

**СИБИРСКОЕ ОТДЕЛЕНИЕ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК
ИНСТИТУТ ЗЕМНОЙ КОРЫ**

**ГЕОДИНАМИЧЕСКАЯ ЭВОЛЮЦИЯ
ЛИТОСФЕРЫ ЦЕНТРАЛЬНО-
АЗИАТСКОГО ПОДВИЖНОГО
ПОЯСА
(от океана к континенту)**

Материалы научного совещания

(16–19 октября 2018 г., ИЗК СО РАН, г. Иркутск)

ИРКУТСК
2018

УДК 551.2:551.71/.72

ББК Д392я431+Д432я431+Д341/347–1я431+Д9(54)39я431

Г35

Геодинамическая эволюция литосферы Центрально-Азиатского подвижного пояса (от океана к континенту): Материалы совещания. Вып. 16. – Иркутск: Институт земной коры СО РАН, 2018. – 303 с.

В сборнике представлены труды шестнадцатого Всероссийского научного совещания «Геодинамическая эволюция литосферы Центрально-Азиатского подвижного пояса (от океана к континенту)».

Основная тематика совещания:

1. Ранние этапы становления и эволюции Центрально-Азиатского складчатого пояса (мезо- и неопротерозой).
2. Магматизм, метаморфизм и деформации литосферы на стадии закрытия Палеоазиатского океана (палеозой – мезозой).
3. Внутриплитная активность, горообразование и палеоклиматические изменения в мезозое и кайнозое Центральной Азии.
4. Палеомагнетизм, геодинамика и пространственно-временные реконструкции Центрально-Азиатского пояса и его обрамления.
5. Металлогеническая эволюция и условия проявления рудообразующих систем в геодинамических обстановках Центрально-Азиатского складчатого пояса.

Председатель Оргкомитета совещания

чл.-корр. РАН Е.В. Складов (ответственный редактор)

Заместитель председателя Оргкомитета, председатель программного комитета

чл.-корр. РАН Д.П. Гладкочуб

Ученые секретари совещания

к.г.-м.н. Т.В. Донская,

З.Л. Мотова

Проведение рабочего совещания и издание материалов осуществляются при поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (РФФИ) (проект № 18-05-20098).

Утверждено к печати Ученым советом ИЗК СО РАН.

СОДЕРЖАНИЕ

<i>ПОЗДНЕПАЛЕОЗОЙСКАЯ ПОКРОВНО-СДВИГОВАЯ СТРУКТУРА КУРАЙСКОГО ХРЕБТА (ГОРНЫЙ АЛТАЙ)</i>	
М.А. Абилдаева, М.М. Буслов, А.В. Травин, Е.С. Рубанова	11
<i>О ВОЗРАСТЕ МЕТАБАЗИТОВ РАННЕБАЙКАЛЬСКОГО МЕТАМОРФИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА (КИЧЕРСКАЯ ЗОНА, БАЙКАЛО-МУЙСКИЙ ПОЯС): U-Pb ДАННЫЕ ПО ЦИРКОНУ</i>	
А.А. Андреев, Е.Ю. Рыцк, Е.Б. Сальникова, Е.В. Толмачева, С.Д. Великославинский, Ю.М. Лебедева, Е.С. Богомоллов, Ю.В. Плоткина, А.М. Федосеенко	13
<i>МИНЕРАЛОГО-ГЕОХИМИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ЭВОЛЮЦИИ МНОГОФАЗНЫХ РЕДКОМЕТАЛЛЬНЫХ ГРАНИТНЫХ МАССИВОВ РАННЕМЕЗОЗОЙСКОГО АРЕАЛА МАГМАТИЗМА (МОНГОЛИЯ)</i>	
В.С. Антипин, Д. Одгэрэл, Л.В. Куш, О.Ю. Белозерова	15
<i>ПОЗДНЕПЛЕЙСТОЦЕН-ГОЛОЦЕНОВЫЕ СКОРОСТИ СМЕЩЕНИЯ ПО ТУНКИНСКОМУ И ГЛАВНОМУ САЯНСКОМУ РАЗЛОМАМ</i>	
А.В. Аржанникова, С.Г. Аржанников, Ж.-Ф. Риц, Р. Броше, Р. Вассалло, К. Ларок	18
<i>ТЕКТОНИТЫ БУРАЛ-САРДЫКСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ КВАРЦИТОВ</i>	
Д.Ц. Аюржанаева, Э.А. Очирова, А.М. Федоров, А.И. Непомнящих	20
<i>О ТИТАНОНОСНОСТИ ГАББРОВЫХ МАССИВОВ ЗАПАДНОГО ЗАБАЙКАЛЬЯ</i>	
Р.А. Бадмацыренова	23
<i>ГЕОХИМИЯ ГИДРОТЕРМАЛЬНО-ВАДОЗНЫХ ОБРАЗОВАНИЙ ЗОН РАЗЛОМОВ В ЗАПАДНОМ ПРИБАЙКАЛЬЕ</i>	
Е.П. Базарова, В.Б. Савельева	25
<i>ЭВОЛЮЦИЯ ГЛОБАЛЬНОЙ ПАЛЕОГЕОГРАФИИ – ПАЛЕОБИОГЕОГРАФИИ СРЕДНЕГО ПАЛЕОЗОЯ И РАННЕГО – СРЕДНЕГО МЕЗОЗОЯ</i>	
В.В. Баранов, В.С. Гриненко	28
<i>МЕЗОЗОЙСКО- КАЙНОЗОЙСКАЯ ТЕКТОНИЧЕСКАЯ ЭВОЛЮЦИЯ И ИЗМЕНЕНИЯ РЕЛЬЕФА АЛТАЕ-САЯНСКОЙ ГОРНОЙ ОБЛАСТИ И ТУВЫ: ТЕРМОХРОНОЛОГИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ</i>	
Ю.А. Бишаев, М.М. Буслов	31
<i>ПРЕДВАРИТЕЛЬНАЯ ГЕОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТА РАННЕГО ДОКЕМБРИЯ СИБИРСКОГО РЕГИОНА РОССИИ МАСШТАБА 1:2500000</i>	
Ю.Б. Богданов, С.А. Анисимова, Н.Л. Алексеев, О.А. Воинова, Б.В. Петров, К.А. Савко, Р.А. Терентьев	34
<i>ПРОСТРАНСТВЕННО-ВРЕМЕННЫЕ СООТНОШЕНИЯ ЦЕНТРАЛЬНО-АЗИАТСКОГО СКЛАДЧАТОГО ПОЯСА С СИБИРСКИМ И ВОСТОЧНО-ЕВРОПЕЙСКИМ КРАТОНАМИ</i>	
М.М. Буслов	36
<i>ВОЗРАСТ ГАББРОИДОВ СЕВЕРНОЙ ЧАСТИ БАЙКАЛО-МУЙСКОГО ПОЯСА</i>	
В.А. Ванин, Т.В. Донская, Д.П. Гладкочуб, В.Б. Хубанов	39
<i>ТЕКТОНОТЕРМАЛЬНАЯ ИСТОРИЯ ФОРМИРОВАНИЯ КАРСКОГО ОРОГЕНА В ПОЗДНЕМ ПАЛЕОЗОЕ (ТАЙМЫР – СЕВЕРНАЯ ЗЕМЛЯ) НА ОСНОВЕ ГЕОХРОНОЛОГИЧЕСКИХ ДАННЫХ И 3D МОДЕЛИРОВАНИЯ</i>	
А.Е. Верниковская, Н.Ю. Матушкин, В.А. Верниковский, О.П. Полянский, К.В. Воронин, Ю.М. Лаевский, А.В. Травин	40
<i>СТРАТИГРАФИЯ И ТРИЛОБИТЫ ВЕНД-КЕМБРИЙСКИХ ОТЛОЖЕНИЙ БАССЕЙНА КЕЛЯНЫ (ЛЕВЫЕ ПРИТОКИ РУЧЬИ ЗОЛОТОЙ И АИКТА)</i>	
Л.И. Ветлужских	42
<i>РЕГИОНАЛЬНАЯ ЗОНА СМЯТИЯ В ШОВНОЙ ЧАСТИ ЦЕНТРАЛЬНО-АЗИАТСКОГО СКЛАДЧАТОГО ПОЯСА И СИБИРСКОЙ ПЛАТФОРМЫ: ПЕТРОГЕНЕЗИС И МИНЕРАГЕНИЯ (ЮЖНОЕ ПРИБАЙКАЛЬЕ, ВОСТОЧНАЯ СИБИРЬ, РОССИЯ)</i>	
Н.В. Вилор, Л.А. Павлова, Н.С. Герасимов, О.В. Зарубина, Е.В. Чупарина, Е.В. Канева	46

<i>ПЕТРОЛОГИЧЕСКИЕ И ТЕРМОХРОНОЛОГИЧЕСКИЕ ИНДИКАТОРЫ ЗОН СКОЛЬЖЕНИЯ ЛИТОСФЕРНЫХ ПЛИТ (НА ПРИМЕРЕ ПЛАТО ДАЛАТ, ЮЖНЫЙ ВЬЕТНАМ)</i> А.Г. Владимиров, А.В. Травин, Л.А. Фан, В.В. Голозубов, С.А. Касаткин, Е.И. Михеев, Д.В. Семенова, А.З. Нгуен, Т.М. Чан, Т.Л. Чан	48
<i>ТЕКТОНИЧЕСКАЯ ПОЗИЦИЯ, СОСТАВ И ВОЗРАСТ УХАДАГСКОЙ ГАББРО-ГРАНИТНОЙ АССОЦИИ (ЗАПАДНЫЙ САНГИЛЕН, ЮВ ТУВА) КАК ОТРАЖЕНИЕ ПОЗДНЕКОЛЛИЗИОННЫХ СОБЫТИЙ НА СЕВЕРО-ВОСТОЧНОЙ ОКРАИНЕ ТУВИНО-МОНГОЛЬСКОГО МАССИВА (ЦАСП)</i> В.Г. Владимиров, И.В. Кармышева, В.А. Яковлев, Д.В. Семенова, Я.В. Куйбида, С.Н. Руднев	51
<i>ТЕРМОХРОНОЛОГИЧЕСКИЙ ПОДХОД В ПАЛЕОМАГНИТНЫХ ИССЛЕДОВАНИЯХ КРУПНЫХ ИНТРУЗИВОВ (НА ПРИМЕРЕ ГРАНИТОВ КОДАРСКОГО КОМПЛЕКСА ЗАБАЙКАЛЬЯ)</i> В.Ю. Водовозов, В.С. Захаров, А.Р. Зверев, А.В. Травин	54
<i>ГЕОХИМИЧЕСКИЕ И ИЗОТОПНЫЕ (O, Sr, Nd, Pb) ХАРАКТЕРИСТИКИ БАТЕНЕВСКОЙ ДЕВОНСКОЙ ТРАХИБАЗАЛТ-ТРАХИАНДЕЗИТ-ТРАХИТ-РИОДАЦИТ-РИОЛИТОВОЙ АССОЦИИ МИНУСИНСКОГО ПРОГИБА</i> А.А. Воронцов, В.В. Ярмолюк, С.И. Дриль	56
<i>О СОХРАННОСТИ ИЗОТОПНЫХ МЕТОК ПРИ МЕТАМОРФИЗМЕ (НА ПРИМЕРЕ ЧЕРЕМШАНСКОЙ СВИТЫ ШАРЫЖАЛГАЙСКОГО КРАЕВОГО ВЫСТУПА СИБИРСКОГО КРАТОНА)</i> С.В. Высоцкий, В.И. Левицкий, И.В. Левицкий, А.В. Игнатьев, Т.А. Веливецкая, А.С. Мехоношин	58
<i>УНИКАЛЬНЫЕ МЕСТОРОЖДЕНИЯ КАЛАРО-УДОКАНСКОГО РУДНОГО УЗЛА (АЛДАНСКИЙ ЩИТ) И ГЕОДИНАМИЧЕСКИЕ ОБСТАНОВКИ ИХ ФОРМИРОВАНИЯ</i> Д.П. Гладкочуб, Т.В. Донская, Е.В. Скляр, А.Б. Котов, В.П. Ковач, А.М. Мазукабзов	61
<i>ПЕТРОЛОГО-ГЕОХИМИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ НАДСУБДУКЦИОННЫХ ОФИОЛИТОВ ПОДВОДНОЙ ГОРЫ ХАХАДЖИМА (ИДЗУ-БОНИН-МАРИАНСКАЯ СИСТЕМА ДУГА – ЖЕЛОБ)</i> А.Н. Голич, С.В. Высоцкий	63
<i>ВОЗМОЖНЫЕ СВЯЗИ СУБДУКЦИОННОГО И ПЛЮМОВОГО МАГМАТИЗМА В ЗОНЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ СИБИРСКОГО КОНТИНЕНТА И ПАЛЕОАЗИАТСКОГО ОКЕАНА</i> И.В. Гордиенко	66
<i>Rb-Rb ВОЗРАСТ ДОЛОМИТОВ БИЛЛЯХСКОЙ СЕРИИ (АНАБАРСКОЕ ПОДНЯТИЕ, СЕВЕРНАЯ СИБИРЬ)</i> И.М. Горохов, А.Б. Кузнецов, Г.В. Овчинникова, И.М. Васильева, Н.Г. Ризванова, Г.В. Липенков	69
<i>ИЗОТОПНЫЕ Sm-Nd ХАРАКТЕРИСТИКИ МЕТАОСАДОЧНЫХ ПОРОД ОНОНСКОГО И ЯНКАНСКОГО ТЕРРЕЙНОВ МОНГОЛО-ОХОТСКОГО ОРОГЕННОГО ПОЯСА</i> Д.А. Григорьев, С.И. Дриль, Ю.В. Носкова, С.А. Сасим	71
<i>ГЛОБАЛЬНАЯ ПАЛЕОГЕОГРАФИЯ И ПАЛЕОБИОГЕОГРАФИЯ СРЕДНЕЙ ЮРЫ ПО БРАХИОПОДАМ</i> В.С. Гриненко, В.В. Баранов	74
<i>ТИПИЗАЦИЯ ЭПИТЕРМАЛЬНЫХ ЗОЛОТОСЕРЕБРЯНЫХ СИСТЕМ ДЕВОНА ГОРНОГО И РУДНОГО АЛТАЯ</i> А.И. Гусев	77
<i>ОРДОВИКСКИЕ ГРАНИТОИДЫ АБАКАНСКОГО МАССИВА КАК ПРОЯВЛЕНИЕ ПОЗДНЕКОЛЛИЗИОННОГО МАГМАТИЗМА В ВОСТОЧНОМ ГОРНОМ АЛТАЕ</i> Н.И. Гусев	80
<i>ШУТХУЛАЙСКИЙ МЕТАМОРФИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС ЮГО-ВОСТОЧНОГО САЯНА: ВОЗРАСТ МЕТАМОРФИЗМА И ДЕТРИТОВЫХ ЦИРКОНОВ ПО ДАННЫМ U-Pb ДАТИРОВАНИЯ (SHRIMP II)</i> Н.И. Гусев, В.В. Кошкин, А.Н. Ларионов	83
<i>САЭС ИЗУЧЕНИЕ БЛАГОРОДНОМЕТАЛЛЬНОЙ МИНЕРАЛИЗАЦИИ В ПОРОДАХ БАЙКАЛЬСКОГО ВЫСТУПА СИБИРСКОГО КРАТОНА</i> Ю.В. Данилова, Е.В. Шабанова, И.Е. Васильева, В.Б. Савельева, Б.С. Данилов	86



ТИПИЗАЦИЯ ЭПИТЕРМАЛЬНЫХ ЗОЛОТОСЕРЕБРЯНЫХ СИСТЕМ ДЕВОНА ГОРНОГО И РУДНОГО АЛТАЯ

А.И. Гусев

Бийск, Алтайский государственный гуманитарно-педагогический университет, anzerg@mail.ru

Эпитермальное золотосеребряное оруденение в Горном и Рудном Алтае локализуется в вулканогенных разрезах среднего и верхнего девона. В Горном Алтае к этому типу отнесены месторождения Сурич, Чуря, Красноярское и ряд проявлений: Курьинское, Семёновское, Толстуха и др. В Рудном Алтае известен один объект эпитермального золотосеребряного оруденения – Черепановское месторождение. Наиболее древними (D_2) являются объекты: Черепановское месторождение Рудного Алтая, связанное с известково-щелочными риолитами и субвулканическими кислыми образованиями сосновской свиты, и Красноярское золотосеребряное месторождение Горного Алтая, связанное с субвулканическими образованиями известково-щелочного дацит-риолитового коргонского комплекса. Наибольшее число эпитермальных золотосеребряных месторождений Горного Алтая парагенетически связаны с позднедевонскими известково-щелочными вулканитами куяганского комплекса (Сурич, Курьинское, Толстуха, Семёновское и др.), имеющими бимодальный андезит-риолитовый состав, обнаруживающий признаки формирования в условиях растяжения, близких к рифтогенным. Специфические черты имеет золотосеребряное оруденение Чури, которое локализуется среди вулканитов саганской свиты (D_2) (трахиандезиты – трахириолиты), также имеющей признаки формирования в рифтогенной обстановке, а непосредственные рудогенерирующие и рудовмещающие золотосеребряное эпигенетическое оруденение флюидо-эксплозивные брекчии имеют меловой возраст 126–127 млн лет (U-Pb метод по циркону (SHRIMP II) [1].

Особенности вещественного состава руд и некоторых минералов, термодинамических параметров эпитермального золотосеребряного оруденения региона позволяют согласно современным представлениям [5] отнести их к следующим типам: низкосернистым (Low sulfidation) (Черепановское месторождение, Курьинское проявление), промежуточно-сернистым (Intermediate sulfidation) (Сурич, Толстуха, Семёновское, Чуря), высокосернистым (High sulfidation) (Красноярское). По наиболее изученным и типичным объектам приведены данные о их составе и физико-химическим условиям формирования (рис. 1). Температуры гомогенизации первичных газовой-жидких включений в кварце главной продуктивной стадии формирования золотосеребряного оруденения всех типов варьировались от 240 до 260 °C. Анализ рис. 1 показывает, что типы эпитермального золотосеребряного оруденения различаются по многим параметрам.

Низкосернистые объекты характеризуются присутствием индикаторной ассоциации минералов, и в первую очередь наличием адуляра, а из рудных минералов – арсенопирита и значительной ролью в рудах галенита и сфалерита. Температура кристаллизации минералов продуктивной стадии в них была наиболее высокой (260 °C). Фугитивность кислорода для LS объектов была самая высокая, а серы – минимальная. Потенциал ионизации сфалерита является показателем кислотности – основности среды рудоотложения [2] и, в силу минимальных содержаний железа в сфалерите, обладал максимальной кислотностью и Ph среды. По соотношению в рудах селенидов и теллуридов низкосернистый тип характеризуется присутствием исключительно селенидов и по этому признаку может быть отнесен к селенистому типу (наличие селенидов: агуларита, науманнита в рудах в ассоциации с пруститом) [3].

Высокосернистый тип (High sulfidation – Красноярское месторождение) отличается присутствием индикаторных минералов – энаргита и люцитита, а также резким преобладанием в рудах халькопирита и борнита. Этот тип максимально-сульфидный (до 45 %). Гидротермы Красноярского месторождения характеризовались минимальной фугитивностью кислорода (рис. 2). и максимальной – серы. Ph среды кислая, а потенциал ионизации сфалерита более

Компоненты	Курьинское (LS)	Сурич (IS)	Красноярское (HS)
Кварц	■	■	■
Кальцит	■	■	■
Сидерит	■	■	■
Пирит	■	■	■
Арсенопирит	■	■	■
Гематит	■	■	■
Галенит	■	■	■
Сфалерит	■	■	■
Халькопирит	■	■	■
Теннантит	■	■	■
Тетраздрит	■	■	■
Энаргит	■	■	■
Люцит	■	■	■
Электрум	■	■	■
Аргентит	■	■	■
Гессит	■	■	■
Тетрадимит	■	■	■
Алтаит	■	■	■
Адуля	■	■	■
Монтмориллонит	■	■	■
Каолинит	■	■	■
Иллит	■	■	■
Алунит	■	■	■
Сульфиды в %	1-3	7-10	15-45
Теллуриды и селениды	Селениды	Селениды/теллуриды	Теллуриды
FeS в ZnS мол %	2-3	4-6	9-10
$\log f O_2$	-36 -37	-38-39	-39-40,5
Ph	7-8,2	6-7	4-5,5
PI сфалерита	207,6	207	206
$\log f S_2$	-9-10	-7 - -8,2	-6 - -3,8
Главные металлы	Au, + Ag	Ag-Au, Zn,Pb,Cu	Au-Ag, Cu

Рис. 1. Сопоставительная схема некоторых параметров для различных типов эпitherмального золотосеребряного оруденения региона. Типы эпitherмальных золотосеребряных месторождений: LS – низкосернистые; IS – промежуточные по сернистости, HS – высокосернистые; красным цветом показаны индикаторные минералы; $\log f O_2$ и $\log f S_2$ – фугитивность кислорода и серы, соответственно; PI сфалерита – потенциал ионизации сфалерита по [2]; FeS в сфалерите в мол. % – доля FeS в сфалерите в молекулярных %.

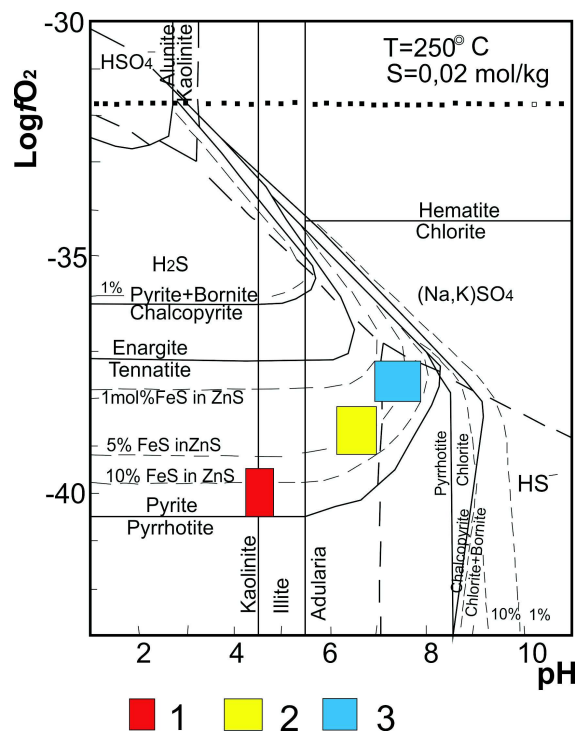


Рис. 2. Диаграмма $\log f O_2$ – pH для руд эпitherмальных золотосеребряных месторождений региона. Значения pH и $f O_2$ первичных рудных флюидов модифицированы по [4]. Разным цветом показаны поля стабильности для различных минералов с мол. % FeS в сфалерите при $T=250^\circ C$, $\Sigma S=0.02 \text{ мол/кг}$.

основной. Цинковая обманка относится к высокожелезистой разновидности. Руды месторождения содержат максимальное количество теллуридов.

Эпитермальное золотосеребряное оруденение промежуточного по сернистости (Intermediate sulfidation) месторождения Сурич имеет промежуточные характеристики по многим выше указанным параметрам – между низкосернистым и высокосернистым оруденением региона.

- [1] Гусев Н.И., Гусев А.И., Шокальский С.П., Кашин С.В., Ларионов А.Н., Томилова Е.В. Магматизм и эпитермальное оруденение Чуринского рудопроявления золота (Горный Алтай) // Региональная геология и металлогения. 2011. № 46. С. 76–91.
- [2] Жариков В.А. Кислотность-основные характеристики минералов // Геология рудных месторождений. 1967. № 5. С. 75–89.
- [3] Choi S.G., Ryu I.C., Pak S.J., Wee S.M., Kim C.S., Park M.E. Cretaceous epithermal gold–silver mineralization and geodynamic environment, Korea // Ore Geology Reviews. 2005. V. 26. P. 115–135.
- [4] John D.A. Miocene and Early Pliocene epithermal gold-silver deposits in the Northern Great basin, Western United States: characteristics, distribution, and relationship to magmatism // Economic Geology. 2001. V. 96. P. 1827–1893.
- [5] Sillitoe R.H., Hedenquist J.W. Linkages between volcanotectonic settings, ore-fluid compositions, and epithermal precious metal deposits // Volcanic, geothermal, and ore-forming fluids: rulers and witnesses of processes within the Earth / Eds. S.F. Simmons, I. Graham. Special Publications of the Society of Economic Geologists. 2003. No. 10. P. 315–343.