

3. Округин, В.М. Новые данные о возрасте и генезисе эпиптермальных месторождений зоны перехода континент-океан / В.М. Округин // Геодинамика, магматизм и минерагения континентальных окраин Севера Пацифики. — Т. 3. — Магадан, 2002.
4. Петренко, И.Д. Структурная позиция и возраст золотосеребряного оруденения Южной Камчатки на примере Мутновского месторождения / И.Д. Петренко, Н.М. Большаков // Тихоокеанская геология. — 1991.
5. Петренко, И.Д. Модель близповерхностного рудообразования в вулканических областях на примере золотосеребряных месторождений Камчатки и современных гидротермальных систем / И.Д. Петренко // Руды и металлы. — 1998.
6. Петренко, И.Д. Золотосеребряная формация Камчатки: Автореф. канд. дисс. — Петропавловск-Камчатский, 2004.
7. Степанов, В.А. Возраст руд Кубакинского месторождения золота (Омолонский массив) / В.А. Степанов, Ю.П. Шергина, Г.С. Шкорбатова, Л.Н. Шишаква, А.Г. Рублев // Тихоокеанская геология, 1998.

© Койдан И.А., 2019

Койдан Иван Андреевич // koydan91@mail.ru

УДК 553.3.041

Казаков И.И.¹, Стороженко Е.В.¹, Кривко Т.Н.¹,
Рыльков С.А.², Прутьян А.М.³, Ронкин Ю.Л.⁴ (1 — ОАО
«УГСЭ», 2 — Уралнедра, 3 — ЗАО «УГЭ», 4 — ИГГ УрО РАН)

ГЕОЛОГИЧЕСКОЕ СТРОЕНИЕ И МИНЕРАГИЯ ЗОНЫ МУРЗИНСКОГО ГРАНИТОВОГО МАССИВА НА ВОСТОЧНОМ СКЛОНЕ СРЕДНЕГО УРАЛА

*Представленные материалы характеризуют особенности глубинного строения Мурзинского массива, являющегося частью полихронного гранитового батолита с концентрически зональным строением. Показана приуроченность рудных месторождений к определенным интрузивным комплексам золоторудных месторождений и проявлений — к восточному экзоконтакту Мурзинского массива. Авторами сделан вывод о высоком металлогеническом потенциале проявлений рудного золота надинтрузивной зоны Мурзинского массива. **Ключевые слова:** геологическое доизучение, Мурзинский массив, гранитоиды, изотопные данные, рудные формации.*

Kazakov I.I.¹, Storozhenko E.V.¹, Krivko T.N.¹, Rylkov S.A.², Prutyayn A.M.³, Ronkin Yu.L.⁴ (1 - UGSE, 2 — Uralnedra, 3 — UGE, 4 — IGG UB RAS)

GEOLOGICAL STRUCTURE AND MINERALOGY OF THE MURZIN GRANITE MASSIF ON THE EASTERN FLANK OF THE MIDDLE URALS

*The presented materials characterize the features of the deep structure of the Murzinskiy massif, which is part of a polychronous granite batholith with a concentric zonal structure. The confinement of ore deposits to certain intrusive complexes, gold deposits and manifestations is shown to the eastern exocontact of the Murzinskiy massif. The authors concluded that there is a high metallogenic potential for the manifestation of ore gold in the superintrusive zone of the Murzinskiy massif. **Keywords:** geological additional appraisal, Murzinskii massif, granitoid, isotopic data, ore formations.*

В период 2014–2016 гг. ОАО «УГСЭ» выполнило геологическое доизучение масштаба 1:200 000 (ГДП-200) листа О-41-XX (Алапаевская площадь) (И.И. Казаков и др., 2014). Площадь расположена в восточной части Среднего Урала. В западной части площади расположены одни из крупнейших на Урале массивы интрузивных пород — Мурзинский гранитоидный, Алапаевский гипербазитовый, северная часть Адуйского гранитоидного, а также ряд более мелких — Александровский габбровый, Старо- и Ново-Кривчанские и Малоклевакинский гранитоидные, Соколовский монцодиорит-гранитовый, Останинский и Режевской гипербазитовые и др. (рис. 1). Гипербазиты, слагающие Алапаевский, Останинский, Режевской и ряд более мелких массивов, а также габброиды Александровского и Быстринского массивов отнесены к ранневендскому алапаевскому комплексу. Старо- и Ново-Кривчанские и Малоклевакинский массивы сложены гранитоидами средне-позднекаменноугольного каменского комплекса. Соколовский массив представлен преимущественно монцодиоритовыми и гранитоидными разностями раннепермского петуховского комплекса. К западу от Мурзинского и Адуйского массивов развита полоса протерозойских (?) метаморфизованных пород — кристаллические сланцы, гнейсы и амфиболиты алабашской серии, плагио- и гранито-гнейсы и амфиболиты адуйского комплекса.

К востоку от крупнейших гранитоидных массивов развиты сложно дислоцированные разнообразно стратифицированные комплексы палеозоя от позднего ордовика до среднего карбона — вулканогенные, вулканогенно-осадочные и осадочные породы белоярской толщи, колоткинской свиты, терригенно-карбонатной, теченской, рудянской, маминской толщ, устькодинской и кодинской свит, першинской толщи, бекленищевской свиты. Среди вулканитов белоярской и рудянской толщ отмечаются субвулканические образования. Следствием интенсивной тектонической нарушенности площади между Адуйско-Мурзинской зоной и Мелкозеровским глубинным разломом является широкое развитие образований восточно-уральского тектоногенного комплекса, представленного полимиктовым меланжем, преимущественно серпентинитовым.

Определяющим для понимания геолого-структурной позиции региона является природа крупных гранитоидных массивов.

Мурзинский массив имеет площадь 440 км², в плане вытянут в меридиональном направлении, в целом имеет серповидную форму. Внутренняя структура массива представляется следующим образом. Центральная осевая часть массива сложена гранитоидами, отнесенными нами к раннесреднетриасовому мурзинскому гранит-лейкогранитовому комплексу (РПТ₁₋₂) (рис. 1). Краевые части сложены преимущественно гранитоидами позднепермского адуйского гранитового комплекса (ППР₃) (рис. 1). Контакты пород мурзинского комплекса с гранитоидами адуйского комплекса не отчетливые, с кристаллическими сланцами

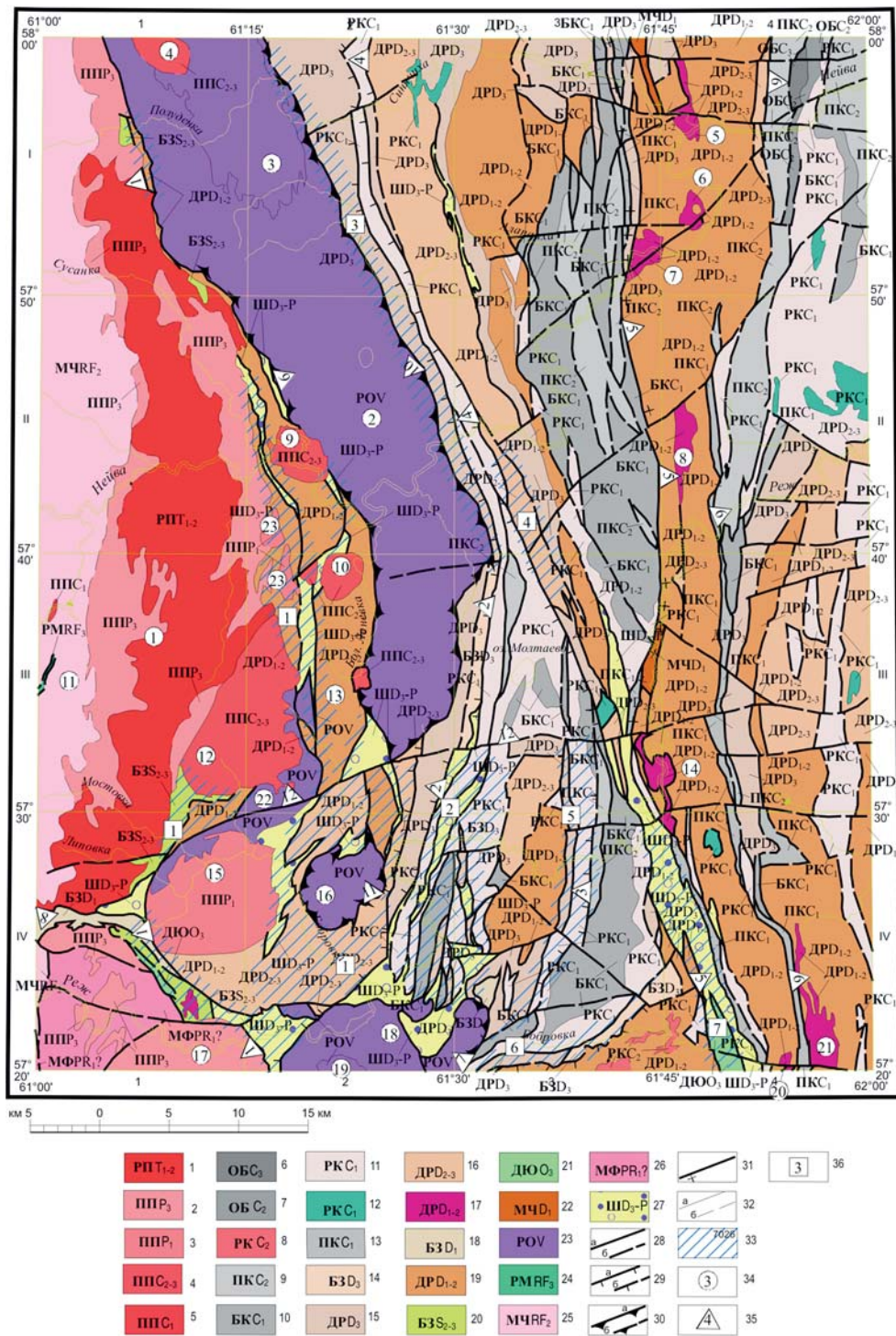


Рис. 1. Тектоническая схема листа О-41-XX: 1 — гранит-лейкогранитовая; 2 — гранитовая; 3 — монцодиорит-граносиенит-лейкогранитовая; 4 — грано-диоритовая; 5 — тоналит-плагиогранитовая; 6 — эвапоритовая; 7 — терригенно-красноцветная; 8 — риолит-трахириолитовая гипабиссальная; 9 — карбонатно-терригенная; 10 — карбонатная; 11 — карбонатно-терригенно-базальт-риолитовый парагенез; 12 — тоналит-плагиогранитовая, габбро-долеритовая; 13 — терригенно-угленосная; 14 — карбонатно-кремнисто-терригенная; 15 — карбонатно-кремнисто-терригенно-трахибазальтовая; 16 — кремнисто-базальт-андезитобазальтовый парагенез; 17 — диорит-плагиогранитовая гипабиссальная; 18 — базальт-андезит-риолитовая; 19 — карбонатно-терригенно-базальт-андезит-риолитовый парагенез; 20 — терригенно-кремнистая; 21 — кремнисто-терригенно-базальт-риолитовый парагенез; 22 — терригенно-карбонатная; 23 — дунит-гарцбургит-габбровая; 24 — клинопироксенит-габбровая; 25 — кристаллических сланцев; 26 — мигматит-гнейсовая; 27 — меланж полимиктовый; 28 — разрывные нарушения сложной и неустановленной морфологии; 29 — надвиги; 30 — шарьяжи; 31 — взброс; 32 — границы согласного залегания и интрузивные контакты; 33 — дислокационные зоны; 34 — интрузивные массивы и их номера; 35 — важнейшие разломы и их номера; 36 — дислокационные зоны и их номера

и гнейсами алабашской серии — интрузивные.

Гранитоиды адуйского комплекса, слагающие краевые части Мурзинского массива, представлены гранитами, редко — гранодиоритами. Последние чаще отмечены в ЮЗ части массива; возможно, их следует относить к более древнему каменному (кривчанскому) комплексу. Граниты часто мелко-среднезернистые биотитовые, порфириовидные (мелкопорфириовидные — размер вкрапленников до 2,5–3,5 мм), лейкократовые (биотит до 3–5 %) с примерно равным количеством кварца, калиевого полевого шпата и плагиоклаза. Структура субгранитовая со слабым идиоморфизмом плагиоклаза, до аллотриоморфнозернистой; элементы пойкилитовой, реже пегматитовой, с обильными мирмекитами (до 10–15 %); наблюдаются пертиты и антитертиты. Текстура пород гнейсовидная и массивная. Гнейсовидность ориентирована преимущественно согласно с направлением контактов. Иногда отмечается грейзенизация пород. Граниты и гранодиориты связаны постепенными взаимопереходами. Контакт с метаморфическими породами алабашской серии интрузивный (апофизы, ксенолиты вмещающих пород), с гранитоидами мурзинского комплекса не отчетливый. Восточный контакт массива — типичный инъекционный с многочисленными согласными и секущими апофизами гранитов, жильными телами аплитов, пегматитов с интенсивными гидротермально-метасоматическими преобразованиями вмещающих пород — слюдитизация, альбитизация, окварцевание. Вмещающие вулканогенно-осадочные породы

Петрогеохимическая характеристика гранитоидов Мурзинского массива (п* - среднее значение и количество анализов)

Комплекс, свита	Адуйский комплекс гранитовый $\gamma P_3 ad$				Мурзинский комплекс гранит-лейкогранитовый $\gamma T_{1-2} m$			
	№ п/п	1	2	3	4	5	6	7
Порода	гранодиорит	гранит			лейкогранит			
№ пробы	1938/3,4	4*	4145	1049	1056-1	1057	1058-2	3803/64
SiO ₂	67,41	71,24	72,34	71,92	74,7	74,28	74,18	73,25
TiO ₂	0,48	0,24	0,29	0,198	0,034	0,113	0,13	0,151
Al ₂ O ₃	15,5	15,07	14,87	14,97	14,34	14,2	13,75	14,28
Fe ₂ O ₃	1,97	0,48	1,02	1,23	0,33	0,40	1,11	0,71
FeO	1,77	1,95	0,4	0,7	0,4	0,7	0,4	0,4
MnO	0,06	0,03	0,02	0,019	0,119	0,03	0,026	0,029
MgO	1,52	0,54	0,39	0,31	0,07	0,15	0,18	0,59
CaO	1,65	1,32	1,288	1,97	0,67	1,17	1,15	1,15
Na ₂ O	3,36	3,83	3,62	4,19	4,64	4,1	3,95	3,73
K ₂ O	4,54	4,44	5,22	3,73	3,94	4,3	4,17	5,16
P ₂ O ₅	0,08	0,06	0,0722	0,056	0,016	0,025	0,016	0,01
ппп	1,62	0,77	0,3	0,6	0,8	0,7	0,9	0,4
Сумма	99,6	99,79	99,83	99,9	100,11	100,26	100	100,07
La			16,136	5,678	7,158	7,293	15,574	16,254
Ce			42,183	18,672	16,293	16,147	30,888	34,078
Pr			2,872	1,473	1,994	1,871	3,608	3,826
Nd			9,02	5,238	7,328	6,72	12,237	13,119
Sm			1,17	1,037	2,98	1,415	2,428	2,498
Eu			0,371	0,613	0,067	0,261	0,438	0,434
Gd			0,917	0,931	3,437	1,327	2,05	2,036
Tb			0,059	0,101	0,672	0,193	0,262	0,256
Dy			0,299	0,493	4,657	1,124	1,426	1,29
Ho			0,039	0,09	0,979	0,224	0,27	0,226
Er			0,128	0,266	3,231	0,684	0,785	0,639
Tm			0,007	0,038	0,559	0,102	0,114	0,085
Yb			0,089	0,258	4,531	0,706	0,689	0,521
Lu			0,006	0,043	0,673	0,102	0,108	0,078
V			7,637	11,593	1,698	3,436	3,537	3,662
Cr			108,92	18,622	129,084	80,248	8,508	95,796
Rb			109,36	88,153	443,229	180,49	190,9	187,356
Sr			128,97	346,85	7,44	67,093	80,203	93,967
Y			1,19	1,666	28,729	3,832	5,394	4,318
Zr			68,998	85,726	67,188	51,322	67,609	63,2
Nb			1,393	2,005	36,915	13,577	13,025	9,293
Ba			583,63	1511	7,671	225,28	391,08	454,976
Hf			1,97	3,389	4,845	2,762	3,492	3,439
Ta			0,078	0,108	1,411	1,693	1,127	0,723
Th			16,601	16,249	12,418	10,193	14,877	17,113
U			0,697	2,109	3,6	6,534	4,067	4,064
Mo			0,175	1,616	0,34	0,4	0,14	0,175
Ag			0,06	0,223	0,871	0,486	0,452	0,364
Li			11,622	8,198	22,257	9,507	10,614	11,73

Примечание: 1, 2 — данные А.В. Коровко, Г.Н. Кузовков, Л.Н. Бурнатной и др. (2002) (2 — №№ С-1940/3, С-1985/6.2, С-1941/3, С-1939/3,4); 3 — северная часть Мурзинского массива; 4 — западная часть Мурзинского массива; 4–7 — р. Нейва; 8 — месторождение стройкамня «Сосновый Бор»

раннего-среднего девона надинтрузивного комплекса интенсивно ороговикованы (амфибол-роговиковая фация) (А.В. Коровко и др., 1986; А.В. Коровко и др., 2002). Участками в гранитах восточного эндоконтакта массива отмечаются ксенолиты вмещающих пород, превращенных в гнейсы с различными соотношениями кварца, плагиоклаза, биотита.

Гранитоиды мурзинского комплекса большей частью неравномерно порфирированные средне-крупнозернистые, реже мелко-среднезернистые. Широко развиты поздние пегматоидные разности. Кварцевые и зональные пегматитовые жилы часто сопровождаются аргиллизацией и березитизацией вмещающих пород. Ореол аргиллизированных пород сопровождается аномальным геохимическим полем (АГП), выделенным при создании геохимической основы в ходе ГДП-200. Ореол расположен в центральной части Мурзинского массива в виде субширотной зоны вдоль р. Нейва, расширяясь к его западному контакту. АГП выделено по первичным и вторичным ореолам рассеяния, характеризуется следующими элементными составами: W, Cr, Bi, Ag, Be — в коренных породах и Be, Mo, Bi, Pb, W, Ag — в почвах. С кварцевыми жилами, приуроченными к аргиллизированным зонам, связаны месторождения и проявления амethystов.

Гранитоиды мурзинского и адуйского комплексов, развитые в пределах единого Мурзинского массива, отличаются рядом петрографических, петрохимических и геохимических характеристик. Петрографические особенности гра-

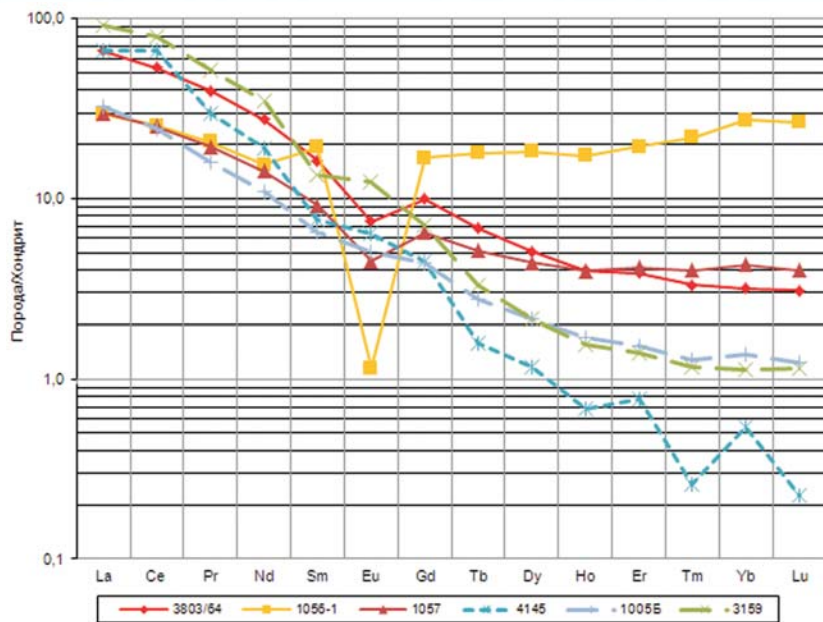


Рис. 2. Нормализованные к хондриту тренды содержаний лантаноидов в гранитоидах мурзинского (8303/64, 1056-1, 1057) и адуйского (4145, 1005E, 3159) комплексов Мурзинского массива

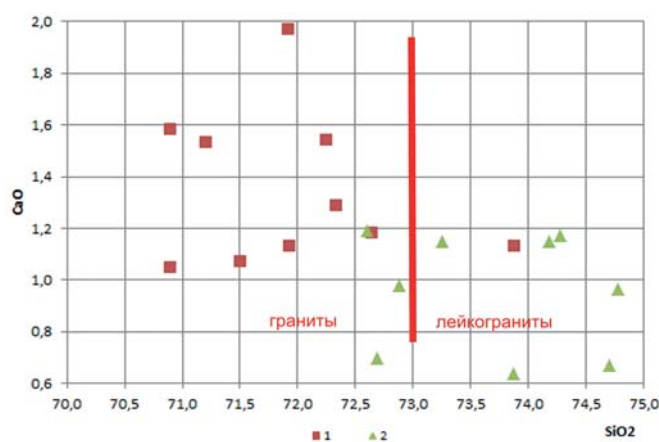


Рис. 3. Петрохимические особенности гранитоидов адуйского (1) и мурзинского (2) комплексов Мурзинского массива. Использованы собственные и литературные (А.В. Коровко, Д.А. Двоеглазов, В.А. Пуртов) данные

нитов мурзинского комплекса, отличающие их от гранитов адуйского комплекса, следующие: порфирированные зерна более крупные; структуры пород в целом более крупнозернистые; более высокие содержания мусковита; идиоморфизм плагиоклаза; преобладание массивных текстур; отсутствие пертитов и антипертитов и низкое содержание мирмекитов (первые проценты); большое количество пегматоидных разностей, элементы пегматитовых структур. Гранитоиды мурзинского комплекса четко отличаются от близких им гранитоидов адуйского комплекса по ряду геохимических особенностей: повышенными (часто в 5–15 раз) концентрациями Ta, Nb, U, Ag и «тяжелых» лантаноидов — Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Yb, Lu. Кроме того, в нормированных к хондриту трендах РЗЭ гранитов мурзинского комплекса отмечается устойчивый европие-

вый минимум, а в гранитоидах адуйского комплекса европиевая аномалия либо отсутствует, либо отмечается слабо выраженный максимум (рис. 2, таблица). По петрохимическим характеристикам гранитоиды мурзинского комплекса отличаются от гранитоидов адуйского комплекса пониженной кальциевостью и повышенной кислотностью (рис. 3). Значительная часть гранитоидов мурзинского комплекса по содержанию кремнезема (более 73 %) относится к лейкогранитам.

Возраст гранитоидов адуйского и мурзинского комплексов принят на основе изотопно-геохронологических исследований. Нами в ходе ГДП-200 (И.И. Казаков и др., 2016) были выполнены определения возраста U-Pb методом по цирконам из биотитового мелко-среднезернистого гранита адуйского комплекса с северной части Мурзинского массива (№ 4145). Полученный возраст составил $262,6 \pm 2,6$ млн лет (рис. 4) — низы поздней перми (татарский отдел), возможно верхи средней перми (биармийский отдел). Анализ выполнен Ю.Л. Ронкиным (ИГГ УрО РАН).

Ранее выполненные определения абсолютного возраста в петротипическом Адуйском массиве U-Pb методом по монациту, Rb-Sr-методом по биотитовым гранитам, лейкогранитам и минеральным фракциям из них, K-Ar методом по биотиту и мусковиту [2–6] в целом соответствуют поздней перми. Отдельные данные по триасовому возрасту приводятся по слюдам из гранитов [3], что может быть связано с вторичными процессами. Возраст монофракций полевых шпатов и валовых проб гранитов в этих же случаях соответствует поздней перми. В соответствии с полученными

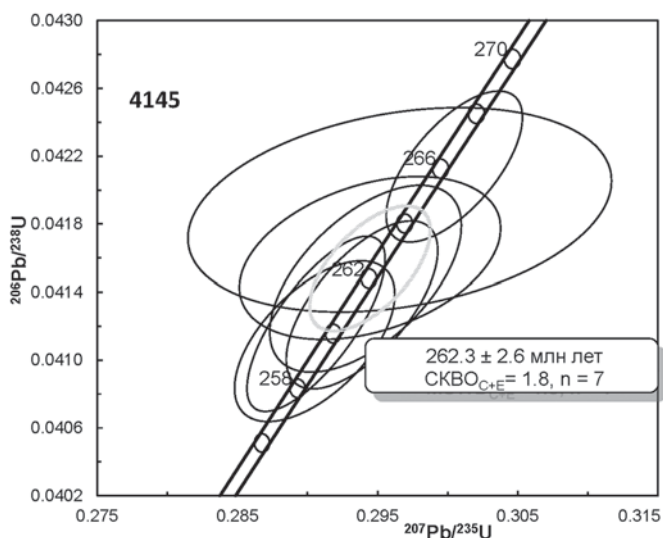


Рис. 4. Из гранита адуйского комплекса (проба 4145 — район западное пос. Ясашная). С — конкордантность, Е — эквивалентность

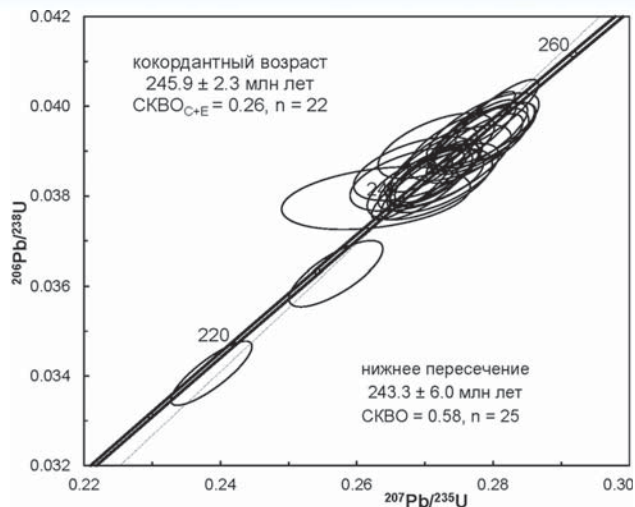


Рис. 5. U-Pb диаграмма с конкордией для циркона из лейкогранита мурзинского комплекса (проба 3803/64 — карьер месторождения стройкамня «Сосновый Бор»). С — конкордантность, Е — эквивалентность

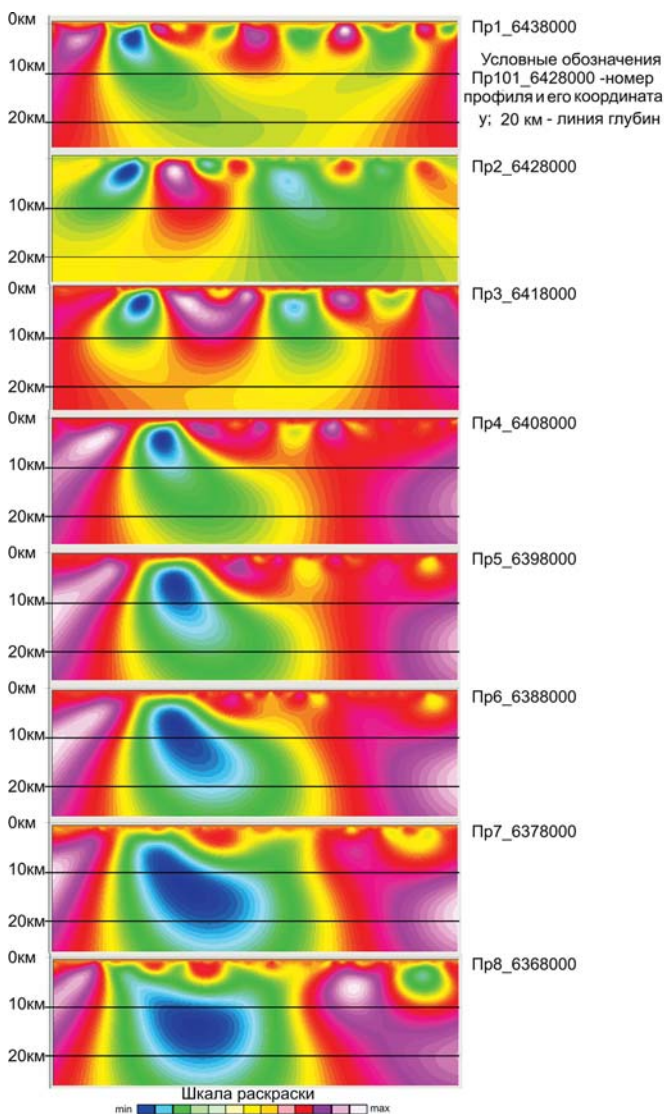


Рис. 6. Прогнозные геофизические разрезы, построенные методом решения обратной задачи гравиметрии по программе «COSCAD 3D» (схему расположения профилей см. на рис. 7)

результатами возраст адуйского гранитового комплекса принят позднепермским. Также в ходе ГДП-200 (И.И. Казаков и др., 2016) были выполнены определения возраста U-Pb-методом по цирконам из двуслюдяных порфировидных однородных средне-крупнозернистых лейкогранитов мурзинского комплекса из центральной части массива (проба 3803/64 — карьер месторождения стройкамня «Сосновый Бор»). Полученный возраст составил $245,6 \pm 2,2$ млн лет (рис. 5) — средний триас. Анализ выполнен Ю.Л. Ронкиным (ИГГ УрО РАН). Ранее В.С. Поповым были опубликованы [3] определения абсолютного возраста Rb-Sr-методом по лейкограниту, биотитовому граниту и полевым шпатам, и биотитам в целом отвечающие раннему триасу (соответственно $249,7 \pm 1,9$ и $253,4 \pm 1,9$ млн лет). Пробы гранитоидов были отобраны из карьера Ватихского месторождения аметистов. Таким образом, с нашей точки зрения, возраст гранитоидов мурзинского комплекса может быть принят раннесреднетриасовым.

Предшествующие исследователи [6] выделяли внутри Адуйского и Мурзинского массивов по генетическим признакам два комплекса — западную часть массивов относили к ватихскому комплексу (биотитовые граниты антипертитовые, существенно ортоклазовые с магнетитом), образовавшемуся за счет гранитизации протерозойских толщ, а восточную — к мурзинскому (двуслюдяные микроклин-ортоклазовые граниты), образовавшемуся, предположительно, за счет мигматизации гранодиоритов и гранитов каменского (кривчанского) комплекса. При этом возраст гранитоидов

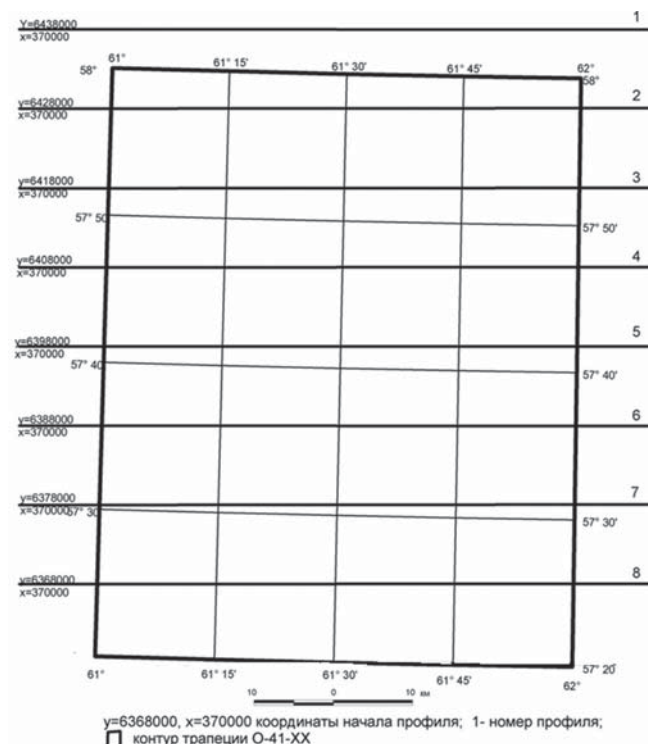


Рис. 7. Схема расположения профилей геофизических разрезов (к рис. 6)

обоих комплексов (т.е. Мурзинского массива в целом) Г.Б. Ферштатер обобщил по изотопным данным в одном интервале — 248–259 млн лет (позднепермский — раннетриасовый), что не противоречит нашим данным. Предложенная нами схема внутреннего строения Мурзинского массива не противоречит и вышеприведенному мнению о разных субстратах гранитоидов восточного и западного бортов Мурзинского массива — мы только сделали вывод о различии состава и возрастов центральной (осевой) и периферийных частей массива.

Глубинное строение Мурзинского массива по имеющимся геолого-геофизическим материалам представляется следующим образом. По гравиметровым данным в северной части Мурзинский массив имеет крутое западное падение и прослеживается до глубин 12–15 км. Южнее блок малоплотных пород (предположительно это гранитоиды, слагающие Мурзинский, Адуйский, Соколовский, Малоклевакинский, Дубовский массивы) значительно расширяется и приобретает размеры и форму батолита с крутым восточным падением, увеличиваясь на глубину до 15–20 км и глубже (рис. 6, 7). Причем западная его граница имеет более крутое падение. На востоке граница до глубины 10 км имеет падение 40–60°, глубже — практически вертикальное. Таким образом, на глубинах 5–10 км гранитоиды предположительно подстилают блоки разновозрастных и разноформационных пород между Асбестовским и Мелкозеровским разломами. Как уже указывалось выше, центральная часть Мурзинского массива сложена интрузивными породами наиболее молодого и наиболее кислого раннесреднетриасового мурзинского гранит-лейкогранитового комплекса. В периферийных частях развиты гранитоиды позднепермского адуйского гранитового комплекса. Вероятно, к периферийным частям Мурзинского плутона относятся более мелкие массивы, сложенные более древними гранитоидами — Малоклевакинский (среднепозднекаменноугольный гранодиорит-гранитный каменный комплекс), Дубовский (раннепермский монодиорит-граносиенит-лейкогранитовый петуховский комплекс), а также отдельно расположенные на современной поверхности Кривчанские (каменный комплекс) и Соколовский (петуховский комплекс) массивы.

Таким образом, *Мурзинский массив представляется частью полихронного гранитового батолита с концентрически-зональным строением, отражающим его последовательную кристаллизацию с увеличением кислотности пород от древних (периферия) к более молодым (центральные зоны)*. Данная зональность отражается и в минералогии — с наиболее основными и наиболее древними каменноугольными гранитоидами каменского (кривчанского) комплекса связаны золоторудные месторождения; позднепермский адуйский комплекс имеет редкометалльно-камнесамоцветную специализацию (знаменитые Мурзинские копи), а с наиболее кислым мурзинским комплексом связаны месторождения аметистов.

Описываемая площадь чрезвычайно богата на полезные ископаемые разнообразных типов. Здесь известны месторождения рудного и россыпного золота, медно-цинково-колчеданных и хромовых руд, силикатного никеля и кобальта, камнесамоцветного сырья. Кроме перечисленных видов полезных ископаемых известны проявления изумрудов, алмазов, бурых железняков, бокситов, хризотил- и режикит-асбеста и др. Наибольший интерес с точки зрения особенностей глубинного строения представляют месторождения и проявления рудного золота, сформированные в надинтрузивной зоне гранитового батолита и связанные, вероятно, с начальными этапами его кристаллизации. Месторождения камнесамоцветного сырья (аметисты, морионы, горный хрусталь, топаз и др.) связаны с заключительными этапами формирования батолита.

В пределах листа известны 3 месторождения, 25 проявлений и около 60 пунктов минерализации золота. Коренное золотое оруденение представлено следующими рудными формациями: *золотосульфидно-кварцевой, золотосульфидной, золотосурьмяной березитовой и золотосурьмяной кор выветривания*.

Золотосульфидно-кварцевая формация включает 2 малых месторождения (*Сусанское, Старо-Кривчанское*), 16 проявлений и ряд пунктов минерализации.

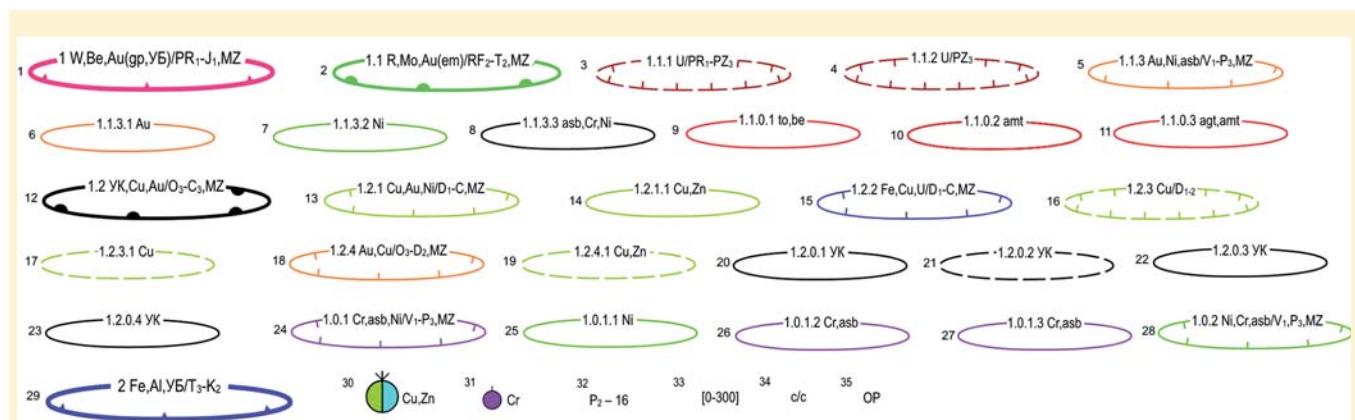
Сусанское (Кривковский прииск) (II-2-74 — рис. 8) и *Старо-Кривчанское* (II-2-80 — рис. 8) месторождения расположены в 4,5–6 км к ЮВ от пос. Нейво-Шайтанский. По архивным данным на месторождениях добыто 506,3 кг золота. Локализуются в зоне юго-восточного экзо-эндоконтакта Старо-Кривчанского гранодиоритового массива с образованиями ранне-среднедевонской рудянской толщи, в пределах единой рудоносной зоны СВ простираения. Оруденение связано с золотосульфидно-кварцевыми жилами. Всего известно около 20 основных жил (Сергинская I и II, Штабельная, Корабельная и др.). Длина жил до 400–650 м, мощность до 3–4 м, падение восточное, юго-восточное и юго-западное под углами 45–90°. Максимальная глубина подсечения 114 м. Жилы сложены преимущественно кварцем, минерализованы пиритом, халькопиритом, арсенопиритом и галенитом. Золото связано в основном с сульфидами, присутствует также в свободном виде. Распределение золота крайне неравномерное — от следов до 31,9 г/т. По результатам исследований, проведенных сотрудниками УНЦ АН СССР, околорудные метасоматиты, сопряженные с кварцевыми жилами, представлены березитами-лиственитами. Наряду с ними отмечаются метасоматиты кварц-серицит-карбонат-альбитового состава. Жильный кварц в основной массе руд серый, полупрозрачный, среднезернистый, разбит системой трещин, вдоль которых развиваются сульфиды. В жилах, расположенных среди гранодиоритов (Боровая, Корабельная), кварц более мелкозернистый, сульфиды развиты незначительно, большей частью окислены, образуют отдельные небольшие выделения размером до 1 см, присутствует небольшое количество антимонита. Самородное золото встречается в жилах довольно ча-

вскрыта зона брекчирования в известняках. Падение зоны западное под углами 40–45°. Рассеянная сульфидная минерализация представлена пиритом, халькопиритом, сфалеритом, арсенопиритом. Содержания Au 0,6–2,4 г/т, Ag до 4,1 г/т. Средневзвешенное содержание золота на мощность 14 м составляет 1,7 г/т (В.И. Панов, 1993). А.В. Коровко выделяет в этом районе Першинское прогнозируемое рудное поле с авторскими прогнозными ресурсами золота 4,5 т (А.В. Коровко и др., 2002).

Проявление *Скважины 2036, 2052* расположено у западной окраины г. Реж. Здесь в обнажениях 6099, 6101 (А.В. Коровко и др., 1986) в углисто-глинистых, углисто-кремнистых сланцах рудянской толщи установлены содержания Au 0,3–2,3 г/т. Скважинами вскрыты глинисто-кремнистые, кремнистые и карбонат-глинисто-кремнистые алевропелиты, часто углеводородсодержащие, с горизонтами туффилов и туфопес-

чаников, базальтов, дайками диабазов и гранитоидов. Породы в разной степени серицитизированы, карбонатизированы, окварцованы, участками лиственитизированы, содержат маломощные карбонатные и кварцевые прожилки, а также бедную сульфидную минерализацию — пирит (до 1–3 %), халькопирит (до 1–2 %), редко пирротин, марказит, борнит, ковеллин. Пробирным анализом установлены содержания Au 0,2–0,6 г/т, Ag 1–7 г/т. Единичная проба из скважины 2036 с глубины 54–55 м показала содержание Au 17,9 г/т, Ag 5,4 г/т.

Золотосурьмяная березитовая формация представлена на площади *Арамашевским* месторождением (III-3-42 — рис. 8), расположенным у южной окраины пос. Арамашка; известно с 1830 г., периодически разрабатывалось. В 1908 г. месторождение перешло в собственность к горнопромышленнику Сан-Галли (1908–1912 гг.), предпринявшему попытку добычи сурьмы.



16 — Махневско-Артемовская медно-рудная зона потенциальная; 17 — Восточно-Артемовское медно-рудное поле потенциальное; 18 — Рудянско-Февральский медно-золоторудный узел; 19 — Бобровское цинково-медно-рудное поле потенциальное; 20 — Алапаевское каменноугольное поле; 21 — Таборское каменноугольное поле потенциальное; 21 — Подосининское каменноугольное поле; 23 — Егоршинское каменноугольное поле; 24 — Алапаевский никелево-асбестово-хромово-рудный узел; 25 — Западно-Алапаевское никелево-рудное поле; 26 — Северо-Алапаевское асбестово-хромово-рудное поле; 27 — Центрально-Алапаевское асбестово-хромово-рудное поле; 28 — Режевской асбестово-хромово-никелево-рудный узел. Западно-Сибирская минерагеническая провинция: 29 — Северо-Шумихинская угленосно-бокситоносная железорудная минерагеническая зона; 30–31 — основные месторождения и их номера по каталогу (в приложении к Госгеокарте-200/2); 32 — категории и величины прогнозных ресурсов минерального сырья в тыс. т., для угля, хрома, асбеста — в млн т, для золота — в тоннах; 33 — глубина прогноза, м; 34 — оценка перспективности объектов. Числитель — степень перспективности (с — средняя); знаменатель — надежность ее определения (в — вполне надежная, с — средней надежности); 35 — рекомендуемые геологоразведочные работы: ОП оценочные работы, ПР — поисковые работы.

а	б
25 УК — 1,229 1,394	5 УК — 26,6
В Cr — 0,75	Г Cu — 140
Д Pb+Zn — 180	Ж Ni — 50
З Ni — 20	И Au — 9
К U — 0,61	Л em — 109,892
М em — 73,57	Н amt(1) — 2000
О amt(1) — 10,64 90,84	

Объекты прогноза: а — малое месторождение каменного угля, по которому прогнозируется прирост запасов, в числителе — подсчитанные запасы в млн т, в знаменателе — прогнозируемые (с учетом подсчитанных); б — малое месторождение каменного угля, прогнозируемое на известном проявлении, с указанием прогнозных ресурсов в млн т; в — малое месторождение хрома, прогнозируемое на известном проявлении, с указанием прогнозных ресурсов в млн т; г — среднее месторождение меди, прогнозируемое на известном проявлении, с указанием прогнозных ресурсов в тыс. т; д — малое свинцово-цинковое месторождение, прогнозируемое на известном проявлении, с указанием прогнозных ресурсов в тыс. т; ж — прогнозируемое среднее месторождение никеля с ожидаемым приростом запасов в тыс. т; з — малое месторождение никеля, прогнозируемое на известном проявлении, с указанием прогнозных ресурсов в тыс. т; и — малое месторождение золота, по которому прогнозируется прирост запасов в т; к — малое месторождение урана, прогнозируемое на известном проявлении, с указанием прогнозных ресурсов в тыс. т; л, м — крупное и среднее месторождения изумрудов, прогнозируемые на известных проявлениях, с указанием прогнозных ресурсов в тыс. карат; н, о — крупное и среднее месторождения аметиста, прогнозируемые на известных проявлениях, с указанием прогнозных ресурсов в кг

Была построена лаборатория и найден способ выплавки сурьмы с попутным получением золота, но по каким-то причинам работы так и не начались. Поисковыми работами, проведенными на площади месторождения, установлено, что оно локализуется среди отложений бекленищевской свиты раннего карбона — алевролитов, известняков, глинисто-кремнистых сланцев. В приразломных зонах развиты дайки долеритов, лампрофиров, плагиогранит-порфиров. Порода интенсивно окварцована и карбонатизирована, вмещают серию кварцевых жил, минерализованных пиритом, арсенопиритом, антимонитом, магнетитом. В зоне окисления установлены: лимонит, сервантит, валентинит. Выделяются две рудоносные зоны: Арамашевская и Варакушкинская, приуроченные к тектонической зоне субмеридионального простирания. Мощность зон до 5,9 м, прослежены по простиранию на 500–1500 м, по падению до 80–150 м. Руды золотосульфидно-кварцевые и золотосульфидные. По архивным данным содержания золота достигали 10–78 г/т, сурьмы — 28–62 %, мышьяка до 2,68 % (А.В. Коровко и др., 2002). По результатам буровых работ в метасоматитах содержания золота составляют 1,1–3,8 г/т. Установлено наличие золотоносных кор выветривания. По Арамашевской площади были подсчитаны прогнозные ресурсы золота в корях выветривания (тип ЗКХВ), которые составили по кат. P_2 — 8,6 т. Ресурсы утверждены МПР РФ в количестве 9 т, при среднем содержании Au — 1,7 г/т.

В последнее время руды гипергенного типа, связанные с мезозойскими корами выветривания, приобретают все большую значимость, как наиболее технологичные. Образование объектов формации *золотоносных кор выветривания* (тип ЗКХВ) напрямую связано с наличием на площадях их развития эндогенных золоторудных объектов, производными от которых они являются, что в полной мере проявлено на Сусанском и Арамашевском месторождениях (см. выше) и характеризует определенную телескопичность рудогенеза. На площади также установлены 4 пункта минерализации золотого оруденения типа ЗКХВ в корях выветривания палеозойских пород (А.В. Коровко и др., 1986).

Пункт минерализации *Скважина 1702* расположен в 5,8 км к ЮВ от пос. Нейво-Шайтанский. В коре выветривания углисто-кремнисто-глинистых алевролитов рудянской толщи установлены содержания золота 0,2 г/т, серебра 1,7 г/т.

Пункт минерализации *Скважина 2026* расположен в 1 км к ССЗ от пос. Нов. Кривки, в северном экзоконтакте Ново-Кривчанского гранодиоритового массива. В сульфидном концентрате из коры выветривания алевролитов рудянской толщи содержания золота — 0,283 г/т.

Пункт минерализации *Скважина 2397* расположен в 1 км к югу от пос. Каменка. Здесь в южном экзоконтакте Малоклевакинского гранодиоритового массива в корях выветривания гранитоидов установлено содержание золота 200 мг/м³.

Пункт минерализации *Скважина 3238* расположен в 1,5 км к СЗ от пос. Останино. В восточном экзоконтакте Соколовского гранитового массива в коре выветривания туффитов содержание золота — 0,3 г/т.

Большинство золоторудных объектов, известных в пределах листа О-41-XX, локализуется в надинтрузивной зоне гранитового батолита, в восточном экзоконтакте Мурзинского массива — в Сусанско-Асбестовской зоне смятия и рассланцевания, являющейся основной рудоконтролирующей структурой района и входящей в состав *Сосьвинско-Адуйской изумрудноносной золото-молибден-редкометалльной рудоносной зоны* (1.1 R, Mo, Au(em)/RF₂-T₂, MZ — рис. 8). Сусанско-Асбестовская зона характеризуется минимальной глубиной залегания кровли батолита и максимальным уровнем эрозионного вреза. Развитие рудообразующих гранитоидных формаций каменского и петуховского комплексов (Старо- и Ново-Кривчанские, Ленеvский, Малоклевакинский, Соколовский массивы) предопределило здесь широкое развитие метасоматических процессов, сопровождающих золотое оруденение. Фиксируются ореолы березит-лиственитовых, грейзеновых, аргиллизитовых метасоматитов, зачастую накладывающихся друг на друга и способствующих накоплению и перераспределению золота. Выделяются геофизические аномалии ВП, связанные с сульфидизацией пород, геохимические аномалии Ag, W, Bi. Значительную роль в локализации оруденения играют тектонические нарушения и узлы пересечений разрывных нарушений (субмеридионального, северо-восточного, субширотного направлений), сопровождающиеся зонами рассланцевания, катаклаза и милонитизации.

На смежном с юга листе О-41-XXVI в пределах Сусанско-Асбестовской зоны известны перспективные золоторудные объекты с утвержденными прогнозными ресурсами — *Гагарский медно-золоторудный узел* и *Шамейская золото-бериллиево-вольфраммолибденовая рудная зона* [3]. На описываемой площади в пределах этой же Сусанско-Асбестовской зоны при ГДП-200 Алапавской площади (И.И. Казаков и др., 2016) выделен *Сусанско-Липовский асбестово-никелево-золоторудный узел* (1.1.3 Au, Ni, asb/V1-P3, MZ — рис. 8) площадью 500 км². Составной частью узла является вышеописанное *Сусанское золоторудное поле* с прогнозными ресурсами золота кат. P_2 в количестве 37 т. Наиболее известными золоторудными объектами узла являются *Сусанское (Кривковский прииск)* и *Старо-Кривчанское* месторождения, относимые к золотосульфидно-кварцевой формации. По *Сусанско-Липовскому узлу* оценены прогнозные ресурсы золота кат. P_3 . В качестве объекта-эталона использован *Гагарский медно-золоторудный узел*, расположенный на листе О-41-XXVI, площадная продуктивность которого по золоту составляет 0,6 т/км² (И.И. Казаков и др., 2014). Коэффициент подобия (Кп) рассчитан на основании сравнительной характеристики *Гагарского* и *Сусанско-Липовского* рудных узлов. Прогнозные ресурсы составили 50 т золота. Предполагается, что половина ресурсов приходится на золотоносные коры выветривания (тип ЗКХВ), другая

половина — на минерализованные зоны при средних содержаниях золота в рудах 4 и 2 г/т соответственно.

Сафьяновская никелево-золото-меднорудная зона (1.2.1 Cu, Au, Ni/D1-C, MZ — рис. 8) выделена в наиболее удаленной от гранитовых массивов части надинтрузивной зоны с более глубоким залеганием кровли гранитного батолита, что предопределило ряд особенностей — меньшее количество известных здесь золоторудных объектов и их состав — золотосурьмяные, золотополиметаллические. Площадь зоны 590 км². Перспективы связываются с гранитоидами каменско-го комплекса (граниты, гранодиориты), которые образуют здесь дайки в тектонически ослабленных зонах на относительном удалении от массивов Сусанско-Асбестовской зоны (Старо-Кривчанский, Ленеvский и др. массивы), с которыми в районе ассоциируется основной объем золотого оруденения. Дайки сопровождаются ореолами метасоматитов березит-лиственитовой формации. В пределах зоны известно *Армашевское* золотосурьмяное месторождение (III-3-42 — рис. 8) с утвержденными прогнозными ресурсами золота в количестве 9 т (см. выше), ряд золотополиметаллических проявлений (*Николаевский рудник* и др.) и пунктов минерализации золота. Выявлены аномалии Zn, Cu, As, Mo, Sb, а также геофизические аномалии ВП неустановленной природы.

Выводы

1. Мурзинский массив представляется частью полихронного гранитового батолита с концентрически-зональным строением, отражающим его последовательную кристаллизацию с увеличением кислотности пород от древних (периферия) к более молодым (центральные зоны). Данная зональность отражается и в минерации — с наиболее основными и наиболее древними каменноугольными гранитоидами каменско-го (кривчанского) комплекса связаны рудные месторождения золота; позднепермский адуйский комплекс имеет редкометалльно-камнесамоцветную специализацию, а с наиболее кислым муззинским комплексом связаны месторождения аметистов.

2. Зона Мурзинского гранитового массива и его ближайшая периферия чрезвычайно богата на полезные ископаемые разнообразных типов. Наибольший интерес с точки зрения особенностей глубинного строения представляют месторождения и проявления рудного золота.

3. Большинство золоторудных объектов локализуется в надинтрузивной зоне гранитового батолита, в восточном экзоконтакте Мурзинского массива — в Сусанско-Асбестовской зоне смятия и расщепления. Здесь широко развиты метасоматические образования, сопровождающие золотое оруденение. Фиксируются ореолы березит-лиственитовых, грейзеновых, аргиллизитовых метасоматитов, зачастую накладывающихся друг на друга и способствующих накоплению и перераспределению золота. Выделяются геофизические аномалии ВП, связанные с сульфидизацией пород, геохимические аномалии Ag, W, Bi. Значительную роль в локализации оруденения играют тектони-

ческие нарушения и узлы пересечений разрывных нарушений (субмеридионального, северо-восточного, субширотного направлений), сопровождающиеся зонами расщепления, катаклаза и милонитизации.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ашихмин, А.Ю. Прогнозно-поисковые работы на золото в центральной части Восточно-Мурзинской рудной зоны в пределах Сусанского рудного узла (Свердловская область) в 2003–2006 гг. / А.Ю. Ашихмин. — Верх. Пышма, ТФГИ по УрФО, 2006.
2. Вотьяков, С.Л. Химическое электронно-зондовое датирование минералов-концентраторов радиоактивных элементов: методические аспекты / С.Л. Вотьяков, В.В. Хиллер, Ю.В. Щапова, А.В. Поротников // Литосфера. — 2010. — № 4. — С. 94–115.
3. Попов, В.С. Возраст и возможные источники гранитов Мурзинско-Адуйского блока, Средний Урал: Rb-Sr и Sm-Nd данные / В.С. Попов, В.И. Богатов, А.Ю. Петрова, Б.В. Беляцкий // Литосфера. — 2003. — № 4. — С. 3–18.
4. Смирнов, В.Н. Результаты K-Ar датирования Адуйского гранитного массива (восточный склон Среднего Урала) / В.Н. Смирнов, К.С. Иванов, А.А. Краснобаев и др. // Литосфера. — 2006. — № 2. — С. 148–156.
5. Ферштатер, Г.Б. Палеозойский интрузивный магматизм Среднего и Южного Урала / Г.Б. Ферштатер. — Екатеринбург: РИО УрО РАН, 2013. — 368 с.
6. Ферштатер, Г.Б. Возраст и история формирования Адуйского гранитного массива / Г.Б. Ферштатер, А. Гердес, В.Н. Смирнов // Ежегодник-2002. Институт геологии и геохимии им. акад. А.Н. Заварицкого: Информационный сборник научных трудов. — Екатеринбург: УрО РАН, 2003. — С. 146–150.

© Коллектив авторов, 2019

Казаков Игорь Иванович // kazakov@ugse.ru
Стороженко Евгений Владимирович // storogenko@ugse.ru
Кривко Татьяна Николаевна // geol3@ugse.ru
Рыльков Сергей Александрович // ural@rosnedra.gov.ru
Прутьян Александр Михайлович // prutyatn@ugse.ru
Ронкин Юрий Лазаревич // ronkin@mail.ru

УДК 553.411 (571.1)

Колпаков В.В.¹, Неволько П.А.^{1,2} (1 — ИГМ СО РАН, 2 — Новосибирский Государственный университет)

ТИПОХИМИЗМ САМОРОДНОГО ЗОЛОТА КИНТЕРЕПСКОГО РОССЫПНОГО ПОЛЯ (ЕГОРЬЕВСКИЙ РУДНО-РОССЫПНОЙ РАЙОН, СЕВЕРО-ЗАПАДНЫЙ САЛАИР)

*В корах выветривания, продуктах их местного перемыывания, аллювиальных россыпях Кинтерепского россыпного поля по пробности и содержанию Hg выделяются 3 основных типа золота: 1 — с пробностью 900–1000‰ и содержанием Hg < 1 масс. %; 2 — 830–930‰ и 1–3 масс. % Hg; 3 — 800–900‰ и < 1 масс. % Hg. Примесь меди встречается только в золоте с пробностью > 900‰ и характерна для частиц Au крупнее 0,25 мм. Медьсодержащее золото чаще встречается в россыпях, чем в корах выветривания. Исходя из химического состава золота Кинтерепского россыпного поля, его коренные источники, скорее всего, относятся к золото (сульфидно)-кварцевому типу. **Ключевые слова:** кора выветривания, россыпь, химический состав золота, морфология выделений золота, элементы-примеси в золоте, золотое оруденение, северо-западный Салаир.*