

НОВЫЕ МИНЕРАЛЫ

Д. чл. Н. С. РУДАШЕВСКИЙ, А. Г. МОЧАЛОВ, Н. В. ТРУБКИН,
Н. И. ШУМСКАЯ, В. И. ШКУРСКИЙ, Т. Л. ЕВСТИГНЕЕВА

ЧЕРЕПАНОВИТ $RhAs$ — НОВЫЙ МИНЕРАЛ¹

В районе развития ультрабазитов офиолитового пояса Корякско-Камчатской складчатой области на Северо-Востоке СССР выявлен новый тип минерализации платиновых металлов (Мочалов, Рудашевский, 1982). Среди платиноидов этой минерализации установлен новый арсенид родия состава, отвечающего формуле $RhAs$. Он является аналогом искусственного соединения $RhAs$, ромбический $a_0=5.70 \pm 0.02 \text{ \AA}$, $b_0=3.59 \pm 0.01 \text{ \AA}$, $c_0=6.00 \pm 0.01 \text{ \AA}$, пространственная группа $R\bar{3}m$. Минерал назван в память об известном минералогe и геологе Владимире Александровиче Черепанове (1927—1983) — черепановит (cherapanovite).

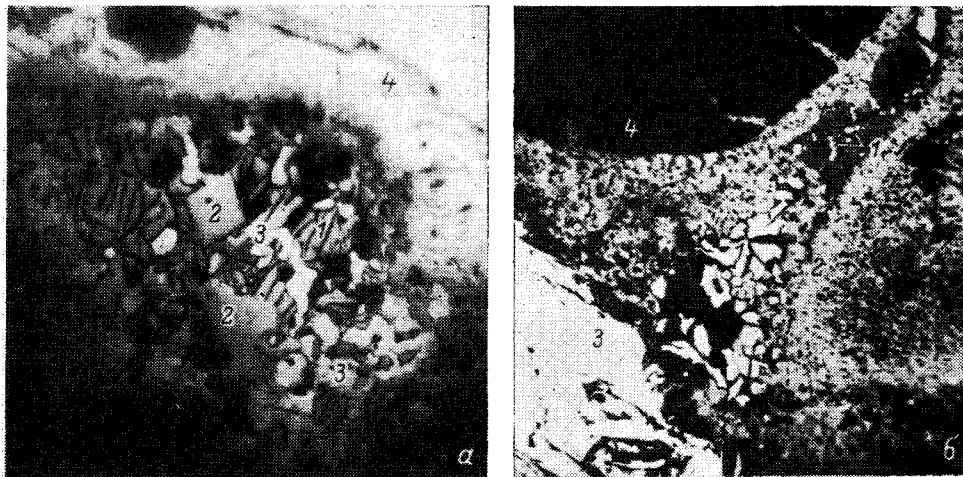


Рис. 1. Взаимоотношения черепановита с сопровождающими его минералами.

a — черепановит (1) и ирарсит (2) в кайме ферроникельплатины по краю зерна-сростка платиноидов; рутениридосмин (3); 4 — мелкозернистый агрегат вторичных твердых растворов Ru, Ir, Os, Pt, Ni и Fe , замещающий (Pt, Ru, Ir, Os) ; увел. 500, протравлено царской водкой. *b* — черепановит (1), включенный в мелкозернистом агрегате купарита (2), локализованном по границам зерен ранних платиноидов (3) — рутениридосмин + (Pt, Ru, Ir, Os) — и включений хромшпинелидов (4); увел. 300.

Условия нахождения минерализации платиновых металлов в четвертичном аллювии в пределах развития ультрабазитов и вмещающих их пород рассмотрены нами ранее (Мочалов, Рудашевский, 1982). Черепановит обнаружен в двух зернах-сростках платиновых минералов (размером 2—3 мм), в которых интенсивно проявлены процессы

¹ Рассмотрено и рекомендовано к опубликованию Комиссией по новым минералам и названиям минералов Всесоюзного минералогического общества 9 апреля 1982 г. Утверждено Комиссией по новым минералам и названиям минералов Международной минералогической ассоциации 28 февраля 1984 г.

разложения и замещения ранних платиноидов — (Pt, Ru, Ir, Os) и рутениридосмина (Os, Ru, Ir).

В одном зерне (обр. 1) реликтовая структура первичного парагенезиса платиноидов сохраняется в виде корродированных сросшихся крупных

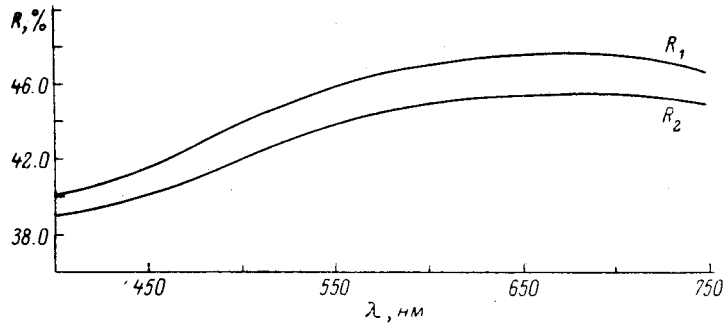


Рис. 2. Кривые дисперсии отражения черепановита.

пластинчатых (толщиной 0.1—0.4 мм) кристаллов рутениридосмина. (Pt, Ru, Ir, Os) присутствует здесь лишь в виде очень мелких (не более 20 мкм) редких угловатых реликтов. Он почти нацело замещен мелкозер-

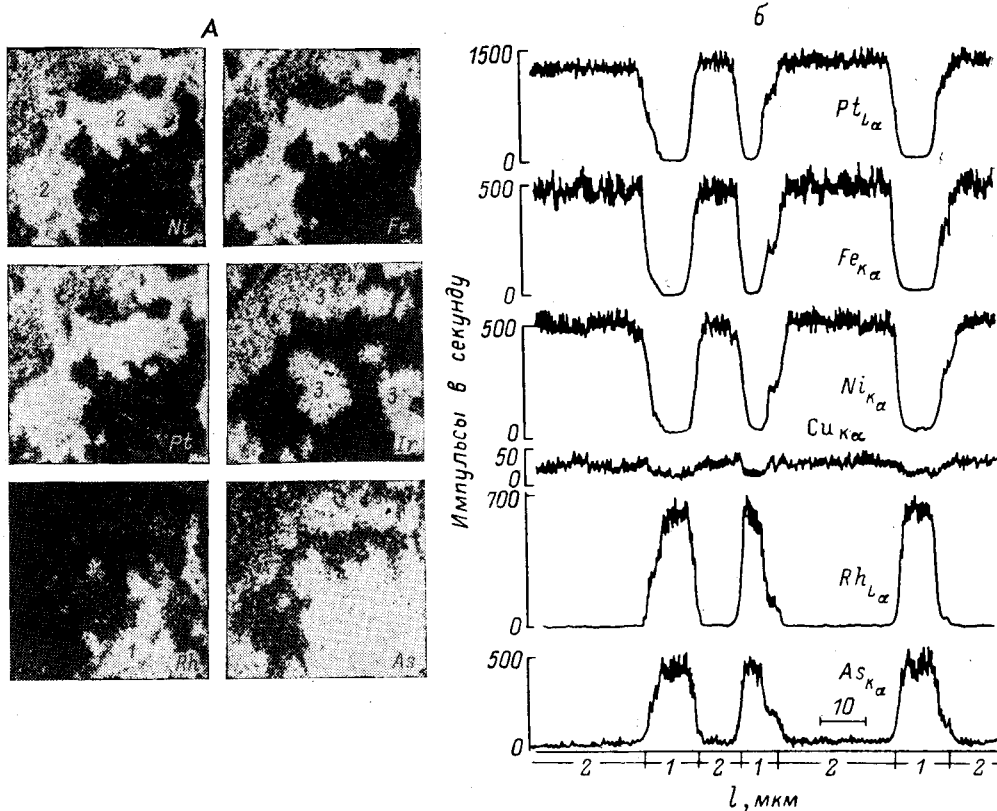


Рис. 3. Результаты качественного микрозондового анализа агрегатов зерен черепановита (1), ферроникельплатины (2) и ирарсита (3).

Картини сканирования по площади 80×80 мкм (а) и концентрационные кривые по профилю (б) в характеристических рентгеновских лучах минералообразующих элементов.

нистым агрегатом вторичных твердых растворов Ru, Ir, Os, Pt, Ni и Fe и зерен ферроникельплатины (Рудащевский и др., 1983). Ферроникельплатина содержит включения кристаллов и агрегатов зерен лаурита, ирарсита, мельчайшие зерна неназванной фазы RhNiAs, а также агрегаты

Таблица 1

Оптическая характеристика черепановита

λ , нм	R_1 , %	R_2 , %	λ , нм	R_1 , %	R_2 , %
420	40.5	39.2	660	47.6	45.3
440	41.0	39.6	680	47.6	45.5
460	41.9	40.3	700	47.6	45.4
480	42.9	41.0	720	47.3	45.2
500	43.8	41.9	740	46.8	45.1
520	44.7	42.7	Координаты цветности по источнику А		
540	45.5	43.6			
560	46.1	44.1	Y	46.2	43.9
580	46.6	44.5	x	0.456	0.457
600	47.1	44.9	y	0.411	0.411
620	47.3	45.1	λd , нм	584	584
640	47.4	45.2	Рс, %	8	8

Примечание. Двухлучевой микроспектрофотометр МФП-1, эталон — кремний, увел. 21.

зерен нового минерала. Черепановит локализован в тонкой прерывистой кайме (0.1—0.2 мм) ферроникельплатины, развитой по краю зерна-сростка минералов платиновых элементов. Ферроникельплатина здесь насыщена включениями ирарсита, лаурита и черепановита. Этот минерал образует агрегаты зерен неправильной формы, нарастающие на кристаллы ирарсита (рис. 1, а). Размер отдельных мономинеральных агрегатов черепановита здесь не превышает 50 мкм.

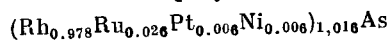
В другом зерне (обр. 2) твердый раствор (Pt, Ru, Ir, Os) по трещинам, ориентированным в трех направлениях под углом 60° друг к другу, интенсивно замещен тонкозернистым агрегатом вторичных твердых растворов

Таблица 2

Химический состав черепановита

Анализ	Rh	Ru	Pt	Ir	Ni	As	Сумма
1	56.1	1.26	0.94	Не обн.	0.17	41.7	100.17
2	55.0	1.26	0.94	» »	0.22	41.4	98.82
3	54.6	1.78	0.42	» »	0.32	41.5	98.62
4	55.2	1.78	0.42	» »	0.28	41.5	99.18
5	55.4	1.78	0.42	» »	0.30	41.3	99.20
6	56.4	1.78	0.42	» »	0.34	40.6	99.96
7	56.2	1.26	0.94	» »	0.24	40.7	99.30
8	55.6	1.26	0.94	» »	0.15	41.1	99.01
9	55.6	1.52	0.68	» »	0.25	41.2	99.25
10	54.8	2.14	0.33	0.17	0.19	42.3	99.93
11	56.6	1.31	0.60	0.11	0.11	42.2	100.82
12	57.0	0.82	0.89	0.13	0.09	42.3	101.23
13	57.3	0.97	0.08	0.15	0.09	43.0	101.59
14	56.4	1.31	0.48	0.14	0.12	42.4	100.85
15	55.9±0.6	1.45±0.3	0.61±0.2	—	0.20±0.06	41.6±0.5	99.76
16	57.9	—	—	—	—	42.1	100.0

Формула



Примечание. Ан. 9 — среднее из ан. 1—8 (различных зерен в обр. 1), ан. 14 — среднее из ан. 10—13 (различных зерен в обр. 2), ан. 15 — среднее ан. 1—8 и 10—13, ан. 16 — теоретический состав RhAs; доверительный интервал среднего арифметического рассчитан для $P = 95\%$. Формула рассчитана для среднего состава нового минерала (ан. 15). Условия анализа: микровозд MS-46 «Каменка», 20 кВ, 20—30 нА, диаметр зона 1—2 мкм, эталоны — чистые металлы Rh, Ru, Pt, Ir, Ni и NiAs (на As); аналитические линии — L_{α} (для Rh, Ru, Ir и Pt) и $K_{\alpha 1}$ (для Ni и As); пересчет относительных интенсивностей на концентрации выполнен на РДР-11 по стандартной программе фирмы «Каменка».

Ru, Ir, Os, Pt, Ni, Fe и куперита (рис. 1, б). Пластинчатые кристаллы рутениридосмина также корродированы этими минералами. Куперит образует, кроме того, мономинеральные скопления, развитые по границам зерен ранних платиноидов, по трещинам в них, а также по границам включений хромшпинелидов в платиноидах. Черепановит присутствует в виде агрегатов зерен в платиноидах. Черепановит присутствует в виде агрега-

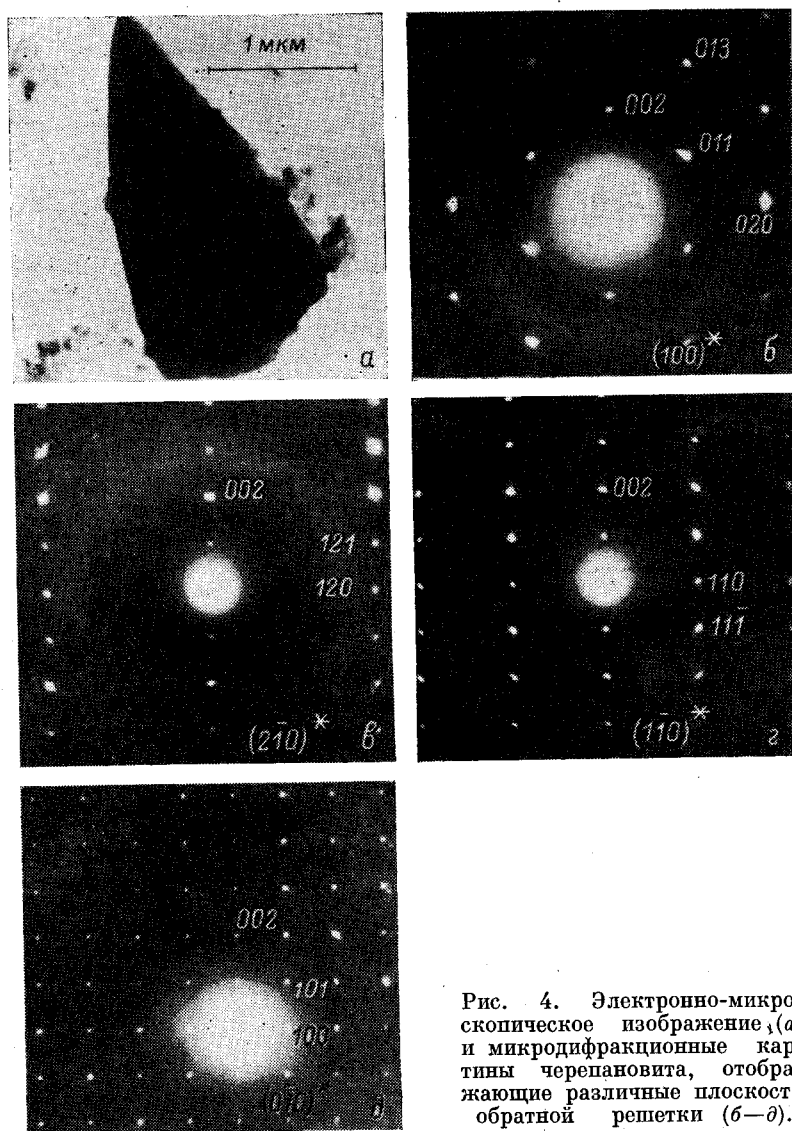


Рис. 4. Электронно-микроскопическое изображение (а) и микродифракционные картины черепановита, отображающие различные плоскости обратной решетки (б-д).

тов зерен неправильной формы размером от первых микрометров до 100 мкм среди скоплений куперита.

Физические свойства. Черепановит в полированных шлифах в отраженном свете резко выделяется среди других минералов парагенезиса наличием грубой отдельности (спайности?) в одном направлении. Размер отдельных зерен не превышает 20 мкм. Хрупок, цвет порошка черный. В отраженном свете имеет явно выраженный оранжевый оттенок. Результаты измерения коэффициентов отражения и рассчитанные параметры цвета (табл. 1, рис. 2) показывают, что новый минерал имеет в белом свете двуотражение ($Y_1 - Y_2 = 2-3\%$ абс.), практически незаметное, плеохроизм отражения отсутствует. Черепановит отчетливо

анизотропен, характерен цветной эффект анизотропии «марказитового» типа: от зеленого до грязно-коричневого цвета. Измерение твердости черепановита затруднено резко проявленной в зернах отдельностью (ПМТ-5, нагрузка 50 г, $n=2$), $H=726-754$ кгс/мм². Минерал обладает значительной анизотропией твердости.

Химический состав различных агрегатов черепановита в пределах обоих образцов довольно однороден (рис. 3, табл. 2). Средний химический состав нового минерала близок к теоретическому для RhAs.

Электронно-микроскопическое изучение нового минерала проведено на просвечивающем электронном микроскопе JEM-100С. Химический состав каждой исследованной частицы контролировался непосредственно в колонне микроскопа с помощью энергодисперсионного рентгеновского спектрометра «Кевех-5100».

На рис. 4, б-г представлены некоторые микроэлектроннограммы, зафиксированные при вращении кристалла (рис. 4, а) вокруг оси \bar{c} , когда частица была ориентирована плоскостью (100) параллельно подложке; при другом расположении частицы удалось выявить также плоскость (010) нового минерала (рис. 4, д) и, таким образом, определить все три параметра его ромбической элементарной ячейки непосредственно из картин дифракции (Å): $a_0=5.67 \pm 0.04$, $b_0=3.58 \pm 0.04$, $c_0=6.02 \pm 0.04$ Å. Как видно при сравнении рис. 4, б и в-д, фиксация на последних отражения 001 происходит из-за вторичной дифракции соответственно рефлексов 120, 110 и 100, а не задается симметрией структуры, т. е. проведенные исследования подтверждают структурную аналогию черепановита и искусственного RhAs.

Рентгенометрическое изучение черепановита проведено методом порошка. Пробы отобраны из мономинеральных агрегатов на пробоотборнике конструкции Л. Н. Вяльсова (ИГЕМ АН СССР). Порошок собирался каплей резинового клея. Все отражения дебаеграммы черепановита индицируются в предположении ромбической сингонии минерала со значениями параметров элементарной ячейки, определенным методом микродифракции (табл. 3). Величины параметров решетки черепановита, уточненные методом наименьших квадратов по дебаеграмме, следующие (Å): $a_0=5.70 \pm 0.02$, $b_0=3.59 \pm 0.01$, $c_0=6.00 \pm 0.01$, $V_0=122.78$ Å³.

Искусственный аналог черепановита — соединение RhAs — имеет структуру типа MnP, пространственная группа $Pnma$, $Z=4$, $a_0=5.65$ Å, $b_0=3.58$ Å, $c_0=6.00$ Å, $V_0=121.36$ Å³ (Савицкий и др., 1975), $\rho_{расч}=9.73$ г/см³.

Если принять $Z=4$, как для искусственного RhAs, для черепановита (для эмпирической формулы среднего состава) $\rho_{рентг}=9.72$ г/см³.

Т а б л и ц а 3

Результаты расчета дебаеграммы черепановита

<i>I</i>	$d_{изм}$	$d_{расч}$	<i>hkl</i>	<i>I</i>	$d_{изм}$	$d_{расч}$	<i>hkl</i>
1	3.10	3.08	011	5	1.909 *		
10	3.01	3.00	002	2	1.813	1.811	301 **
1	2.84	2.85	200	2 ш.	1.771	1.791	212
1 ш.	2.72	2.71	111			1.747	013
1	2.46 *			2 ш.	1.732 *		
1	2.28 *			1 ш.	1.662	1.670	113
1 ш.	2.16	2.14	112	2 ш.	1.501	1.500	004
6 ш.	2.10	2.09	211	2 ш.	1.354	1.355	222
1	2.01	2.00	003				

Примечание. Условия съемки: камера РКД, $D=57.3$ мм, Fe-излучение, резиновый шарик ($d=0.1$ мм). Звездочкой (*) отмечены отражения примеси куперита, двумя (**) — линии, не удовлетворяющая условиям погасания в пространственной группе $Pnma$.

Условия образования. Взаимоотношения с сопровождающими минералами показывают, что черепановит возник в результате разложения твердых растворов платиновых металлов первичной ассоциации под действием флюидов, содержащих S и As.

Цементно-полированный шлиф сростка минералов платиновых элементов, содержащий черепановит, передан в Горный музей Ленинградского горного института.

Литература

- Мочалов А. Г., Рудашевский Н. С. Новый формационный тип минерализации платиновых металлов. — ДАН СССР, 1982, т. 267, № 4, с. 935—939.
Савицкий Е. М., Полякова В. П., Горина Н. Б., Рошан Н. Р. Металловедение платиновых металлов. М.: Металлургия, 1975. 423 с.
Рудашевский Н. С., Мочалов А. Г., Меньшиков Ю. П., Шумская Н. И. Ферроникельплатина Pt_2FeNi — новый минеральный вид. — ЗВМО, 1983, вып. 4, с. 487—494.

Всесоюзный геологический институт (ВСЕГЕИ),
Ленинград,
Северо-восточный комплексный
научно-исследовательский институт (СВКНИИ),
Магадан,
Институт геологии рудных месторождений,
петрографии, минералогии и геохимии (ИГЕМ) АН СССР,
Москва.

УДК 549.08(047)

Д. чл. В. И. КУДРЯШОВА

НОВЫЕ МИНЕРАЛЫ. XXXIX¹

ИНТЕРМЕТАЛЛИЧЕСКИЕ СОЕДИНЕНИЯ

1. Ферроникельплатина (ferronickelplatinum) — Pt_2FeNi . Тетр. с. $a_0=3.874$, $c_0=3.635$ Å. $Z=1$. Зерна (10—20 мкм) изометрич. формы, агрегаты их. Ковкий, хорошо полируется. Цв. серебристо-белый. Бл. метал. Микр. 381—592 (при 50 г). Плот. 15.6 (вычисл.). В отр. св. розовато-кремовый. Анизотропия оч. слабая. R_1 (%) при λ (нм): 56.5 при 420, 56.8 при 460, 57.4 при 480, 58.7 при 520, 59.1 при 546, 59.7 при 580, 60.2 при 600. Хим. (м. з., сред.): Pt 76.7, Fe 10.7, Ni 11.0, Ir 0.47, Cu 0.34; сумма 99.21. Рентгенограмма (интенс. л.) 2.192 (10) (111), 1.935 (5) (020), 1.699 (3) (021), 1.324 (4) (022), 1.157 (3) (013). В аллювиальных отложениях района развития ультрабазитов офиолитового пояса Корякско-Камчатской складчатой обл. (Северо-Восток СССР) в сростках с рутениридосмином, твердым раствором (Pt, Ru, Ir, Os), хромшпинелюидом. Назван по составу. Утв. КНМ ВМО и КНМ ММА.

Рудашевский Н. С., Мочалов А. Г., Меньшиков Ю. П., Шумская Н. И. ЗВМО, 1983, вып. 4, с. 487.

2. Кабриит (cabriite) — Pd_2SnCu . Ромб. с. Pmm . $a_0=b_0=7.88$. $c_0=3.94$ Å. $Z=4$. Зерна (до 0.2 мм). Цв. белый с зеленоватым оттенком. Микр. 258—282 (при 50 г). Плот. 10.7 (вычисл.). В отр. св. ярко-розовый, сильно анизотропный от сероватобурого до золотисто-желтого. Иногда полисинтетически сдвойникован. R_1 и R_2 (%) при от 440 до 720 нм через 40 нм: 42.4 и 43.0, 44.0 и 44.7, 46.8 и 48.4, 50.0 и 51.7, 53.2 и 55.2, 57.2 и 59.4, 62.0 и 64.5, 67.3 и 69.3. Хим. (м. з., 5 ав): Pd 49.5—55.5, Pt 0.0—7.1, Sn 27.5—30.0, Cu 12.7—16.0, Ag 0.0—2.0, Sb 0.0—2.2. Рентгенограмма (интенс. л.): 2.29 (10) (221), 2.17 (9) (230, 301), 1.840 (3 ш.) (330) (112), 1.434 (3 ш.) (151), 1.230 (8) (161, 450, 502, 342, 123), 1.217 (4) (152), 1.182 (3) (223, 261). В массивных медно-никелевых рудах Октябрьского м-ния (Норильск, СССР) с паоловитом, сперрилитом, соболевитом и поляритом. Назван в честь канадского минералога Л. Дж. Кабри (L. J. Cabri). Утв. КНМ ММА.

Evstigneeva T. L., Genkin A. D. Can Min., 1983, v. 21, N 3, p. 481 (англ.).

¹ В данном обзоре рассмотрено 80 новых минералов, сведения о которых опубликованы в основном в 1983 г. Из них 24 минерала открыто в СССР. Из 3 минералов, не проходивших апробацию в КНМ ММА, один (куларит) из нашей страны (КНМ ВМО).