Ч3-1 | » | 2442 | 94,4 | 7408 | 18,73 | 14,01 | 0,03985 | 0,2825 | | |
| 77 | АВ-Ч3-2 | » | 2207 | 83,7 | 4929 | 18,41 | 13,80 | 0,03897 | 0,2760 | | |
| 78 | АВ-Ч2-2 | Граниты | 2370 | 89,8 | 4436 | 18,36 | 13,84 | 0,03892 | 0,2745 | | |
| 79 | АВ-Ч2-1 | » | 2951 | 126,7 | 1491 | 16,31 | 5,57 | 0,0397 | 0,282 | | |
| 80 | 9022 | » | 3499 | 133,3 | 8915 | 18,93 | 14,55 | 0,0394 | 0,2781 | | |
| <i>30. Массив Россыпной Белок (рудноалтайский редкометалльно-гранитный комплекс)</i> | | | | | | | | | | | |
| 81 | С-6 | Гранит | 1434 | 49,9 | 1223 | 16,09 | 4,26 | 0,0307 | 0,2124 | | $T_0 = 197 \pm 1$ млн лет; нижнее пересечение с конкордией: $T_L = -600 \pm 300$ млн лет |
| 82 | С-6а | Лейкогранит | 1520 | 54,4 | 1133 | 15,92 | 4,27 | 0,03152 | 0,2169 | | |
| Калба-Нарымская зона | | | | | | | | | | | |
| <i>31. Шубаришокинский массив (калгутинский гранодиорит-гранитный комплекс)</i> | | | | | | | | | | | |
| 83 | 8Л | Гранодиориты | 473 | 22,9 | 1685 | 16,28 | 9,88 | 0,04786 | 0,3482 | Дискордия построена с привязкой к $T=0$: $T_0 = 315 \pm 14$ млн лет; СКВО = 6,6 | |
| 84 | 6Л | » | 548 | 26,2 | 2063 | 16,75 | 14,97 | 0,04888 | 0,3546 | | |
| <i>32. Ксеноблок в Прииртышском массиве (калгутинский гранодиорит-гранитный комплекс)</i> | | | | | | | | | | | |
| 85 | Т-207/89 | Гранит | 671 | 33,6 | 5845 | 18,05 | 11,77 | 0,05088 | 0,371 | Возраст вычислен по $^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$ отношению: $T_0 = 324 \pm 4$ млн лет | |
| <i>33. Прииртышский массив („раннекалбинский“ гранодиорит-гранит-лейкогранитовый комплекс)</i> | | | | | | | | | | | |
| 86 | 300 | Аплитовидный гранит | 754 | 32,5 | 1403 | 16,13 | 11,54 | 0,04302 | 0,306 | Дискордия построена с привязкой к $T=0$: $T_0 = 278 \pm 9$ млн лет; СКВО = 23,3 | |
| 87 | 300 мон. | » | 2765 | 583 | 17237 | 19,05 | 0,21 | 0,0422 | 0,3006 | | |
| 88 | 72-К | Гранит | 1030 | 47 | 1423 | 16,10 | 11,29 | 0,04548 | 0,3249 | | |
| 89 | 70-К | Гранодиорит | 77 | 4 | 739 | 13,96 | 4,15 | 0,04483 | 0,3202 | | |
| 90 | 105-К | Граниты | 673 | 31,7 | 2803 | 17,48 | 5,80 | 0,04423 | 0,3171 | | |
| 91 | 129-К | » | 914 | 42,6 | 6473 | 18,46 | 7,46 | 0,04546 | 0,3253 | | |
| 92 | 143-К | Гранодиорит | 398 | 19,9 | 1218 | 15,60 | 6,25 | 0,04674 | 0,3358 | | |

34. Пролетарский массив („раннекалбинский“ гранодиорит-гранит-лейкогранитный комплекс)

| | | | | | | | | | | |
|----|----|--------------------|------|------|------|-------|-------|---------|--------|---|
| 93 | 4Л | Биотитовые граниты | 1012 | 45,4 | 1281 | 15,78 | 9,95 | 0,04414 | 0,3162 | Дискордия построена с привязкой к $T=0$: $T_0 = 285 \pm \pm 3$ млн лет; СКВО = 0,8 |
| 94 | 2Л | » | 996 | 41,8 | 1181 | 15,54 | 12,72 | 0,04199 | 0,3011 | |

35. Чебундинский массив („раннекалбинский“ гранодиорит-гранит-лейкогранитный комплекс)

| | | | | | | | | | | |
|----|----------|---------|------|------|------|-------|-------|---------|--------|---|
| 95 | 338 | Граниты | 1133 | 47,5 | 3890 | 17,99 | 16,18 | 0,0434 | 0,31 | $T_0 = 274 \pm 13$ млн лет; верхнее пересечение с конкордией: $T \approx \approx 600$ млн лет; СКВО = 4,0 |
| 96 | 338 мон. | » | 3370 | 687 | 2030 | 17,05 | 0,23 | 0,04291 | 0,3044 | |
| 97 | 341 мон. | » | 6293 | 969 | 1461 | 16,13 | 0,34 | 0,0439 | 0,3146 | |
| 98 | T-208/89 | » | 607 | 28,2 | 5184 | 17,95 | 12,71 | 0,04743 | 0,346 | |

36. Чебундинский массив („позднекалбинский“ гранит-лейкогранитный комплекс)

| | | | | | | | | | | |
|----|-----|-------------|-----|------|------|-------|-------|---------|--------|--|
| 99 | 347 | Гранодиорит | 459 | 17,8 | 6257 | 18,65 | 11,39 | 0,03937 | 0,2783 | Возраст вычислен по $^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$: $T_0 = 253 \pm 4$ млн лет |
|----|-----|-------------|-----|------|------|-------|-------|---------|--------|--|

37. Прииртышский массив („позднекалбинский“ гранит-лейкогранитный комплекс)

| | | | | | | | | | | |
|-----|----------|---------|------|------|-------|-------|-------|---------|--------|---|
| 100 | 353 | Граниты | 901 | 33,9 | 2968 | 17,85 | 15,03 | 0,03871 | 0,2727 | Дискордия построена с привязкой к $T=0$: $T_0 = 245 \pm \pm 7$ млн лет; СКВО = 1,8 |
| 101 | 354 | » | 1417 | 45,5 | 5698 | 18,71 | 23,18 | 0,03392 | 0,2379 | |
| 102 | 354 мон. | » | 2418 | 603 | 12716 | 19,15 | 0,15 | 0,03681 | 0,2592 | |
| 103 | 333 | » | 928 | 34,2 | 3305 | 18,01 | 15,42 | 0,03802 | 0,2678 | |
| 104 | 333 мон. | » | 3118 | 687 | 7359 | 18,87 | 0,17 | 0,0376 | 0,2644 | |

38. Сибинский массив (монастырский гранит-лейкогранитный комплекс)

| | | | | | | | | | | |
|-----|-----|-------------|------|-----|------|-------|-------|---------|--------|--|
| 105 | 374 | Гранит | 1104 | 385 | 2801 | 17,86 | 10,50 | 0,03497 | 0,2446 | Дискордия построена с привязкой к $T=0$: $T_0 = 231 \pm \pm 11$ млн лет; СКВО = 3,4 |
| 106 | 9Л | Лейкогранит | 1032 | 44 | 2238 | 17,43 | 3,38 | 0,03631 | 0,2545 | |

39. Белоусовский массив (монастырский гранит-лейкогранитный комплекс?)

| | | | | | | | | | | |
|-----|-----|--------|-----|------|------|-------|------|---------|--------|--|
| 107 | 372 | Гранит | 809 | 30,5 | 1758 | 16,95 | 7,99 | 0,03661 | 0,2557 | Возраст вычислен по $^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$: $T_0 = 225 \pm 4$ млн лет |
|-----|-----|--------|-----|------|------|-------|------|---------|--------|--|

Примечание. В графе 11 расчет возраста и 95 %-ой доверительной ошибки произведен по методу Йорка, в случае отсутствия дискордантной зависимости и группировки экспериментальных точек вблизи конкордии возраст оценивался либо по „экзогенной“ модели с привязкой нижнего пересечения к $T=0$ млн лет, либо по $^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$ изотопному отношению, что специально отмечалось в данной графе. Номера графиков с конкордией, на которые выносились экспериментальные точки, соответствуют номерам массивов в таблице. Авторство проб: 1—12 — С. М. Борисов („Южсибгеолком“, г. Новокузнецк); 13, 14, 18—35 — С. П. Шокальский (ГП „Запсибгеолсъемка“, пос. Елань, Кемеровской обл.); 15—17, 52 — А. Г. Владимиров (ИГ СО РАН, г. Новосибирск); 41, 42, 45—49, 67—70, 73—107 — М. С. Козлов и др. (АГГЭ, г. Усть-Каменогорск, Казахстан); 36—40 — В. И. Тимкин (АГГЭ, г. Усть-Каменогорск, Казахстан); 43 — С. Н. Руднев (ИГ СО РАН, г. Новосибирск); 44 — С. А. Выставной (ИГ СО РАН, г. Новосибирск); 50—66, 71, 72 — О. В. Мурзин (ГП „Рудноалтайская экспедиция“, г. Змеиногорск). Изотопные исследования выполнены в ГИН АН Республики Казахстан, г. Алма-Ата, под руководством В. А. Халилова (№ 1—50, 54—82, 88—118, 116); контрольные измерения выполнялись в геохронологической лаборатории ГЕОХИ РАН, г. Москва, под руководством Е. В. Бибиковой (№ 51—53). ч. р. — частичное разложение в плавиковой кислоте (20—30 %) с изотопным анализом ядерного остатка; мон. — монацит.

* Название комплексов дано по [52].

Таблица 2. Обзор предшествующих результатов U-Pb и Rb-Sr изотопного датирования интрузивных массивов западной части Алтае-Саянской складчатой области и Иртышской зоны смятия Восточного Казахстана

| № (по рис. 1) | Массив | Комплекс | Возраст, млн лет | Изотопный метод | Литературный источник |
|--|--|---|-----------------------|-----------------|-----------------------|
| | название | | | | |
| Кузнецкий Алатау (Горная Шория) | | | | | |
| 40 | Базасский | Мартайгинский габбро-диорит-гранодиоритовый | 530 ± 9 | U-Pb | [24] |
| 41 | Тебинский | Тебинский габбро-диоритовый | 492 ± 9 | » | [7, 24] |
| 42 | Колосовский | » | 485 ± 5 | » | [24] |
| 43 | Заслонкинский | » | 469 ± 9 | Rb-Sr | [8, 24] |
| 44 | Азасский | Азасский диорит-гранодиорит-гранитный | 385 ± 15 387 ± 17 | U-Pb Rb-Sr | [8, 24] |
| 45 | Томский массив (Барсуковская группа тел) | Барсуковский монцодиорит-сиенит-гранитный | 265 ± 10 220 ± 9 | U-Pb Rb-Sr | [24] |
| 46 | Порожинский | Порожинский гранит-лейкогранитный | 211 ± 4 | U-Pb | [8, 24] |
| Северная часть Горного Алтая | | | | | |
| 47 | Рыбалкинский | Яломанский габбродиорит-диорит-гранодиоритовый | 369 ± 13 | Rb-Sr | [20] |
| 48 | Сосновский | Спириновский монцодиорит-гранодиорит-К-гранитный | 264 ± 16 | » | [10] |
| 49 | Айский | Айский Сиенит-граносиенит-лейкогранитный | 249 ± 6 244 ± 5 | U-Pb Rb-Sr | [22] |
| 50 | Белокурихинский, Курановский и Осокинский | Белокурихинский Редкометалльно-гранитный | 232 ± 5 245 ± 8 | U-Pb Rb-Sr | [19] |
| 51 | Синюшинский | Синюшинский редкометалльно-гранитный | 251 ± 5 241 ± 5 | U-Pb Rb-Sr | [19] |
| 52 | Тигирекский, Коровихинский | » | 251 ± 5 241 ± 5 | U-Pb Rb-Sr | [19] |
| 53 | Каракольский, Верхнещербетинский, Верхнеталицкий | Белокурихинский редкометалльно-гранитный | 244 ± 2 241 ± 2 | U-Pb Rb-Sr | [19] |
| Южная часть Горного Алтая | | | | | |
| 54 | Калгутинский | Чиндагатауйско-калгутинский гранит-лейкогранитный | 204 ± 1,5 | Rb-Sr | [21] |
| 55 | Алахинский | » | 180 ± 20 199 ± 0,8 | U-Pb Rb-Sr | [3, 5, 21, 43] |
| Рудный Алтай | | | | | |
| 56 | Саввушинский | Синюшинский редкометалльно-гранитный | 251 ± 5 241 ± 4,5 | U-Pb Rb-Sr | [19] |
| Калба-Нарымская зона | | | | | |
| 57 | Уланский | „Уланский“ редкометалльно-гранитный | 272 ± 4 | Rb-Sr | [13] |
| 58 | Онгониты Чичекской структуры | » | 266 ± 7 | » | [13] |

Примечание. Номера массивов соответствуют положению их на рис. 1.

ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ИССЛЕДОВАНИЙ

Кузнецкий Алатау. Изотопное датирование геологических образований этого региона ранее было проведено только в пределах Томского выступа и его складчатого обрамления [7, 8, 11, 12, 16, 18, 23, 24]. В результате этих исследований выделены шесть этапов формирования метаморфических и магматических пород: *позднерифейский* (метабазиты эпидот-амфиболитовой фации — конжинский комплекс, 737—651 млн лет, Sm-Nd метод), *раннекембрийский* (плагииграниты офиолитового типа — колтасский вулканический комплекс, 552—536 млн лет, U-Pb метод), *позднекембрийский—раннеордовикский* (субщелочные габброиды и известково-щелочные габбродиориты — тебинский комплекс, 513—480 млн лет, U-Pb метод), *девонский* (известково-щелочные гранитоиды Азасского массива — тельбесский комплекс, 400—370 млн лет, U-Pb метод), *среднепозднекаменноугольный* (метапелиты и мигматиты амфиболитовой фации — ташелгинская метаморфическая серия, ~300 млн лет, U-Pb метод) и *пермотриасовый* (сиениты барсуковского, гнейсограниты и мигматиты томского, субщелочные гранитоиды порожинского комплексов, 255—207 млн лет, U-Pb, Rb-Sr, Ar-Ag методы). Было показано [23, 24], что традиционные представления о наличии под Кузнецким Алатау раннекембрийского сиалического фундамента не находят подтверждения, а возраст древнейших пород региона (океанические метабаазиты MORB-типа) ограничивается поздним

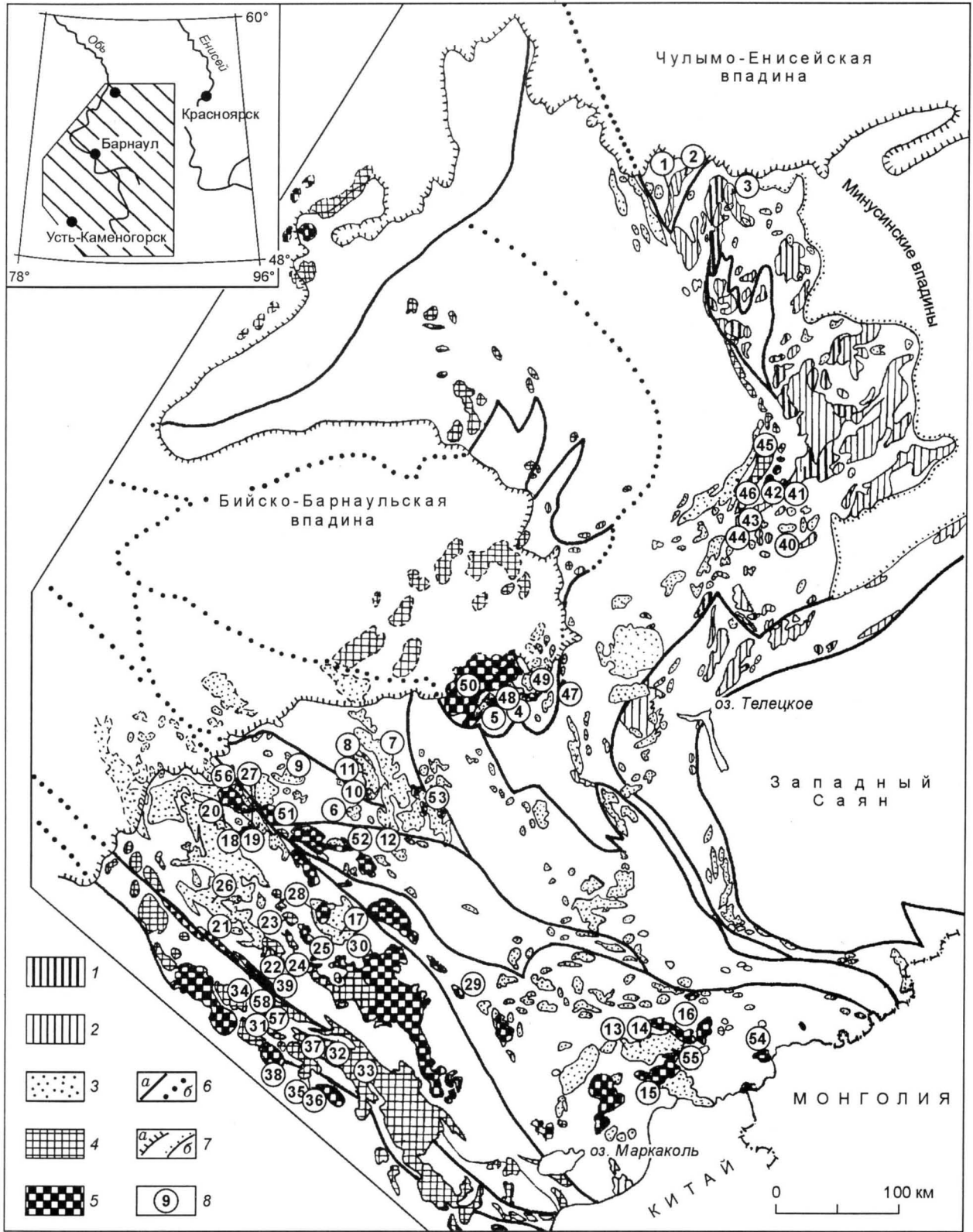
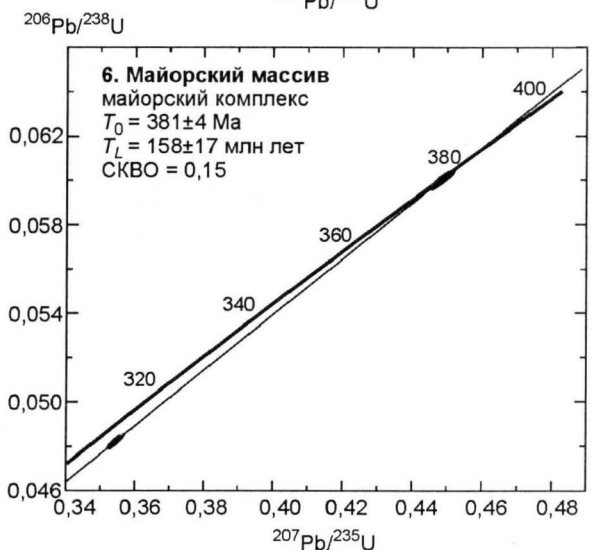
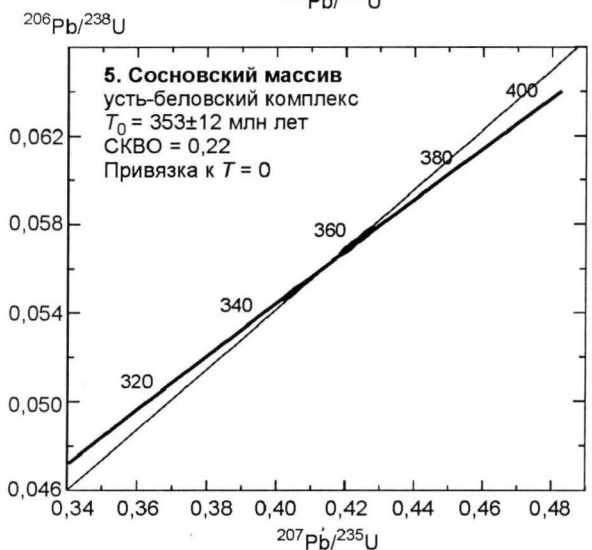
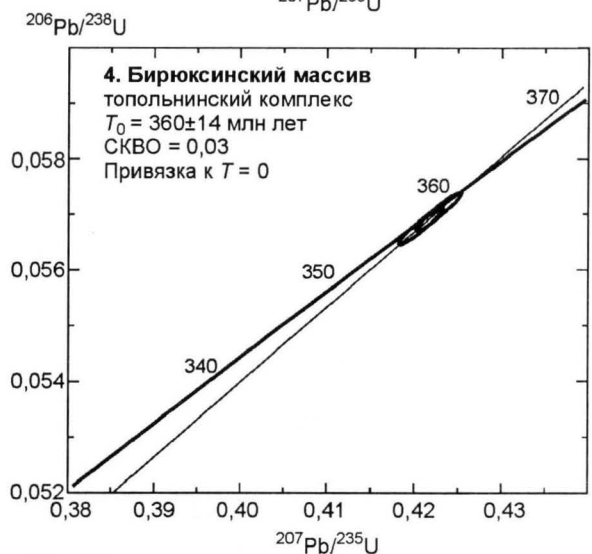
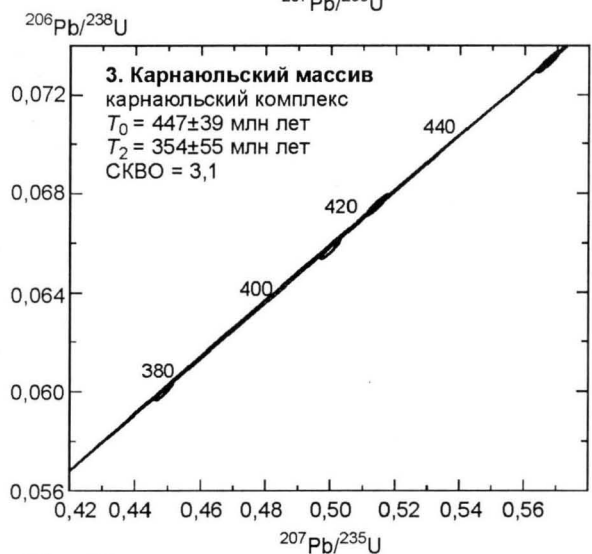
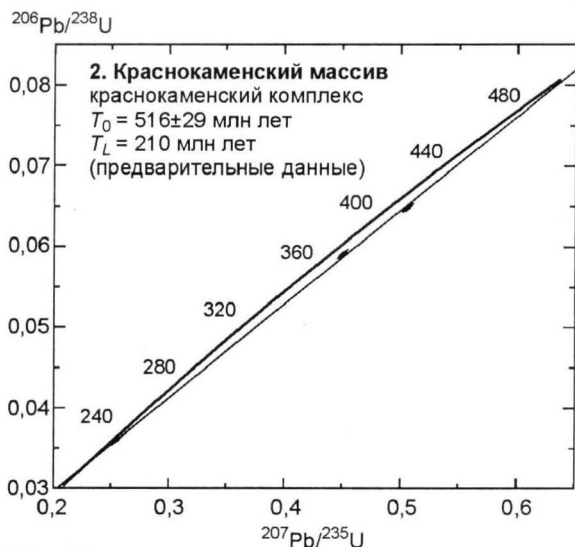
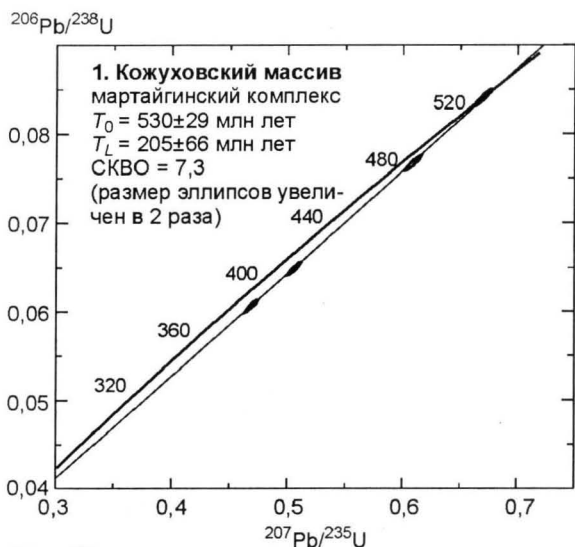
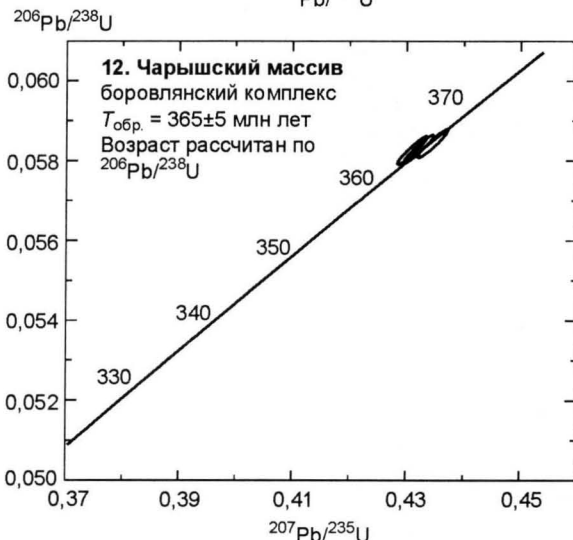
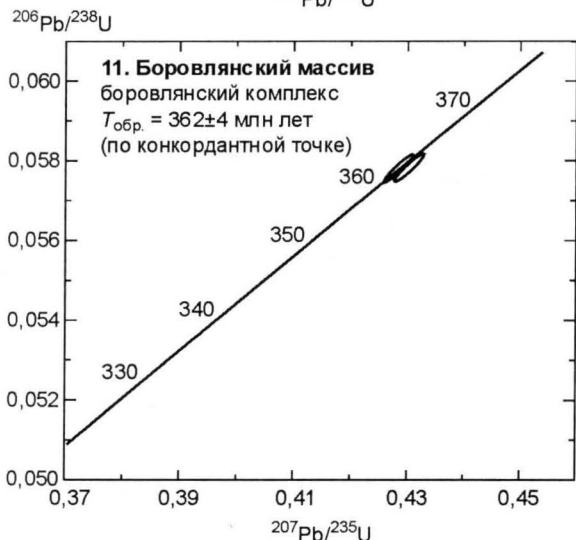
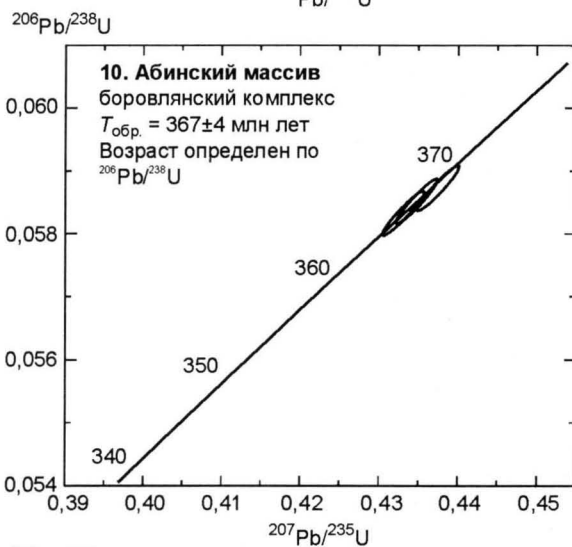
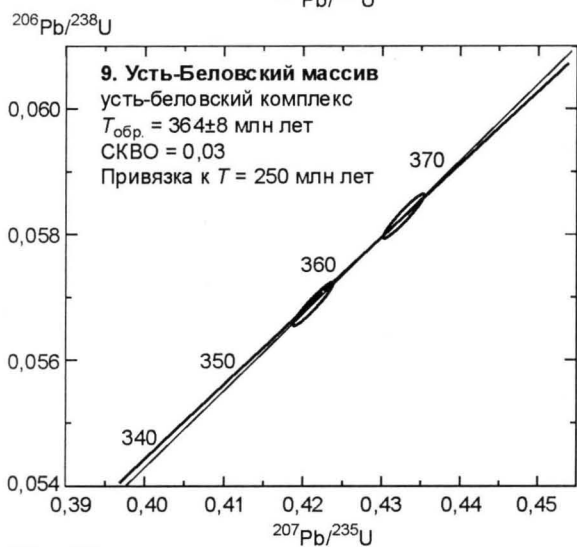
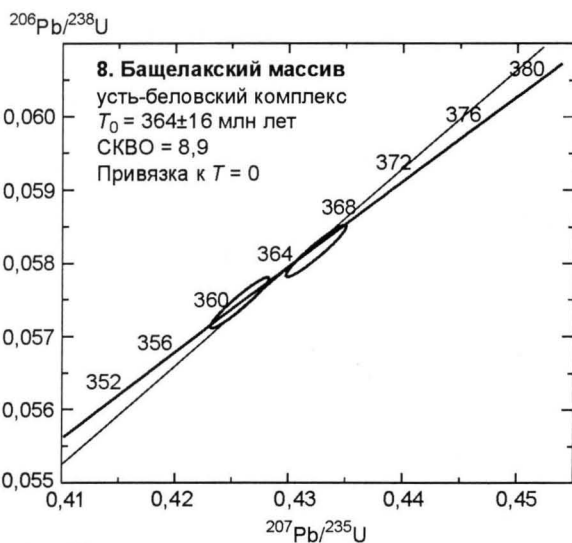
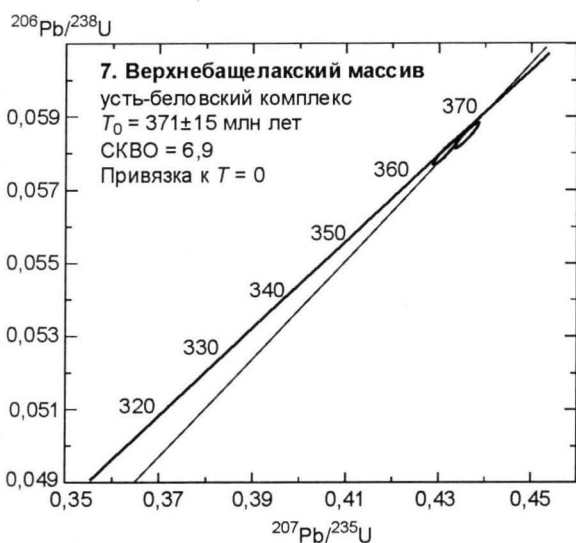
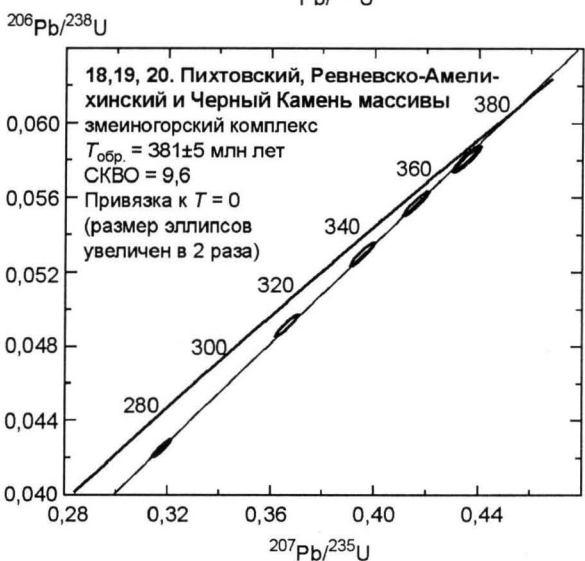
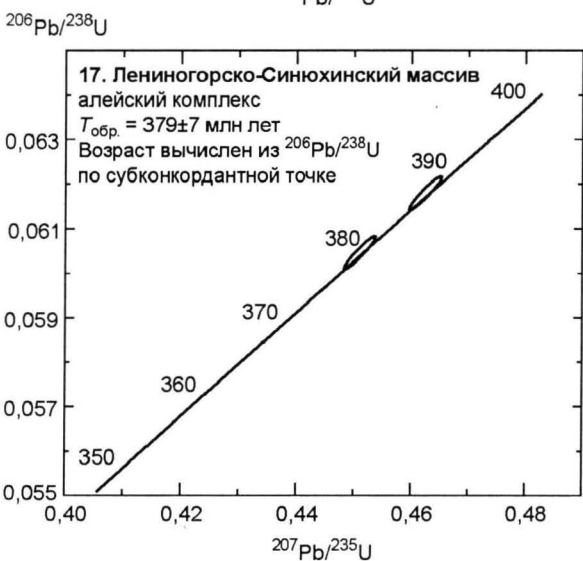
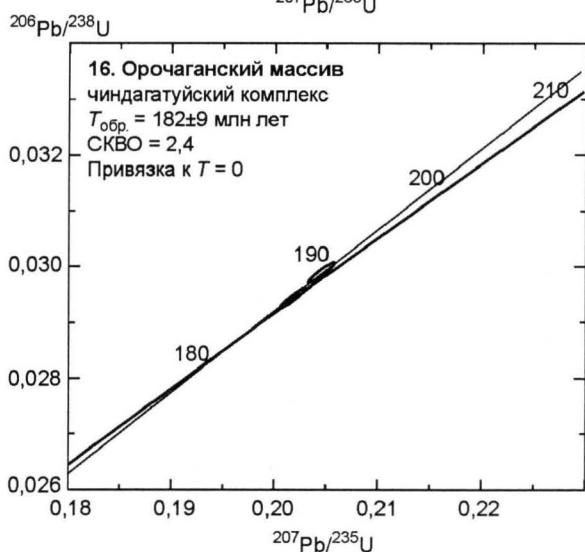
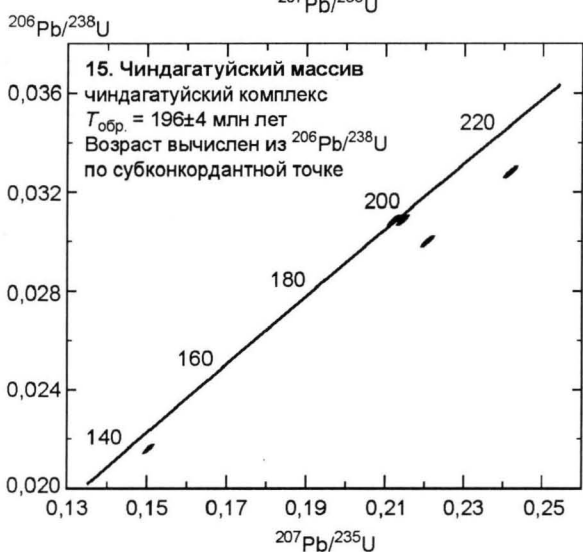
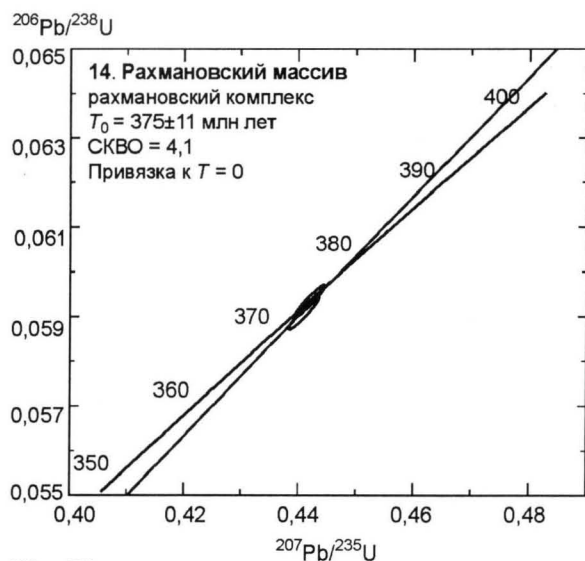
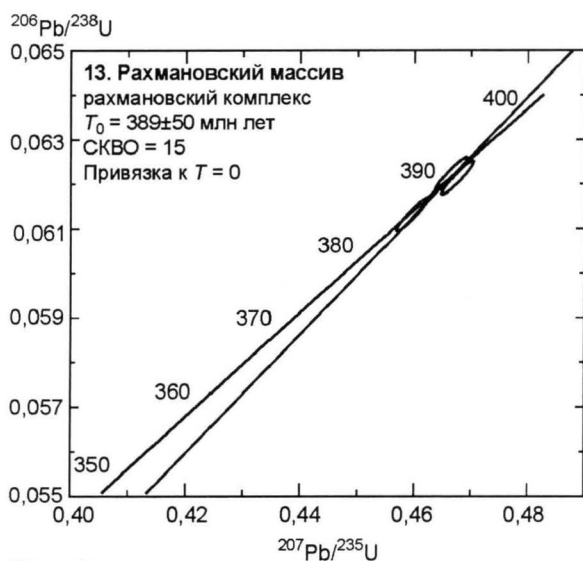


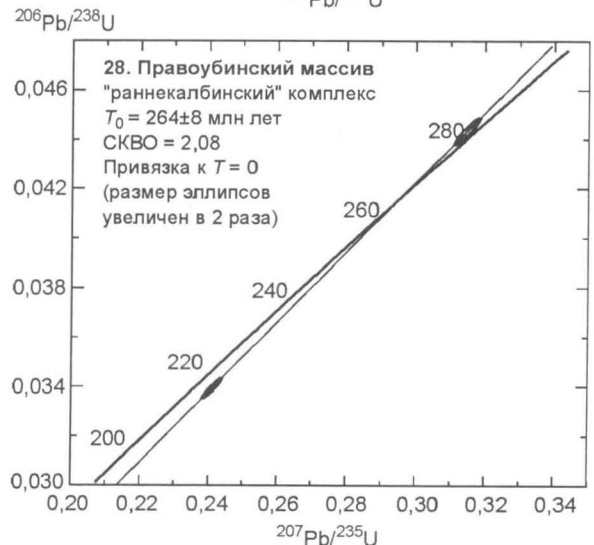
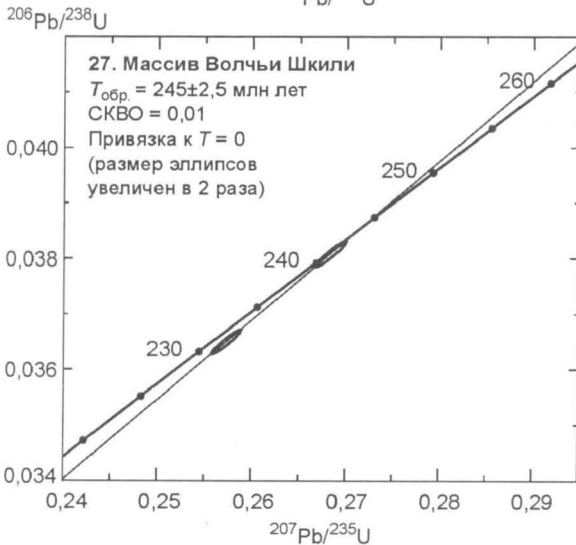
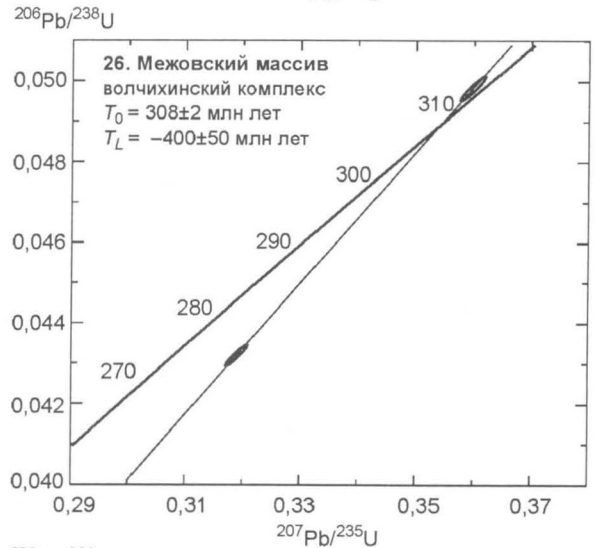
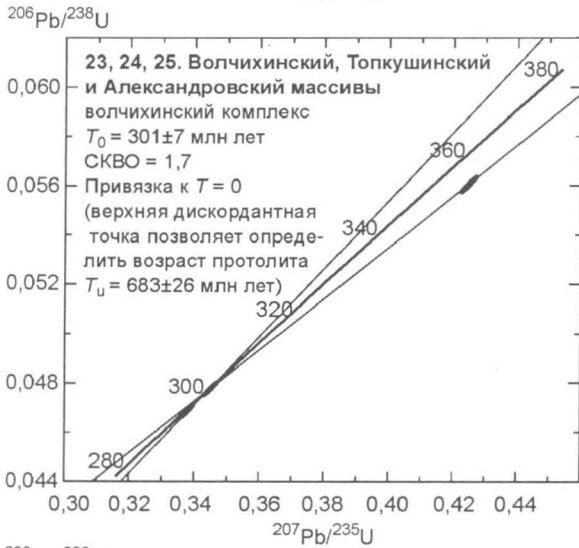
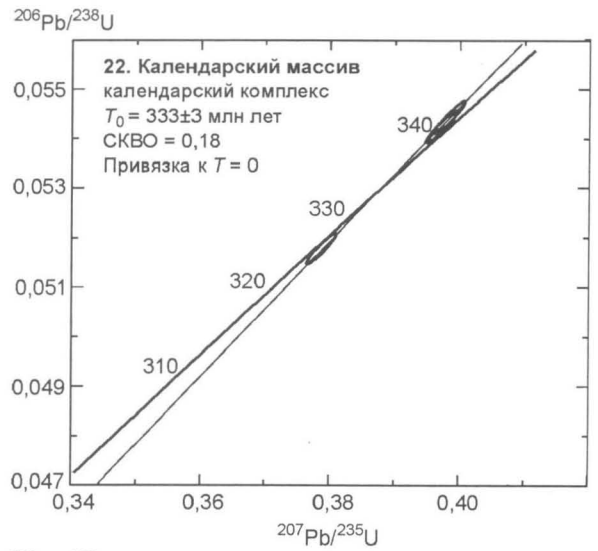
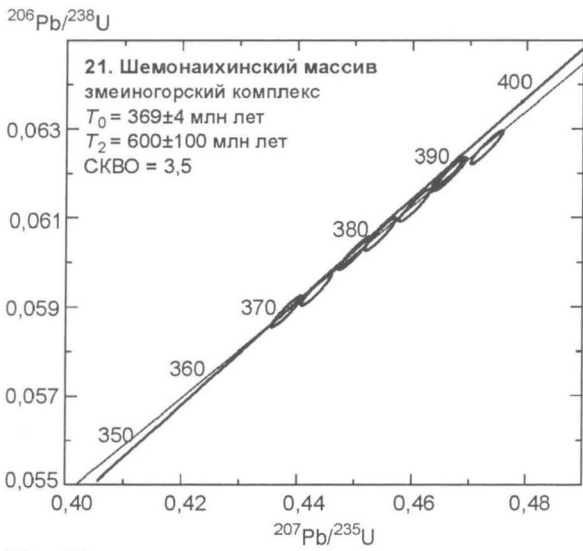
Рис. 1. Схема расположения интрузивных комплексов в структурах западной части Алтае-Саянской складчатой области и в сопредельных районах Восточного Казахстана.

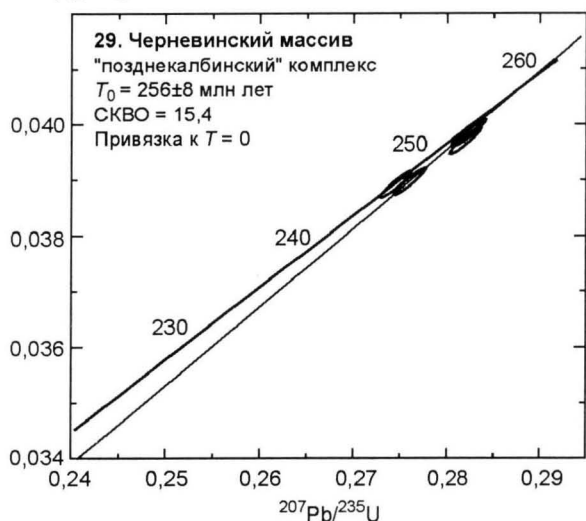
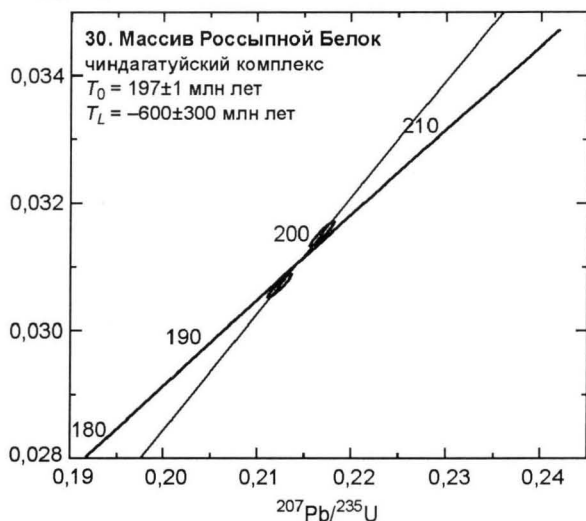
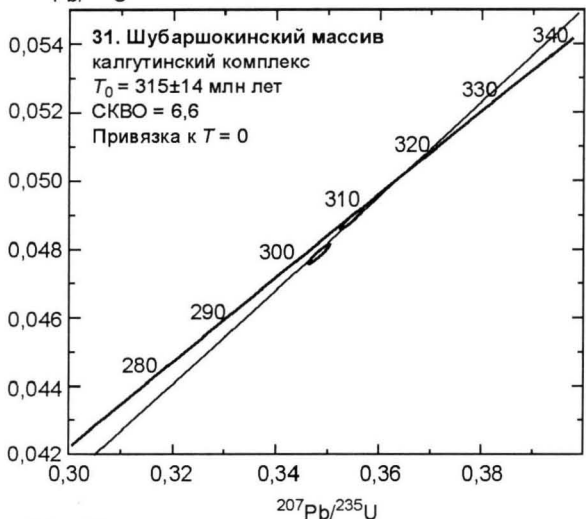
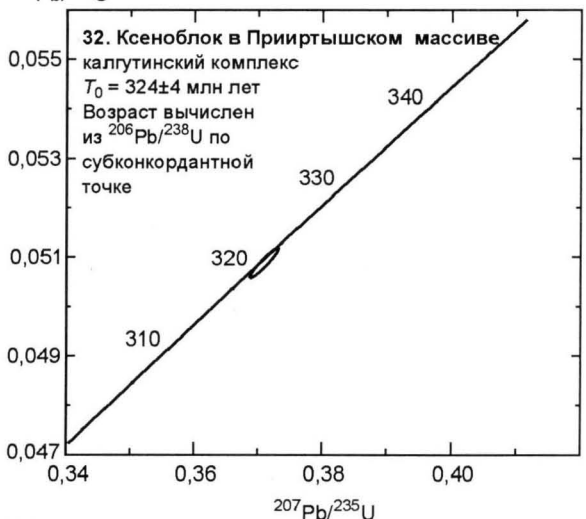
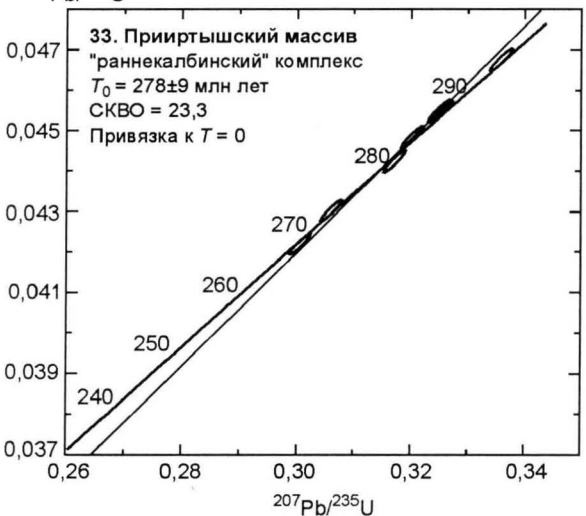
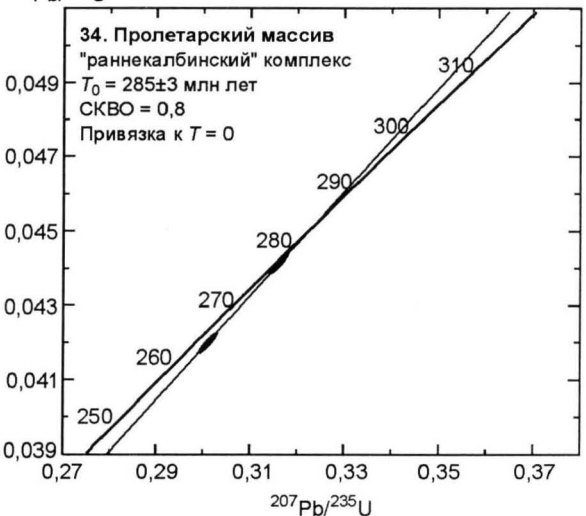
1, 2 — ранний палеозой (1 — габброиды, 2 — гранитоиды); 3 — средний палеозой; 4 — поздний палеозой; 5 — ранний мезозой; 6 — границы раннепалеозойских террейнов: а — наблюдаемые, б — предполагаемые под чехлом наложенных впадин; 7 — границы наложенных впадин: а — кайнозойского—раннемезозойского, б — среднепалеозойского возраста; 8 — номера интрузивных массивов, для которых проведено радиологическое датирование (см. табл. 1 и 2).









$^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$  $^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$  $^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$  $^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$  $^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$  $^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$ 

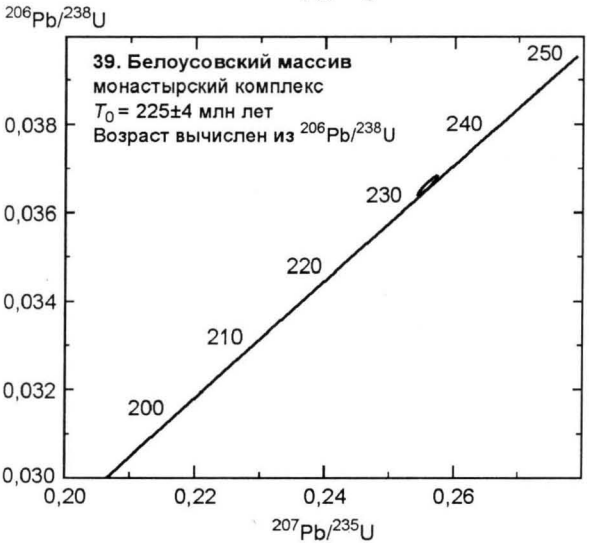
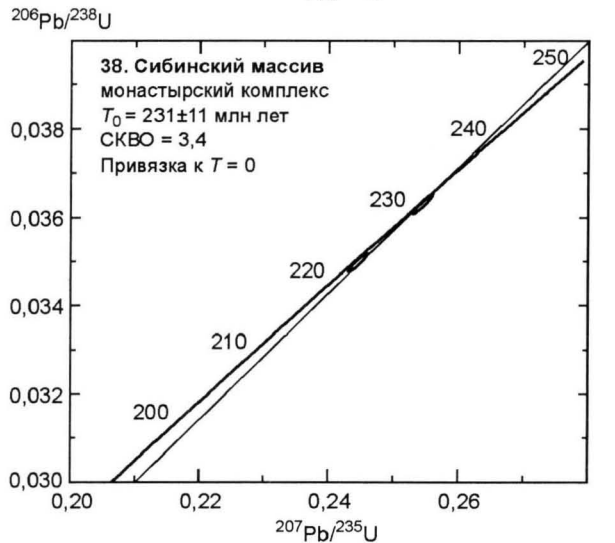
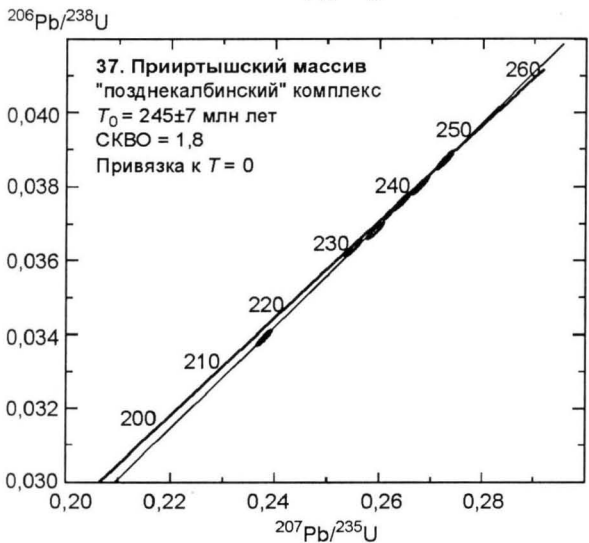
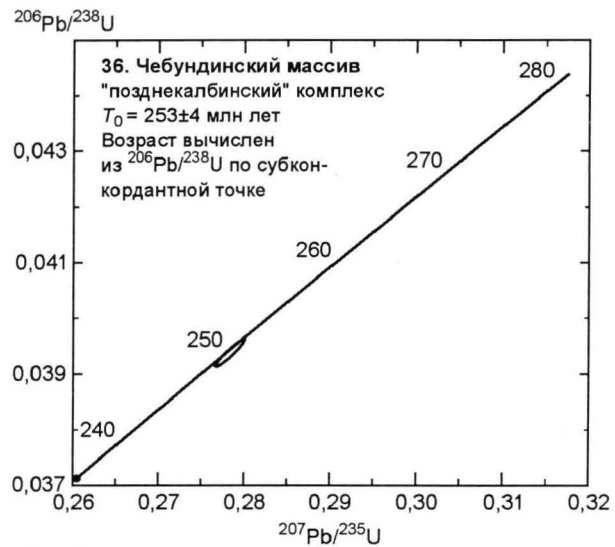
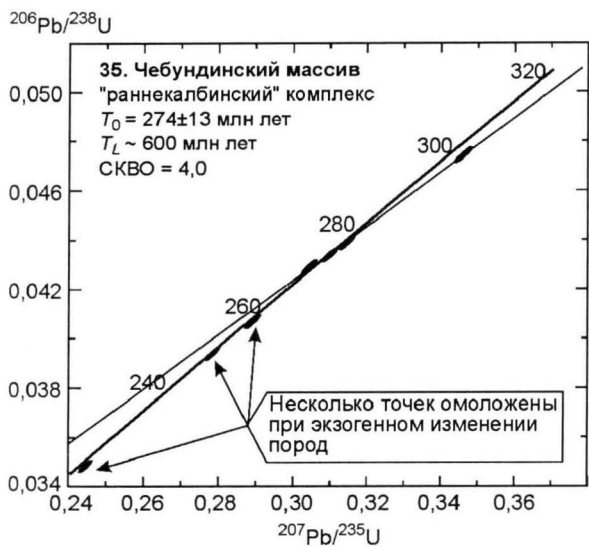


Рис. 2. Изохронные U-Pb диаграммы с конкордией для цирконов из магматических пород Кузнецкого Алатау, Алтая и Калбы.

Номера массивов см. в табл. 1, 2.

рифеем. На неопротерозойский возраст метаморфического основания указывают также модельные Sm-Nd изотопные даты, полученные для разновозрастных палеозой-раннемезозойских гранитоидов региона [24, 34].

В табл. 1 приведены U-Pb изотопные аналитические данные по Кожуховскому, Краснокаменскому и Карнаюльскому гранитоидным массивам, расположенным на севере Кузнецкого Алатау. Возрастные взаимоотношения между ними ранее не были установлены, а предшествующие исследователи относили эти массивы к единому мартайгинскому комплексу — раннепалеозойской формации „батолитов пестрого состава“ [35]. Детальное изучение геологических взаимоотношений, особенностей состава и U-Pb изотопное датирование показали, что они относятся к трем самостоятельным петрогеохимическим специализированным комплексам [9]. Два из них — мартайгинский и краснокаменский оказались близки по возрасту (~530 и ~520 млн лет), третий — карнаюльский — гораздо моложе (447 ± 39 млн лет). Характерно, что во всех трех случаях точки нижнего пересечения дискордии с конкордией отвечают позднепалеозойскому—раннемезозойскому возрастам (см. рис. 2). В совокупности с вышеприведенными данными по Томскому выступу это указывает на мощную тектонотермальную проработку геологических образований Кузнецкого Алатау в перми—триасе, сопровождавшуюся формированием интрузивных серий повышенной щелочности.

Горный Алтай. Первые результаты U-Pb изотопного датирования в этом районе показали, что здесь помимо палеозойских гранитоидов присутствуют и раннемезозойские граниты с редкометалльным геохимическим профилем и Mo-W рудной специализацией [3, 5]. Их дальнейшее изучение (U-Pb и Rb-Sr изотопные методы, см. табл. 2) позволило выявить два основных этапа формирования редкометалльно-плюмазитовых и субщелочных гранитов, отвечающих позднепермскому—раннетриасовому (255—240 млн лет) и позднепермскому—раннеюрскому (210—180 млн лет) рубежам [10, 13, 15—17, 19, 21, 22].

В ходе предпринятых исследований опробованы девять гранитоидных массивов из северных и северо-западной частей Горного Алтая (см. табл. 1, рис. 1). До 80-х годов существовали большие разногласия в представлениях об их возрасте. В. Е. Гендлер, О. М. Канфель [36] и Н. Н. Амшинский [37] эти массивы считали пермскими, Ж. Д. Никольская и В. А. Трофимов [38] — позднедевонскими, К. Л. Волочкович и А. Н. Леонтьев [39] — полихронными раннепалеозойскими, девонскими и триасовыми, В. И. Зиновьев и др. [40] — послераннекаменноугольными и среднепозднедевонскими. В 1979—1991 гг. после крупномасштабной съемки, проведенной С. П. Шокальским, А. Н. Мамлиным и др., эти массивы были отнесены к трем самостоятельным комплексам — майорскому, усть-беловскому и боровлянскому, сформировавшимся в интервале D_2-C_1 [41]. Изотопное U-Pb датирование цирконов (см. табл. 1) подтвердило среднедевонский возраст субщелочных и щелочных гранитов майорского комплекса (385—377 млн лет), а для известково-щелочных гранитоидов усть-беловского и высокощелочных гранитов боровлянского комплексов показало узкий диапазон времени их формирования (371—362 млн лет).

В юго-западной и южной частях Горного Алтая основное внимание было уделено U-Pb изотопному датированию порфировидных гранитов так называемого „калбинского“ типа (см. табл. 2). Предшествующими исследователями эти гранитоиды либо объединялись в один комплекс пермского возраста [37], либо рассматривались в качестве двух ассоциаций — ордовикской и послеканноугольной, иногда пермской [40, 42]. В 80-х годах после крупномасштабной съемки, проведенной М. С. Козловым, В. И. Тимкиным и др., и первых данных U-Pb изотопного датирования [3, 5] существование двух разновозрастных гранитоидных ассоциаций в этом районе подтвердилось, однако время их формирования оказалось иным. Для ранней диорит-гранодиорит-гранитной ассоциации был установлен девонский возраст, для поздней редкометалльно-гранитной — раннеюрский. Новые U-Pb и Rb-Sr изотопные данные в общих чертах подтвердили вышеуказанные возрастные рубежи, позволив их существенно уточнить (см. табл. 1). Отметим также, что для редкометалльно-гранитной ассоциации (чиндагатайско-калгутинский комплекс) раннеюрский возраст в интервале 196—182 млн лет был подтвержден Rb-Sr изохронным методом [19, 21, 43].

Рудный Алтай. В данном регионе, так же как и в Горном Алтае, предыдущими исследователями было установлено наличие двух возрастных рубежей гранитоидного магматизма, соответствующих поздней перми—раннему триасу и позднему триасу—ранней юре [3, 6, 15, 19]. Для более древних гранитоидных комплексов Рудного Алтая проблема возраста оставалась нерешенной. Большинство исследователей принималось, что „алейские“ гранитоиды имеют додевонский возраст, а змеиногорские — от канноугольного до раннепермского [44—47]. Тем самым предполагалось, что девонские толщи кислых „порфиров“ Рудного Алтая с их многочисленными полиметаллическими месторождениями не имеют прямых плутонических комагматов, а главная вспышка гранитоидного интрузивного магматизма произошла здесь значительно позднее и была связана с герцинским этапом тектогенеза. Эта точка зрения опровергнута лишь в последние годы, когда на основе геологических, петрогеохимических и геохронологических данных был установлен раннедевонский возраст „алейских“ плагиогранитоидов и было показано, что змеиногорский комплекс является „сборным“

[6]. В его состав включались тела, относящиеся к магматическим событиям разного возраста — девонского и каменноугольного [6, 48].

В ходе предпринятого исследования были получены дополнительные U-Pb изотопные данные (см. табл. 1), которые еще раз подтвердили „сборный“ характер змеиногорского комплекса. Установлено, что гипабиссальные гранитные массивы, приуроченные к Алейскому поднятию и его непосредственному обрамлению, имеют девонский возраст (381—369 млн лет). С учетом геологических данных их целесообразно рассматривать как несколько следующих друг за другом вулканоплутонических ассоциаций, формирование которых укладывается в интервал от раннего (от эмского яруса) до позднего девона (включая франский ярус). Более точное определение их возраста сейчас не представляется возможным. За этой ассоциацией пока целесообразно сохранить название „змеиногорский комплекс“, поскольку к этой группе относится петротипический Змеиногорский массив (Мохнатые сопки на окраине г. Змеиногорска).

Среди более поздних интрузивных массивов Рудного Алтая в результате U-Pb изотопного датирования обоснована автономность гипабиссальных и субвулканических плагиогранитных тел раннекаменноугольного возраста (336—330 млн лет, календарский комплекс). По всей видимости, они комагматичны турне-визейскому кедровско-ларихинскому вулканическому комплексу.

Для массивов габбро-тоналит-гранодиоритового состава (Волчихинский, Топкушинский, Межовский и др.) получен среднепозднекаменноугольный возраст (308—294 млн лет). Они выделены в самостоятельный волчихинский комплекс.

Среди порфиридных гранитов „калбинского“ типа в Рудном Алтае наметились, по данным U-Pb изотопного датирования, три ассоциации, которые по вещественному составу и возрасту хорошо коррелируются с гранитами Юго-Западного и Южного Алтая, а также Калба-Нарымской зоны Восточного Казахстана. Раннепермский возраст имеют граниты Правоубинского массива (264 ± 8 млн лет), позднепермский—раннетриасовый — граниты, слагающие Саввушинский массив, гору Волчьи Шкили, Черневинский и Талово-Тургусунскую группу массивов (256—240 млн лет). Наиболее молодые граниты в Рудном Алтае пока выявлены только в массиве Россыпной Белок, где они имеют раннеюрский возраст (198—196 млн лет).

Калба-Нарымская зона Восточного Казахстана. Предшествующими исследователями [49] на территории Калбы были выделены четыре гранитоидных комплекса (от ранних к поздним): 1) кунушский плагиогранитный, C_1 ; 2) калгутинский габбро-монцодиорит-гранодиорит-гранитный, C_2 - P_1 ; 3) калбинский гранодиорит-гранит-лейкогранитный, P_1 ; 4) монастырский гранит-лейкогранитный, P_2 . Эта магматическая схема, опирающаяся в первую очередь на полевые наблюдения о возрастных взаимоотношениях гранитоидов и K-Ag изотопные данные, сохраняла ряд дискуссионных моментов (см., например, обзоры [50—52]). Отметим также, что детальное картирование опорных участков, сложенных гранитоидами калбинского комплекса, позволило высказать предположение о существовании здесь, по крайней мере, двух автономных интрузивных ритмов: условно „раннекалбинского“ диорит-гранодорит-гранитного и „позднекалбинского“ гранит-лейкогранитного [4]. Первые Rb-Sr изотопные исследования [13], проведенные для редкометалльных гранитов Уланского массива (272 ± 4 млн лет) и онгонитовых даек Чичекской структуры (266 ± 7 млн лет), указали на их раннепермский возраст, близкий к K-Ag возрасту калбинских гранитов [50—52].

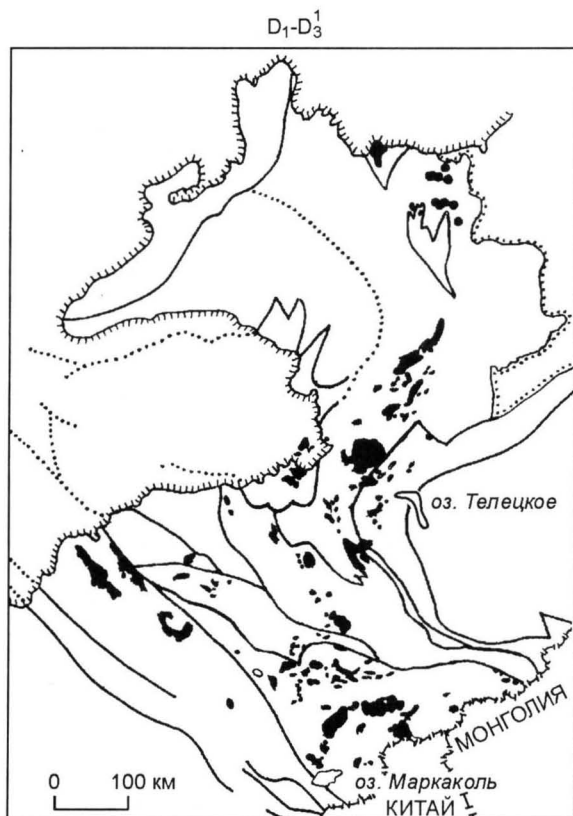
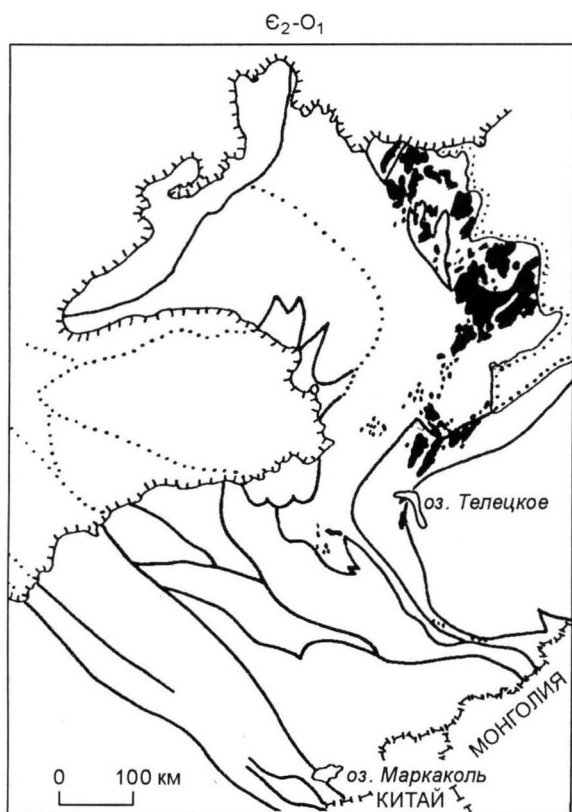
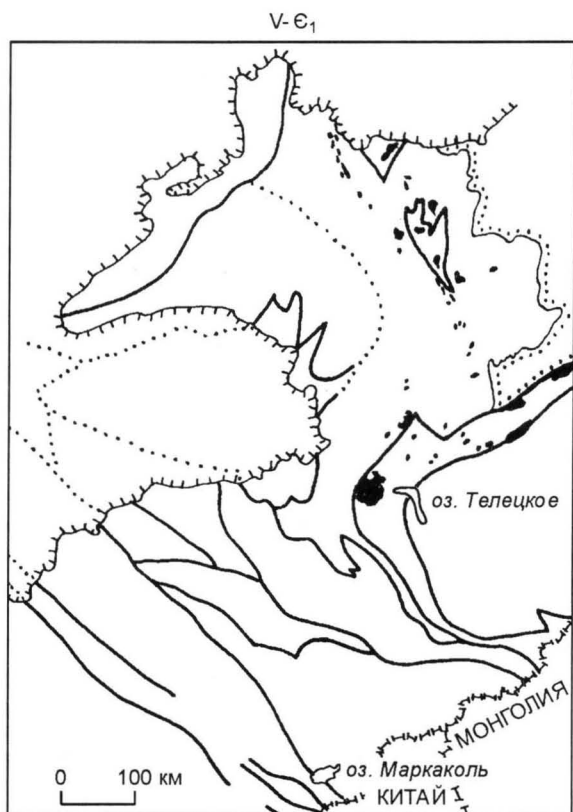
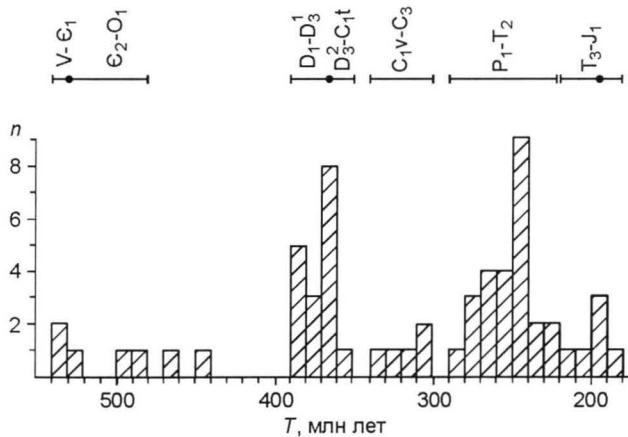
Проведено U-Pb изотопное датирование для гранитоидов всех вышеупомянутых комплексов, за исключением кунушского (см. табл. 1, 2). Полученные радиологические даты по массивам Калба-Нарымской зоны в целом подтвердили схему расчленения гранитоидов, однако был установлен существенно более молодой возраст „позднекалбинского“ и монастырского комплексов. В частности, для монцониоидов калгутинского комплекса получен среднекарбонный возраст (324—315 млн лет), для „раннекалбинского“ и „позднекалбинского“ комплексов — раннепермские (285—274 млн лет) и позднепермские—раннетриасовые (253—245 млн лет) даты соответственно. Гранит-лейкограниты монастырского комплекса оказались наиболее молодыми в регионе и имеют среднепоздетриасовый возраст (231—225 млн лет).

ОСНОВНЫЕ ВЫВОДЫ

Анализ гистограммы (рис. 3) свидетельствует, что выявленные возрастные рубежи в целом совпадают с главными эпохами тектогенеза, сопровождавшимися в Алтае-Саянской и Обь-Зайсанской складчатых областях интенсивным мантийным и коровым магматизмом.

Обращает на себя внимание тот факт, что на рассматриваемой территории не обнаружены гранитоиды древнее раннего кембрия, что не противоречит имеющимся геологическим данным. Раннекембрийские цифры отвечают офиолитовым плагиогранитам толеитовой серии, т. е. наиболее примитивным кислым расплавам — индикаторам ранних стадий преобразования океанической коры.

Получили всестороннее обоснование два возрастных интервала 290—220 и 220—180 млн лет (U-Pb и Rb-Sr изохронные методы), с каждым из которых связано широкое проявление редкометал-



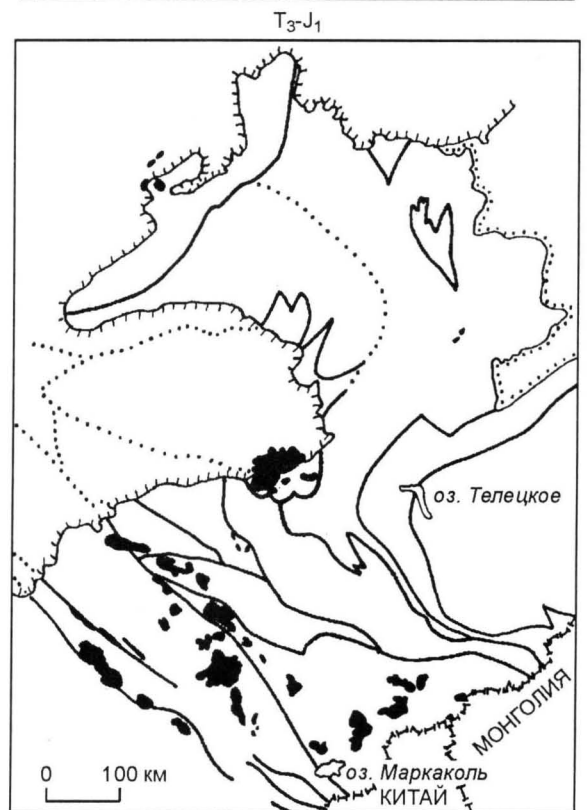
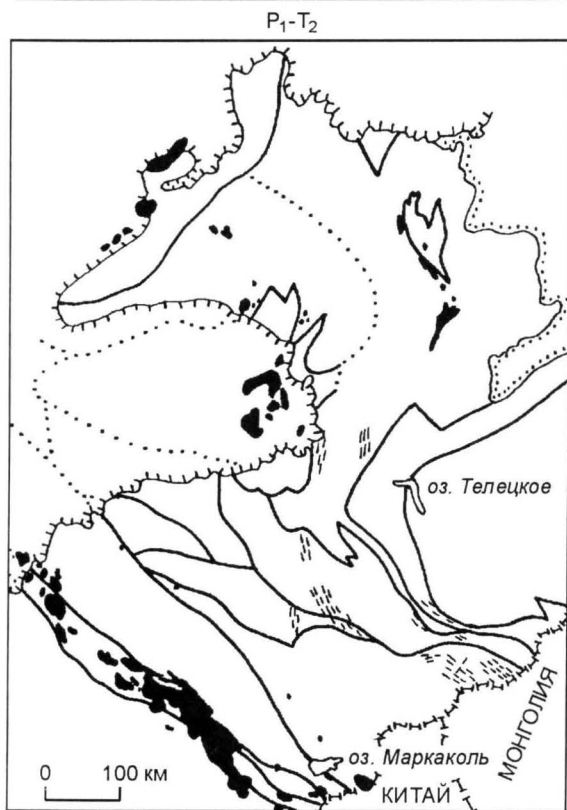
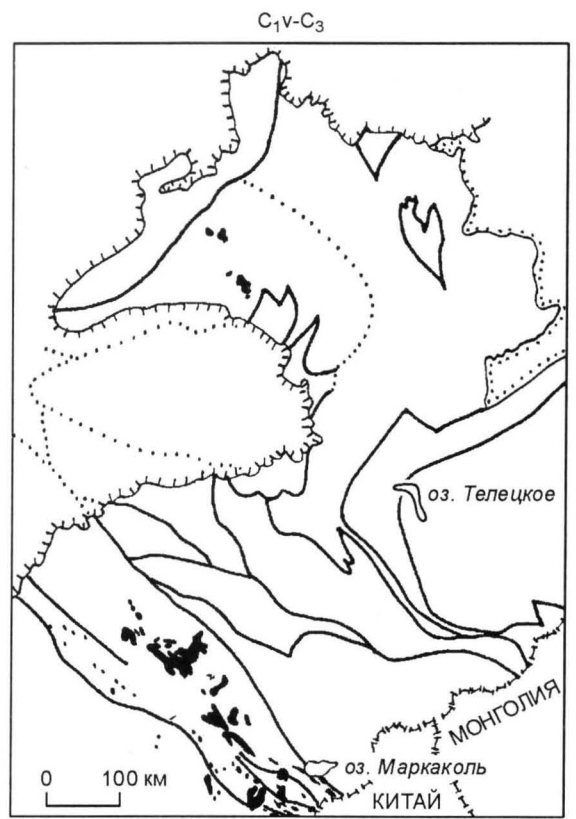
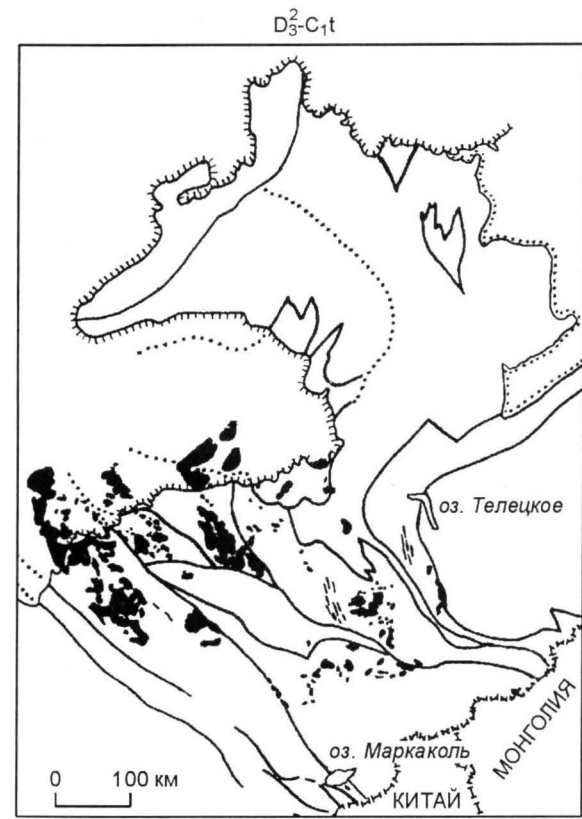


Рис. 3. Гистограмма распределения U-Pb и Rb-Sr возрастов и повременные срезы, иллюстрирующие масштабы распространения интрузивных образований Кузнецкого Алатау, Алтая и Калбы ($V-C_1$; C_2-O_1 ; $D_1^1-D_3^1$; $D_3^2-C_1t$; C_1v-C_3 ; P_1-T_2 ; T_3-J_1).

1 — контуры массивов; 2 — дайковые пояса; 3 — границы раннепалеозойских террейнов: а — наблюдаемые, б — предполагаемые под чехлом наложенных впадин; 4 — границы наложенных впадин: а — кайнозойского—раннемезозойского, б — среднепалеозойского возраста.

льно-гранитного интрузивного магматизма [3, 5, 8, 13, 15, 16, 19, 21, 22, 24]. Эти данные позволяют существенно пересмотреть потенциальную рудоносность региона, выделив, по крайней мере, две разновозрастные, но сходные по набору рудных формаций металлогенические эпохи: ранняя пермь—средний триас (Sn—W—Ta—Li), поздний триас—ранняя юра (Mo—W—Li—Ta).

Сопоставление радиологических возрастов с геологическими данными (с учетом вышеприведенных комментариев) позволяет детализировать событийную шкалу интрузивного магматизма западной части Алтае-Саянской складчатой области и сопредельных районов Восточного Казахстана. В целом выделяются семь основных рубежей магматизма, эволюция которого была связана с последовательной сменой геодинамических режимов (обстановок), отражающих преобразование океанической коры в континентальную: V-Є1 — аккреционно-субдукционная, связанная с эволюцией окраинноморско-островодужных систем; Є2-О1 — аккреционно-коллизийная; D1-D₃ и D₃-C₁t — аккреционно-субдукционные обстановки, связанные с эволюцией активной континентальной окраины андского типа: C₁v-C₃ аккреционно-коллизийная, связанная с косою коллизией Джунгарской микроплиты с Сибирским континентом и закрытием Обь-Зайсанского палеоокеанического бассейна; P₁-T₂ — постколлизийная, реализовавшаяся в сдвиговом режиме; T₃-J₁ — внутриплитный магматизм [16].

Повременные срезы (см. рис. 3) отражают распространенность интрузивных образований для каждого из вышеперечисленных этапов тектогенеза. Сравнительный анализ этих срезов позволяет сделать следующие выводы: 1) намечается закономерный тренд волн магматизма с северо-востока на юго-запад (в современных координатах), отражающий последовательный рост континентальной коры Сибирского континента за счет субдукционно-аккреционных процессов; 2) отмечается существенное латеральное перекрытие разновременных магматических провинций, приводящее к возникновению полихронных габбро-гранитоидных плутонов и телескопированных рудных узлов; 3) установлена аномальная вспышка корового гранитоидного магматизма на завершающих стадиях преобразования континентальной коры (ранняя пермь—ранняя юра), которую невозможно объяснить в рамках традиционных представлений о коллизийном тектогенезе. По всей вероятности, этот магматизм, на аномальные масштабы которого ранее не обращалось должного внимания, может быть объяснен отрывом слэба в зоне коллизии и, как следствие, подъемом аномальной мантии под коллизийный шов, что приводило к интенсивному корово-мантийному взаимодействию и массовому выплавлению гранитоидных расплавов [53, 54].

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (проекты № 97-05-65219, 98-05-65295, 99-05-64727, 00-05-65309).

ЛИТЕРАТУРА

1. Шокальский С. П., Зыбин В. А., Сергеев В. П. и др. Рабочая корреляционная схема магматических и метаморфических комплексов Алтая. Новосибирск, СНИИГГиМС, 1997, с. 40.
2. Шокальский С. П., Котельников Е. И., Мещнер А. Н. Серийные легенды Госгеолкарты-200 на базе компьютерных технологий как основа долговременных региональных геоинформационных систем (на примере Алтайской серии листов Госгеолкарты-200) // Региональная геология и металлогения, 1999, № 9, с. 44—67.
3. Козлов М. С., Халилов В. А., Стасенко Н. В., Тимкин В. И. Юрская лейкогранит-гранитовая формация Алтая // Геология и геофизика, 1991, № 8, с. 43—52.
4. Пономарева А. П., Туровинин А. Ю. Новые данные по магматизму Калбы. Новосибирск, 1993, 36 с. (Препр. / ОИГГМ СО РАН, № 4).
5. Ильин В. А., Халилов В. А., Козлов М. С. и др. О возрасте Алахинского штока Горного Алтая по данным U-Pb и Rb-Sr датирования // Геология и геофизика, 1994, т. 35, № 1, с. 79—81.
6. Козлов М. С. Палеотектоника и палеовулканизм среднего палеозоя Юго-Западного Алтая // Геология и геофизика, 1995, т. 36, № 12, с. 17—34.
7. Изох А. Э., Гибшер А. С., Владимиров А. Г., Токарев В. Н. Ордовикские габброидные ассоциации Горной Шории и Салаира и их геодинамическая интерпретация // Новые данные о геологии и полезных ископаемых западной части Алтае-Саянской складчатой области. Новокузнецк, 1995, с. 200—202.
8. Пономарева А. П., Владимиров А. Г., Халилов В. А., Пономарчук В. А. О гетерогенности гранитоидов Томского выступа и его обрамления (Горная Шория) // Там же, с. 189—191.
9. Борисов С. М., Халилов В. А. О возрасте гранитоидов Мартайги // Там же, с. 45—47.
10. Руднев С. Н., Владимиров А. Г., Пономарева А. П. и др. Белокурихинский полихронный ареал гранитоидного магматизма (Горный Алтай) // Там же, с. 213—215.
11. Каргополов С. А., Маликова О. Ю., Владимиров А. Г., Бибикина Е. В. Метаморфический комплекс в обрамлении Белокурихинского гранитного массива // Там же, с. 228—230.

12. Каргополов С. А., Плотников А. В. Метаморфизм Томского выступа и его обрамления (Горная Шория) // Там же, с. 221—223.
13. Довгаль В. Н., Дистанова А. Н., Саботович С. А. и др. О происхождении позднепалеозойских литий-фтористых гранитов Юго-Западного Алтая // Геология и геофизика, 1995, т. 36, № 3, с. 64—72.
14. Шокальский С. П., Владимиров А. Г., Изох А. Э. Корреляция магматических событий среднего палеозоя и проблемы геодинамики Горного Алтая // Докл. РАН, 1996, т. 349, № 6, с. 808—810.
15. Владимиров А. Г., Шокальский С. П., Пономарева А. П. О рифтогенно-сдвиговой природе позднепалеозойских—раннемезозойских гранитоидов Алтая // Докл. РАН, 1996, т. 349, № 1, с. 83—86.
16. Владимиров А. Г., Шокальский С. П., Халилов В. А. и др. Этапы и масштабы гранитообразования Большого Алтая, Салаира и Кузнецкого Алатау // Материалы конференции „Геодинамика и эволюция Земли“. Новосибирск, 1996, с. 87—89.
17. Vystavnoy S. A., Vladimirov A. G., Kostitsyn Y. A., Zhuravlev D. Z. Late-Triassic-Early-Jurassic Rare-metal Granites of Southern Altai: Rb-Sr, Sm-Nd Isotopic Systematic and Problem of Origin // Proceeding of the Conference RFBR. Novosibirsk, 1996, p. 102.
18. Plotnikov A. V., Kargopolov S. A., Vladimirov A. G., Zhuravlev D. Z. MORB- and OIB-like Metabasites From the Tomsk Dome (Gornaya Shoriya): age and the Sm-Nd isotopic systematics // Ibid., p. 101.
19. Владимиров А. Г., Пономарева А. П., Шокальский С. П. и др. Позднепалеозойский—раннемезозойский гранитоидный магматизм Алтая // Геология и геофизика, 1997, т. 38, № 4, с. 3—17.
20. Титов А. В., Крук Н. Н., Пospelова Л. Н. и др. Условия кристаллизации и происхождение магм Рыбалкинского габбродиорит-тоналитового интрузива (Горный Алтай) // Геология и геофизика, 1997, т. 38, № 12, с. 1921—1932.
21. Владимиров А. Г., Выставной С. А., Титов А. В. и др. Петрология раннемезозойских редкометалльных гранитов юга Горного Алтая // Геология и геофизика, 1998, т. 39, № 7, с. 901—916.
22. Крук Н. Н., Титов А. В., Пономарева А. П. и др. Внутреннее строение и петрология Айской сиенит-граносиенит-гранитной серии (Горный Алтай) // Геология и геофизика, 1998, т. 39, № 8, с. 1072—1084.
23. Плотников А. В. Метаморфические комплексы Томского выступа (Горная Шория) и их геодинамическая интерпретация: Автореф. дис. ... канд. геол.-мин. наук. Новосибирск, НИЦ ОИГГМ СО РАН, 1998, 18 с.
24. Владимиров А. Г., Пономарева А. П., Каргополов С. А. и др. Неопротерозойский возраст древнейших образований Томского выступа (Горная Шория) на основе U-Pb, Sm-Nd, Rb-Sr и Ag-Ag изотопного датирования // Стратиграфия. Геологическая корреляция, 1999, т. 7, № 5, с. 28—42.
25. Плотников А. В., Мороз Е. Н. Ставролитовая изограда в области низких давлений и проблема выделения полиметаморфических комплексов НТ/LP-типа (на примере Южно-Чуйского хребта, Горный Алтай) // Докл. РАН, 1999, т. 368, № 5, с. 667—670.
26. Бибилова Е. В. Уран-свинцовая геохронология ранних этапов развития древних щитов. М., Наука, 1989, 166 с.
27. Фор Г. Основы изотопной геологии. М., Мир, 1989, 590 с.
28. Krogh T. E. A low-contamination method for hydrothermal decomposition of zircon and extraction of U and Pb isotopic age determination // Geochim. Cosmochim. Acta, 1980, v. 37, p. 485—494.
29. Халилов В. А. Проблемы и методы датирования докембрия фанерозойских складчатых областей // Докембрий в фанерозой складчатых областей. Фрунзе, 1989, № 8.
30. Бибилова Е. В., Карпенко С. Ф., Сумин Л. В. и др. U-Pb, Sm-Nd, Pb-Pb и K-Ar возраст метаморфических и магматических пород Приольхонья (Западное Прибайкалье) // Геология и геохронология докембрия Сибирской платформы и ее обрамления. Л., Наука, 1990, с. 170—183.
31. Ludvig K. R. ISOPLOT for MS-DOS, version 2.0 // U.S. Geol. Survey Open-File-Report., 1990, № 88-557, p. 38.
32. Steiger R. H., Jager E. Subcommission of Geochronology: convention of the use of decay constants in geo- and cosmochronology // Earth Planet. Sci. Lett., 1976, v. 36, p. 359—362.
33. Stacey J. S., Kramers I. D. Approximation of terrestrial lead isotope evolution by a two-stage model // Earth Planet. Sci. Lett., 1975, v. 31, p. 269—278.
34. Крук Н. Н., Руднев С. Н., Владимиров А. Г., Журавлев Д. З. Sm-Nd изотопная систематика гранитоидов западной части Алтае-Саянской складчатой области // Докл. РАН, 1999, т. 366, № 3, с. 395—397.

35. Кузнецов Ю. А., Богнибов В. И., Дистанова А. Н., Сергеева Е. С. Раннепалеозойская гранитоидная формация Кузнецкого Алатау. М., Наука, 1971, 350 с.
36. Гендлер В. Е., Канфельд О. М. Геологическая карта СССР м-ба 1:200 000. Сер. Алтайская. Лист М-44-ХII: Объясн. зап. М., Госгеолтехиздат, 1959, 120 с.
37. Амшинский Н. Н. Вертикальная петрогеохимическая зональность гранитоидных плутонов (на примере Алтая). Новосибирск, Зап.-Сиб. кн. изд-во, 1973, 200 с.
38. Никольская Ж. Д., Трофимов В. А. О возрасте так называемых калбинских интрузивов Горного Алтая // Тр. ВСЕГЕИ. Т. 94. Л., 1963, с. 160—171.
39. Волочкович К. Л., Леонтьев А. Н. Талицко-Монголо-Алтайская металлогеническая зона. М., Недра, 1964, 183 с.
40. Геологическая карта западной части Алтае-Саянской складчатой области м-ба 1:500 000 / Под ред. Л. Б. Гинцингера и др., 1973.
41. Шокальский С. П. Петрохимическая типизация гранитоидов Северо-Западного Алтая: Автореф. дис. ...канд. геол.-мин. наук. Новосибирск, ОИГГМ СО РАН, 1990, 19 с.
42. Геологическая карта Казахской ССР м-ба 1:500 000 / Гл. ред. С. Е. Чакабаев, 1976.
43. Kostytsyn A. Y., Vystavnoy S. A., Vladimirov A. G. Age and genesis of the spodumene-bearing granites of SW Altai (Russia): an isotopic and geochemical study // Acta Universitatis Carolinae, Geologica, 1998, v. 42, № 1, p. 60—63.
44. Елисеев Н. А. Петрография Рудного Алтая и Калбы. М.; Л., Изд-во АН СССР, 1938, 246 с.
45. Богданова К. Г. Интрузивные комплексы Юго-Западного Алтая // Материалы по геологии и полезным ископаемым Алтая и Казахстана. Л., ВСЕГЕИ, 1963.
46. Литвинович А. Н., Бутина Л. К. К вопросу о возрасте Синюшинского массива на Алтае // Изв. АН КазССР, Сер. геол., 1966, № 2, с. 65—69.
47. Кузубный В. С. Магматические формации Юго-Западного Алтая и их металлогения. Алма-Ата, Наука КазССР, 1975, 342 с.
48. Никонов О. И., Шокальский С. П. Геологическое положение и петрохимия гранитоидов змеиногорского комплекса в Западном Алтае в связи с возможностью их формационного расчленения // Геология и геофизика, 1988, № 7, с. 35—43.
49. Конников Э. Г., Ермолов П. В., Лопатников В. В. Петрология сининверсионных габбро-гранитовых серий. Новосибирск, Наука, 1977, 141 с.
50. Магматизм и рудоносность Калба-Нарымской зоны Восточного Казахстана / В. В. Лопатников, Э. П. Изох, П. В. Ермолов и др. М., Наука, 1982, 246 с.
51. Дьячков Б. А. Интрузивный магматизм и металлогения Восточной Калбы. М., Недра, 1972, 240 с.
52. Дьячков Б. А., Майорова Н. П., Щерба Г. Н., Абдрахманов К. А. Гранитоидные и рудные формации Калба-Нарымского пояса (Рудный Алтай). Алма-Ата, Гылым, 1994, 208 с.
53. Хаин В. Е., Тычков С. А., Владимиров А. Г. Коллизионный орогенез: модель отрыва субдуцированной пластины океанской литосферы при континентальной коллизии // Геология и геофизика, 1996, т. 37, № 1, с. 5—16.
54. Тычков С. А., Владимиров А. Г. Модель отрыва субдукционной океанической литосферы в зоне Индо-Евразийской коллизии // Докл. РАН, 1997, т. 354, № 2, с. 238—241.

*Рекомендована к печати 3 ноября 2000 г.
Г. В. Поляковым*

*Поступила в редакцию
5 октября 2000 г.*