

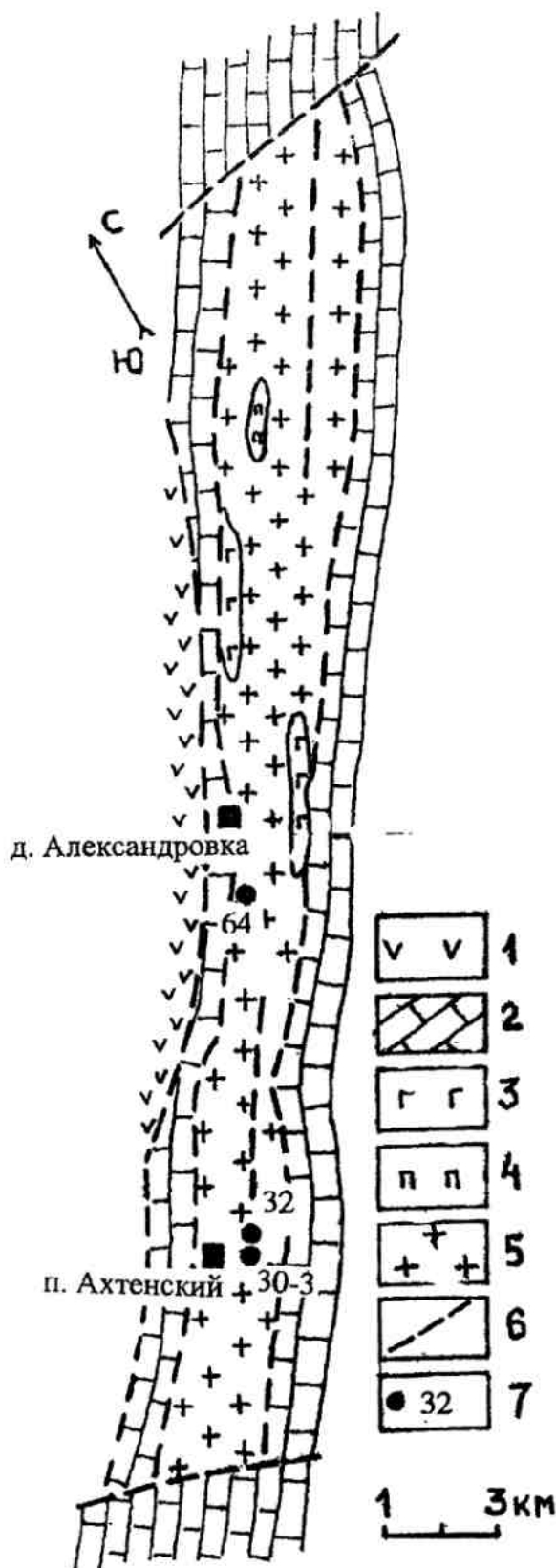
ЦИРКОНОЛОГИЯ АЛЕКСАНДРОВСКОГО ПОЛИМЕТАМОРФИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА: НОВЫЕ ДАННЫЕ

А.А. Краснобаев, Н.В. Чердниченко, В.А. Давыдов

Ситуация. Александровский полиметаморфический комплекс (АПК), известный также как амфиболит-плагногнейсовый или гнейсово-амфиболитовый, представляет вытянутый в северо-северо-восточном направлении тектонический блок (1-2,5x25 км) среди карбонатосаткинской свиты нижнего рифея (рис. 1). Он расположен к востоку от архейского Тараташского комплекса в зоне долгоживущего Зюраткульского разлома; особенности геологического строения и петрологические параметры ме-

таморфических пород АПК описаны достаточно подробно [Ленных, 1980, 1984; Пыстин, 1978; Русин, 1984]. Породы комплекса крайне разнообразны и за счет исходного субстрата, и из-за неоднократно проявленных процессов метаморфизма, метасоматоза, тектонического дробления. По тектоническим нарушениям иногда в соприкосновение приведены породы различных типов и возраста, что отчетливо проявляется в бортах Ахтенского карьера, расположенного в южной части АПК.

1 — александровский свит (R¹): кварциты, сланцы, песчаники, гнейсы; 2 — ахтенский свит (R²): известняки, доломиты; 3 — ано-аббровские амфиболиты; 4 — метатранзиты; 5 — Александровский комплекс: амфиболиты, плагиогнейсы, плагиомigmatиты, гранито-гнейсы, кварциты, гранитоиды; 6 — тектонические границы; 7 — расположение, номера проб.



Согласно петрологическим данным [Пыстин, 1978] в составе АПК распространены чередующиеся толщи плагиогнейсов (биотитовых, биотит-амфиболовых, гранат-биотит-амфиболовых, иногда с графитом, ставролитом, силлиманитом), амфиболитов (гранатовых, плагиоклазовых, безполевошпатовых), кварцитов; в подчиненном количестве встречаются гранито-гнейсы и гранитоиды, габбро и диабазы, жильные образования.

Проблема возраста АПК наиболее актуальна. Исключая anomalously большие датировки (до 4 млрд лет и более) израндитов, представляющих реликты мантийных пород, к наиболее реальным относятся цифры 1960 ± 170 млн лет и 2050 ± 190 млн лет, полученные по общему свинцу для цирконов из гнейсов и известные с 1969 года [Овчинников и др., 1969]. Однако они оцениваются лишь как ориентировочные, т.е. требующие более надежной радиологической и геологической аргументации [Краснобаев, 1980]. К аналогичным мы относим и более поздние датировки цирконов (до 2330 млн лет), основанные на измерениях изотопных отношений $^{207}\text{Pb} - ^{206}\text{Pb}$ [Краснобаев, 1986].

Породы. Для решения проблемы возраста АПК был использован классический U-Pb метод в совокупности с предварительно изученными разновидностями цирконов. Обогащение цирконов проводилось с применением традиционных методик из искусственных протолок пород (размерностью $< 0,25$ мм), исходный вес которых иногда достигал 300–350 кг. Проба 64 из центральной части комплекса (рис. 1) представляет однородный мелкозернистый тонкопелосчатый биотитовый плагиогнейс, максимально соответствующий породам субстрата. Из Ахтенского карьера отобраны пробы 32 (биотит-амфиболовый плагиогнейс, слабо гранити-

зированный) и 30-3 (биотит-амфиболовый плагиогнейс, интенсивно мигматизированный; объем лейкосомы в нем достигает 55–60%, т.е. он практически соответствует плагиомигмату). По химическому составу все три пробы соответствуют группе типичных плагиогнейсов-плагиомигматитов [Пыстин, 1978].

Цирконы. Краткие сведения о цирконах АПК (их округлый облик, присутствие кластогенных зерен, кристаллов с ядрами) были опубликованы ранее [Краснобаев, Бородина, 1970]. Новые данные существенно расширяют эти представления. Прежде всего, необходимо отметить прозрачность цирконов, их сильный (до алмазного) блеск, субидiomорфный (от шаровидного до эллипсоидного с фрагментами идиоморфизма) облик, существенные вариации размера (от 0,05 до 0,25 мм) и удлиненности (от 1 до 4,5 мм) кристаллов. Искажение облика и замутненность кристаллов имеют вторичное происхождение, связанное со сложной историей образования и преобразования пород комплекса.

Рис. 2 иллюстрирует особенности онтогении основных разновидностей цирконов АПК. Среди полигенных популяций цирконов можно выделить несколько основных типов. Первый (I) – это минимально измененные (в полигенных комплексах моногенерации практически отсутствуют) разности (1–10, рис. 2), наличие которых позволяет надеяться на получение информации о ранних этапах их (и, соответственно, содержащих подобные цирконы пород) образования. У некоторых кристаллов I типа отчетливо проявляется зональное строение, указывающее на присутствие расплавленной фазы и пониженную симметрию среды кристаллизации. Подобная ситуация возможна при неполном анатектическом плавлении субстрата, когда в расплаве находится взвесь мелких фрагментов (останцов) исходного материала. Прямым подтверждением этому служат кристаллы 8–10 (рис. 2), у которых заметно снижение количества первичных включений по мере их роста, свидетельствуя тем самым о постепенной гомогенизации расплава. Среди цирконов I типа (5–7, рис. 2) встречаются также и обломки кристаллов, что позволяет говорить о наличии осадочных пород (алевритов) в субстрате гнейсов.

Ко II типу (интегральному) отнесена довольно пестрая группа кристаллов, существенно варьирующая по минералогическим свойствам (11–19, рис. 2). Объединяющим их фак-

тором служит наличие вторичных признаков, вызванных процессами дробления и метасоматоза, что иногда приводит к сосуществованию в объеме единого кристалла и реликтовой (исходной), и новообразованной (преобразованной) субстанции. Для цирконов II типа характерны поперечные, продольные и диагональные трещины различной интенсивности и в различных сочетаниях (11–17, рис. 2). У некоторых кристаллов диагональные и продольные трещины накладываются на поперечные (16–17, рис. 2), испытывавшие уже «перекристаллизацию» заполнения их полости чужеродного материала, проявлением которого служат лишь остаточные поперечные цепочки из точечных включений. Интенсивные преобразования цирконов приводят, в конечном счете, к появлению метасоматических разновидностей (18–19, рис. 2), у которых первичные свойства практически не проявляются. Незначительную долю среди цирконов АПК представляют кристаллы с ядрами (20–22, рис. 2), иногда частично усвоенными. Встречаются также единичные кристаллы, облик которых существенно изменен процессами дробления и рекристаллизации, причем это происходило без участия метасоматических растворов (23, рис. 2). Муар растворения граней (24, рис. 2) у кристаллов II типа отчетливо противопоставляется первичному облику идиоморфных кристаллов I типа (25, рис. 2).

Для изотопного анализа из пробы 64 были выбраны минимально (64с) и заметно (64м) измененные разности; проба 32 включает в основном цирконы I типа, а проба 30-3 объединяет мелкие однородные кристаллы, образование которых стимулировали процессы мигматизации.

Геохронология. Определение U-Pb возраста цирконов проводилось с помощью традиционных и неоднократно описанных методов анализа и обсчета [Krogh, 1973; Ludwig, 1991; Stacey, Kramers, 1975]. Результаты приведены в таблице и на рис. 3. Все фракции относятся к умеренно обогащенным ураном, причем на примере пробы 64 проявляется известная тенденция, согласно которой при вторичных преобразованиях цирконов содержание урана в них возрастает. Естественно, что это сопровождается снижением Pb/U отношений и на графиках (рис. 3) реализуется смещением анализов «вниз» по дискордии. Пробы 64 и 32 образуют дискордию с верхним пересечением, отвечающим возрасту $T = 2004 \pm 10$ млн лет, а нижнее «пересе-

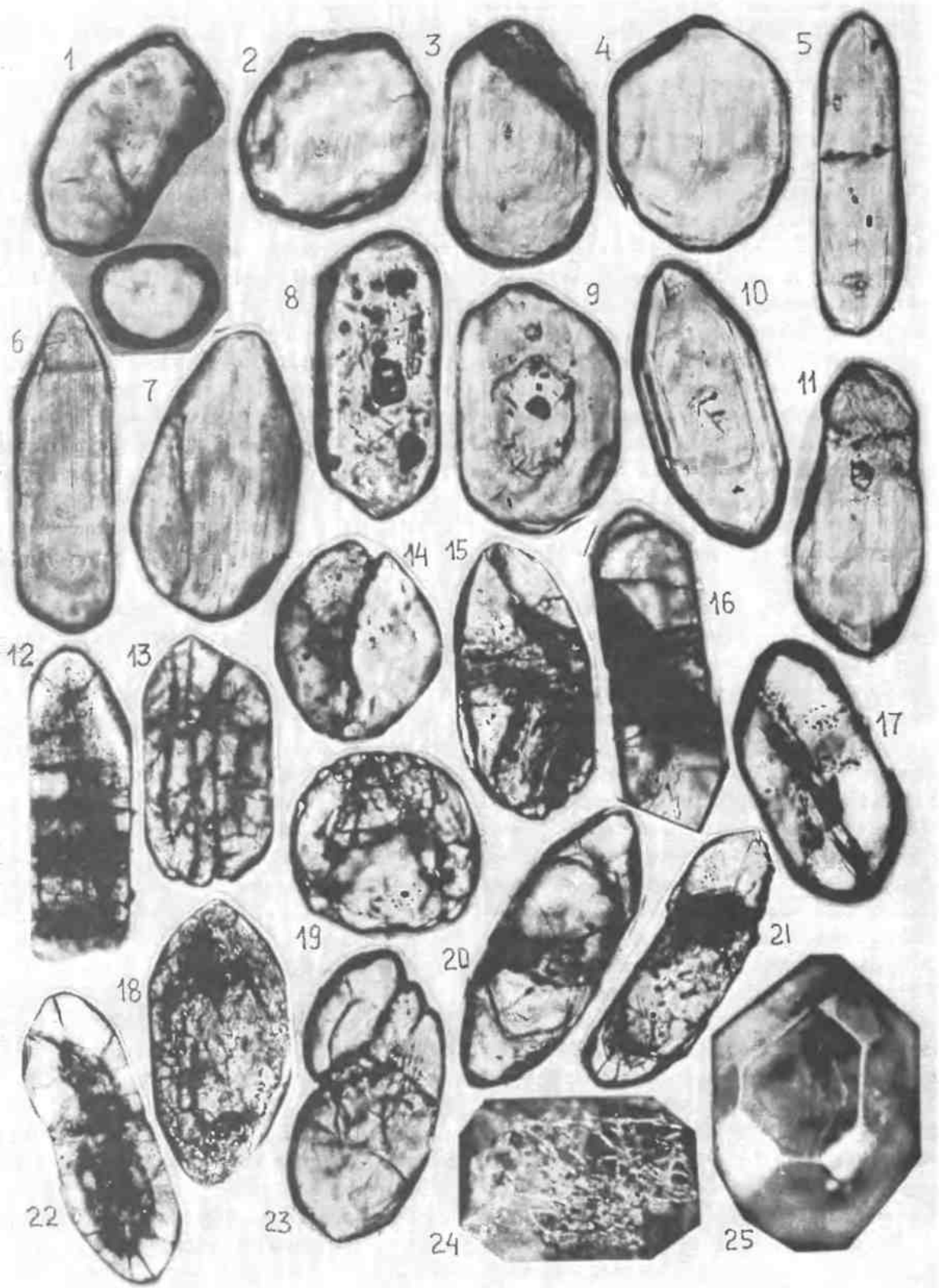


Рис. 2. Морфологические особенности цирконов из гнейсов Александровского комплекса. $\times 150-200$. Объяснение в тексте.

Рис. 3. График с дискордией для цирконов из гнейсов Александровского комплекса.

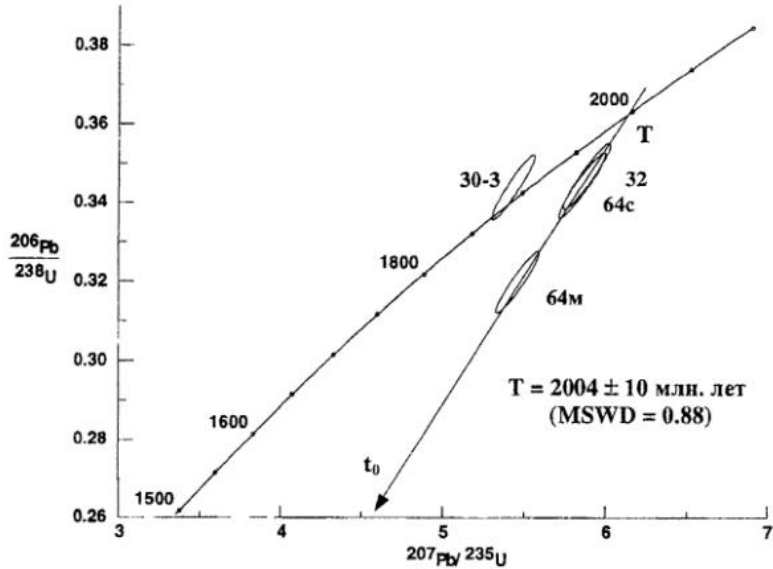
чение» отвечает началу координат ($t = 0$), что соответствует «современным» преобразованиям. Близкая к конкордантной датировка цирконов пробы 30-3 составляет 1890 ± 20 млн лет.

Полученные минералогические-аналитические данные позволяют сделать некоторые выводы о природе и возрасте метаморфических пород АПК.

1. Расположение анализов вблизи верхнего пересечения дискордии (рис. 3) и высокие отношения $^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ (табл.) свойственны обычно платформенным образованиям и существенно отличаются от аналогичных данных, характеризующих докембрийские комплексы складчатых систем. У последних обычно встречаются более низкие величины изотопных отношений свинца, а анализы смещаются к нижнему пересечению дискордии. Отсюда следует оценка АПК как первично платформенного образования, предполагающая его «западное» проис-

хождение за счет деструкции восточной окраины Русской платформы.

2. В соответствии с геологическими данными, датировка 2004 ± 10 млн лет может быть отнесена к древнему ареальному (доплаггиогранитному) метаморфизму высоких давлений, а датировка 1890 ± 20 млн лет – к плаггиогранитному и сопутствующей плаггиомитматизации. Обе отвечают «доуральскому» этапу существования пород АПК с сопутствующими процессами деформационных и метасоматических изменений. Принадлежность пород АПК к блас-



U-Pb возраст цирконов из гнейсов Александровского комплекса

Номер пробы	Концентрация, мкг/г		Изотопный состав*			Изотопные отношения**		Возраст Pb-Pb млн лет
	Уран	Свинец	$^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$	$^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$	$^{208}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$	$^{207}\text{Pb}/^{235}\text{U}$	$^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$	
64м	571,3	188,52	2295,4	0,12954	0,05813	5,4556	0,31978	2011
64с	353,2	130,43	1619,6	0,13142	0,09442	5,8512	0,34447	2003
32	468,7	165,04	5976,6	0,12520	0,04791	5,8819	0,34691	2000
30-3	283,2	100,95	992,4	0,12802	0,05054	5,4302	0,34408	1871

Примечание. * – измеренные величины, ** – исправленные на масс-фракционирование, холостой опыт и обыкновенный свинец по [Stacey, Kramers, 1975] на возраст 2000 млн лет.

томилонитам [Русин, 1984] находит подтверждение при исследованиях цирконов.

3. Протерозойский интервал (1,9–2,0 млрд лет) эволюции АПК совпадает по времени с процессами гранитизации и мигматизации в соседнем Тараташском комплексе [Краснобаев, 1986], для которого генетическая связь с Русской платформой установлена достаточно надежно [Ленных, 1980; Русин, 1984]. Однако Тараташский комплекс относится к архейским (> 2,83 млрд лет) образованиям. Весьма вероятно, что реликты такого возраста могли сохраниться среди метаморфитов АПК, особенно в участках, сохранивших признаки широтных структур и минеральных ассоциаций гранулитовой фации. Для решения этого вопроса необходимы более целенаправленные исследования цирконов, основанные на петрологических-геологических данных. Альтернативным может быть заключение о соответствии пород АПК верхнему этажу Тараташского комплекса, объединяющего протерозойские-рифейские (2000–700 млн лет) метаморфиты, возникшие при диафорезе архейских гранулитов.

4. С венд-палеозойской (600–400 млн лет) историей АПК связано появление зон низкотемпературных бластомилонитов с будинами предшествующих пород, образование жильных гранитоидов, габброидов, диабазов. Подобные цифры возраста свидетельствуют о влиянии эндогенных процессов, неоднократно и интенсивно проявлявшихся восточнее, в зоне уральского орогена.

*Работа выполнена при поддержке
Программы фундаментальных исследований
ОНЗ РАН № 7.*

Список литературы

Краснобаев А.А., Бородин Н.С. Геохимические особенности, генезис и возрастная корреляция рифейских гранитоидов липаритовых порфиров Златоустовского района (Южный Урал) // Вопросы пет-

рологии гранитоидов Урала. Свердловск: УФАИ СССР, 1970. С. 124–153.

Краснобаев А.А. Основные итоги и проблемы геохронологического изучения Урала // Доордовикская история Урала. Препринт. Т. 1. Свердловск: УНЦ АН СССР, 1980. С. 28–40.

Краснобаев А.А. Циркон как индикатор геологических процессов. М.: Наука, 1986. 150 с.

Краснобаев А.А., Нечухин В.М., Давыдов В.А. и др. Цирконовая геохронология и проблема террейнов Уральской аккреционно-складчатой системы // Уральский минералогич. сборник № 8. Миасс: ИМин УрО РАН, 1988. С. 196–206.

Ленных В.И. Метаморфические комплексы западного склона Урала // Доордовикская история Урала. Препринт. Т. 6. Свердловск: УНЦ АН СССР, 1980. С. 3–41.

Ленных В.И. Доуралиды зоны сочленения Восточно-Европейской платформы и Урала // Метаморфизм и тектоника западных зон Урала. Свердловск: УНЦ АН СССР, 1984. С. 21–42.

Овчинников Л.Н., Степанов А.И., Краснобаев А.А. и др. Обзор данных по абсолютному возрасту геологических образований Урала // Магматические формации, метаморфизм, металлогения Урала. Тр. II Уральского петрографического совещания. Т. 1. Свердловск: УФАИ СССР, 1969. С. 173–205.

Пыстин А.М. Александровский гнейсово-амфиболитовый комплекс // Вулканизм, метаморфизм и железистые кварциты обрамления Тараташского комплекса. Тр. Ильменского государственного заповедника. Вып. 19. Свердловск: УНЦ АН СССР, 1978. С. 3–32.

Русин А.И. Блоки фундамента Русской платформы в зоне ее сочленения с Уралом // Метаморфизм и тектоника западных зон Урала. Свердловск: УНЦ АН СССР, 1984. С. 43–49.

Krogh T.E. A low-contamination method for hydrothermal decomposition of zircon and extraction of U and Pb for isotopic age determination // Geochim. Cosmochim. Acta. 1973. V. 37. P. 485–494.

Ludwig K.R. Isoplot program // USA Geol. Surv. Open-file Report 91. 1991. 64 p.

Stacey J.S., Kramers J.D. Approximation of terrestrial lead isotope evolution by a two-state model // Earth. Planet. Sci. Lett. 1975. V. 26. P. 207–221.