

// Геология и полезные ископаемые Карелии. Вып. 8. Петрозаводск, 2005. С. 50–67.

6. Скотт С. Д. Использование сфалерита и арсенопирита для оценки температур и активности серы в гидротермальных месторождениях // Физико-химические модели петрогенеза и рудообразования. Новосибирск, 1984. С. 41–49.

7. Справочник — определитель рудных минералов в отраженном свете. М., 1988. 504 с.

8. Кулешевич Л. В. Минералогия докембрийского золоторудного месторождения Рыбозеро (Восточная Карелия) // Записки РМО. 2003. № 6. С. 34–44.

9. Кулешевич Л. В., Фурман В. Н., Коротаева Н. Н. Редкая сурьмяная минерализация докембрийского рудопоявления Золотые Пороги в Восточной Карелии // Записки РМО. 1998. № 6. С. 89–98.

10. Шемякина Н. М. Геохимия региональных низкотемпературных метасоматитов восточной части Балтийского щита: Автореф. дис. ... канд. геол.-минер. наук. 1983. 23 с.

11. Cathelineau M., Nieva D. A chlorite solid solution geothermometer: Los Azufres (Mexico) geothermal system // Contrib. to Mineral. and Petrol. 1985. 91. P. 57–76.

12. Кулешевич Л. В., Тытык В. М., Коротаева Н. Н. Минералогия руд и околорудно-измененных пород золото-полиметаллического месторождения Лобаш-1 (Карелия) // Записки РМО. 2004. № 4. С. 39–51.

13. Покалов В. Т., Семенова Н. В. Лобаш — первое крупное молибденовое месторождение докембрийского возраста (Карелия) // Геология рудных месторождений. 1993. № 3. С. 262–270.

14. Иващенко В. И., Лавров О. Б. Магматогенно-рудная (Mo, W, Cu, Au) система ялонварского вулканоплутонического комплекса архея Карелии. Петрозаводск, 1994. 128 с.

15. *Geological development, gold mineralization and exploration methods in the Late Archean Hattu Shist belt, Pimantsi, eastern Finland.* Ed. by Pekka A. Nurmi and

P. Sorjonen-Ward // Geol. Survey of Finland. Sp. paper 17. Espoo, 1993. 386 p.

16. *Eilu P. Fingold — a public database on gold deposits in Finland* // Geol. Survey of Finland. Rep. of Invest. 146. Espoo, 1999. 224 p.

17. Иващенко В. И., Ручьев А. М., Лавров О. Б. и др. Эндогенная золоторудная система Суйтамского плутонического комплекса (Северное Приладожье) // Геология и полезные ископаемые Карелии. Вып. 7. Петрозаводск, 2004. С. 127–146.

18. *Geological setting and characteristics of the tonolite-hosted Paleoproterozoic gold deposit at Osikonmaki, Rantasalmi, southeastern Finland.* Ed. O. Kontoniemi, P. Nurmi // Geol. Survey of Finland. Espoo, 1998. 119 p.

19. Вольфсон А. А., Русинов В. Л., Крылова Т. Л., Чугаев А. В. Метасоматические преобразования докембрийских метабазитов Салла-Куоляярвинского грабена в районе золоторудного поля Майское, Северная Карелия // Петрология. 2005. Т. 13, № 2. С. 179–206.

20. Сафонов Ю. Г., Волков А. В., Вольфсон А. А. и др. Геолого-генетические особенности месторождения золота Майское (Северная Карелия): Отчет по гранту. М., 2001. С. 1–37.

21. Korhonen E. A. Geology and geochemistry of the metakomatiite-hosted Pahtavaara gold deposit in Sodankylä, northern Finland, with emphasis on hydrothermal alteration // Geol. Survey of Finland. Bul. 360. Espoo, 1992. 96 p.

22. Билибина Т. В., Мельников Е. К., Савицкий А. В. О новом типе комплексных руд в южной Карелии // Геология рудных месторождений. 1991. № 6. С. 3–13.

23. Леденева Н. В., Пакульнис Г. В. Минералогия и условия образования уран-ванадиевых месторождений Онежской впадины (Россия) // Геология рудных месторождений. 1997. Т. 39, № 3. С. 258–268.

24. Harkonen I., Keinonen V. Exploration of structurally controlled gold deposits in the central Lapland greenstone belt // Geol. Survey of Finland. Current research 1988. Ed. by S. Autio. Espoo. 1989. Spec. Paper 10. P. 79–82.

## ОРГАНИЗАЦИЯ ХРАНЕНИЯ КОЛЛЕКЦИЙ И ДИАГНОСТИКА МИНЕРАЛОВ В МУЗЕЕ ИНСТИТУТА ГЕОЛОГИИ КАРЕЛЬСКОГО НЦ РАН

Л. В. Кулешевич, И. С. Инина, А. А. Парамонова, В. Г. Пудовкин

Институт геологии Карельского НЦ РАН, Петрозаводск; [kuleshev@krc.karelia.ru](mailto:kuleshev@krc.karelia.ru)

Организация электронной системы учета образцов горных пород, минералов и палеонтологических коллекций была предпринята в Институте геологии Карельского НЦ РАН с момента начала реставрации Музея геологии докембрия (с 2000 г.). В этой работе приняли участие сотрудники музея, а также А. А. Парамонова, И. С. Инина и студенты-геологи ПетрГУ (М. Подкасики, Е. Патрикеева) под руководством Л. В. Кулешевича.

Коллекция музея была разделена на музейную и рабочую для обучения студентов. Музейная минералогическая коллекция включает экспозицию нижнего зала, выставленную для демонстрации, и запасную экспозицию («запасник» верхнего зала). Образцы минералов музейной коллекции по

нижнему залу были внесены в электронный каталог — базу данных каменного материала музея, первоначально разработанную А. Н. Никитиным в программе Foxpro, а затем модифицированную и упрощенную для работы в программе ACSES А. А. Парамоновой. Электронная база данных по учету каменного материала включает следующие систематические группы: 1 — минералы, 2 — палеонтологические образцы, 3 — горные породы и полезные ископаемые. База проста в применении, легко дополняется и расширяется, обладает поисковой системой по номеру, названию, автору и др. (табл. 1). Электронный каталог, организованный в ACSES, доступен для пользователей, внесение дополнительной информации и попол-

нение ее в процессе работы не представляет сложности.

Л. В. Кулешевич и студентами была проведена систематизация минералов в учебной комнате и подготовлены фотографии наиболее типичных изучаемых образцов минералов, которые были помещены на сайт кафедры геофизики ПетрГУ, что

должно облегчить работу по обучению минералогии. В процессе практических и курсовых работ с использованием музейных и учебных коллекций происходит обучение практической визуальной диагностике минералов, расшифровке рентгенограмм, изучение изоморфизма в минералах и расчет их формул.

Таблица 1

Каталог образцов минералов (типовой пример)

№ п.п.	№ обр.	Характеристика образца	Место отбора	Автор	Место хранения	Примечание
1	2761	Барит Ba[SO <sub>4</sub> ], серый до темно-серого, радиально-лучистый, уплощенно-призматический, тяжелый. Блеск стекл. Тв. 4,5	Казахстан	Дербасова А. Л.	Ниж. зал. Минералогия, витрина 2	Рентгеновским методом диагностирован как барит: (JCPDS 24-1035). Основные линии на рентгенограмме: 3,427 – 100; 3.302 – 70; 3,089 – 95; 2,113 – 80; 2,094 – 75

Пополнение коллекции музея осуществляется благодаря поступлению образцов от сотрудников института, подарков геологов других организаций и коллекционеров-любителей либо путем покупки минералов. В связи с этим новые поступления в коллекцию музея не всегда бывают точно определены и названы, это в первую очередь касается палеонтологических и минералогических образцов. При работе с минералогической коллекцией была проведена диагностика ряда минералов (13 образцов, названия которых вызывали сомнения при комплектации коллекции, табл. 2) и разных генетических типов апатитов. Исследования проводились с использованием рентгеновского анализа (выполнены И. С. Ининой). Для некоторых более сложных образцов были выполнены химические анализы (в химлаборатории ИГ).

Рентгенографирование образцов проводилось на автоматическом дифрактометре ДРОН-3.М, CuK<sub>α</sub>-излучение, монохроматор-LIF, 40 kv, 25 ma, с шагом 0,1°, область углов 2θ: 5–75°. Для обработки экспериментальных данных использованы программы начальной обработки данных "Outset" и фазового анализа "Phan", входящие в ППП "X-Rays", разработанный в МИСиС. Рентгенограммы изученных образцов и краткая характеристика их физических свойств даются на рисунке и в табл. 2–3. Межплоскостные расстояния и интенсивности отражения приведены по 5–10 главным линиям рентгенограмм изученных образцов и даны в сравнении с данными американской картотеки JCPDS. Диагностические линии на рентгенограммах и химический состав внесены в электронный каталог соответствующего образца.

Таблица 2

Сравнительная характеристика главных линий рентгенограмм изученных образцов с данными картотеки

№ п.п.	№ образца	d/n	J	d/n	J	Характеристика минерала
		Исследуемый обр.	Картотека JCPDS	Исследуемый обр.	Картотека JCPDS	
1	2	4,418 3,302 2,515 2,067 1,713	16 100 16 12 24	4,434 3,302 2,518 2,066 1,712	45 100 45 20 40	Прозрачные желто-оранжевые обломки кристаллов. Блеск стекл. Тв. 8–9. (В коллекции находился как гранат.) Диагностирован как циркон: Zr[SiO <sub>4</sub> ] (JCPDS 6-266)
2	1	4,7958 4,4615 3,3264 2,4358 2,2325 1,4154	47 48 100 62 48 47			Черный, рыхлый, образует почки, тв. 2–3 (Тихоокеанские железомарганцевые конкреции). Диагностирован как аморфная минеральная смесь, содержит Fe, Mn, P, Si, Al, H <sub>2</sub> O
3	3602	5,471 4,983 4,311 4,058 3,255 3,048 2,959 2,797 1,926	37 21 100 49 76 24 23 39 18	5,440 4,960 4,298 4,053 3,250 3,039 2,950 2,789 1,924	40 20 100 45 55 25 20 35 16	Белый, полупрозрачный минерал, выделяется в столбчатом сростании кристаллов. Блеск стекл. Тв. 2. Покрыт белым порошковым матовым налетом. (Алунит?) Журавлинское месторождение, Пермская обл. Диагностирован как К-квасцы: K Al [SO <sub>4</sub> ] <sub>2</sub> 12H <sub>2</sub> O (JCPDS 7-17)
4	М-3	7,830 4,529 3,934 2,969 2,481 1,593 1,578	11 7 100 33 22 1 47	7,820 4,550 3,965 2,990 2,494 1,588 1,579	13 25 100 65 20 25 9	Светло-розовато-бежевый радиально-лучистый минерал, образующий наросты на кальците. Тв. 3. Казахстан. (Барит?). Диагностирован как гидроксиапофиллит: KCa <sub>4</sub> [Si <sub>4</sub> O <sub>10</sub> ] <sub>2</sub> (OH, F) 8H <sub>2</sub> O (JCPDS 29-994)

Продолжение табл. 2

№ п.п.	№ образца	d/n	J	d/n	J	Характеристика минерала
		Исследуемый обр.		Картотека JCPDS		
5	3159	5,5049 5,0107 3,0998 3,0379 2,7549 2,5081 2,2168 1,9689 1,8413 1,4670	90 3 3 4 100 1 6 1 23 3	5,4433 4,9512 3,0583 2,9998 2,7217 2,4756 2,1846 1,9394 1,7975 1,4461	29,3 91,1 84,0 100 16,7 19,3 28,8 31,5 32,2 17,3	Грязно-желтый, буро-желтый рыхлый минерал. Тв. 3. (Ярозит?). Диагностирован как натроярозит: $\text{NaFe}_3[\text{SO}_4]_2(\text{OH})_6$ (JCPDS)
6	1989	3,678 3,339 2,969 2,867 2,455 2,398 2,186 2,010 1,838 1,774	10 28 100 69 13 9 7 13 13 20	3,667 2,906 2,850 2,395 2,178 2,005 1,834 1,773	29 (Rod) 100 (Carb) 100 (Rod) 15 (Rod) 19 (Rod) 17 (Rod) 7 (Rod) 23 (Rod)	Рыхлая кавернозная минеральная смесь (органогенно-осадочная горная порода) серого цвета с органическими остатками. Никопольское месторождение, Украина. Установлено: смесь Mn (родохрозит) и Ca-Fe-Mg карбонатов, глинистого и кремнистого вещества (JCPDS 44-1472 и 41-586)
7	2761	3,867 3,562 3,427 3,302 3,089 2,823 2,714 2,113 2,094	8 64 100 22 20 8 13 21 18	3,899 3,577 3,445 3,319 3,103 2,836 2,729 2,121 2,106	50 30 100 70 95 50 45 80 75	Серый, до темно-серого, радиально-лучисто-раскristализованный, уплощенно-призматический, тяжелый. Блеск стекл. Тв. 4,5. (Барит?) Диагностирован как барит: $\text{Ba}[\text{SO}_4]$ (JCPDS 24-1035)
8	3604	5,574 4,552 3,934 3,520 2,780 2,488 2,468 2,276 2,259 2,176	100 60 24 39 80 20 39 24 35 47	5,549 4,531 3,929 3,521 2,774 2,494 2,469 2,274 2,256 2,175	100 82 33 30 74 22 20 28 18 27	Белые удлиненные, радиально-лучисто развитые кристаллы в углеродистом сланце. Диагностирован как андалузит: $\text{Al}_2[\text{SiO}_4]\text{O}$ (JCPDS 39-374).
9	9	2,667 2,315 1,637 1,397 1,336 1,158	1 100 31 1 11 6	2,675 2,317 1,638 1,398 1,338 1,159	2 100 44 2 10 3	Темно-вишневые кристаллы, блеск стеклянный, меняет цвет после растирания до бледного фиолетово-розового, растворяется в воде. (Эвколит? Хибинские сиениты.) Диагностирован как вилиомит: $\text{NaF}$ (JCPDS 36-1455)
10	2770	3,427 2,797 2,698 2,243 1,933 1,834	21 81 100 64 24 20	3,442 2,800 2,702 2,250 1,937 1,837	40 100 60 20 25 30	Полосчатый белый, бежевый, натечного облика (фосфорит). Кара-Тай, Казахстан. Диагностирован как апатит: $\text{Ca}_5[\text{PO}_4]_3(\text{F}, \text{Cl}, \text{OH})$ (JCPDS 15-876)
11	11	5,068 3,867 2,763 2,508 2,449 2,344 2,265 2,243 1,752 1,477	76 71 54 59 95 47 39 89 100 38	5,102 3,881 2,765 2,510 2,457 2,346 2,267 2,247 1,748 1,478	22 76 66 83 100 13 57 37 73 33	Желто-зеленый минерал, образующий округлое стяжение в породе, блеск стекл. Тв. 7. (Хризопраз?) Сибирь. Диагностирован как форстерит: $\text{Mg}_2[\text{SiO}_4]$ (JCPDS 34-189)
12	12	4,955 3,770 3,480 3,278 3,038 2,254 1,981 1,965 1,848 1,692	10 18 95 100 21 27 21 54 43 34	4,960 4,380 3,480 3,280 3,030 2,252 1,978 1,967 1,847 1,694	25 25 55 100 65 25 20 14 25 10	Призматические мелкие кристаллы оранжевого цвета, блеск стекл. Тв. 3. (Поступил как неизвестный минерал. Крокоит?). Диагностирован как крокоит: $\text{Pb}[\text{CrO}_4]$ (JCPDS 8-209)

№ п.п.	№ образца	d/n	J	d/n	J	Характеристика минерала
		Исследуемый обр.	Картотека JCPDS			
13	13	3,466	98	3,480	72	Синева-серый, блеск стекл. Высокая тв. – 9, отдельность хорошо выражена, описана как спайность. (Неизвестный минерал?) Диагностирован как корунд: Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (JCPDS 43-1484)
		2,536	93	2,551	98	
		2,374	34	2,380	44	
		2,080	91	2,086	100	
		1,737	60	1,740	48	
		1,598	100	1,602	96	
		1,402	42	1,405	38	
		1,371	73	1,374	57	

Рентгеновские исследования некоторых образцов (№ 2, 2761, 3604, 9, 11, 12, 13) позволили однозначно по межплоскостным расстояниям и интенсивностям отражения от кристаллических плоскостей диагностировать минералы (циркон, барит, андалузит, форстерит, крокоит, корунд), не прибегая к дополнительным исследованиям (рис., табл. 2). Было установлено, что желто-оранжевые прозрачные кристаллы (обр. № 2) являются цирконом. Серые радиально расположенные уплощенно-призматические кристаллы, в сростании образующие достаточно тяжелый агрегат (обр. 2761), являются баритом. Радиально-лучистые серые кристаллы в углеродистом сланце представлены андалузитом (обр. 3604). Темно-вишневые мелкие кристаллы яркого фиолетово-малинового цвета из щелочных парагенезисов Хибин при растирании приобретают фиолетовый цвет на воздухе и затем блекнут, вбирая в себя пары воды из воздуха. Минерал растворим в воде, по основным линиям рентгенограммы относится к виллиомиту. Округлое стяжение желто-зеленого минерала в основных эффузивах было диагностировано как форстерит (обр. № 11), а призматические яркие оранжевые кристаллы – как крокоит (обр. № 12). Голубовато-серый минерал с Урала, имеющий высокую твердость, оказался корундом (обр. № 13).

Некоторые минеральные смеси и кристаллические индивиды, вызвавшие затруднения при диагностике и представлявшие редкость для коллекции музея, были изучены с помощью химического анализа. В итоге были получены следующие результаты (табл. 3). Плотное натечное бежевое сростание фосфорита из Казахстана дало рентгеновские отражения, характерные для апатита. Минерал содержит CaO – 54,60%, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> – до 38,20% (обр. 2770), примеси глинистого вещества и потери при прокаливании – до 5,64%.

Белые полупрозрачные кристаллы с низкой твердостью, равной 2 (обр. 3602), были определены как калиевые квасцы. Для химического состава минерала характерно присутствие Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 10,73%, K<sub>2</sub>O 10,08%, воды, потеря при прокаливании достигает 70,82%. При частичной потере воды на воздухе на квасцах образуется белый

матовый налет обезвоженных кристаллогидратов.

Светло-розовый до бежевого минерал образует радиально-лучистые округлые наросты на кальците (обр. № 3), размер почковидных выделений до 1–1,5 см. Минерал тетрагональный дипирамидальный по своим рентгеновским отражениям диагностирован как гидроксиапофиллит. Кристаллы мелкие призматические, заостренные на вершинах. По данным химанализа в его составе установлено SiO<sub>2</sub> 50,9%, CaO 25,27%, K<sub>2</sub>O 4,80% и потери при прокаливании равны 16,90%.

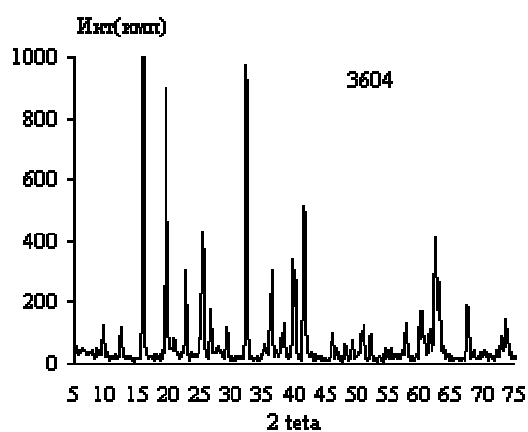
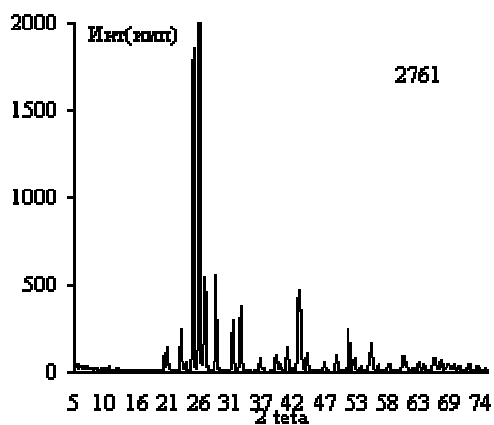
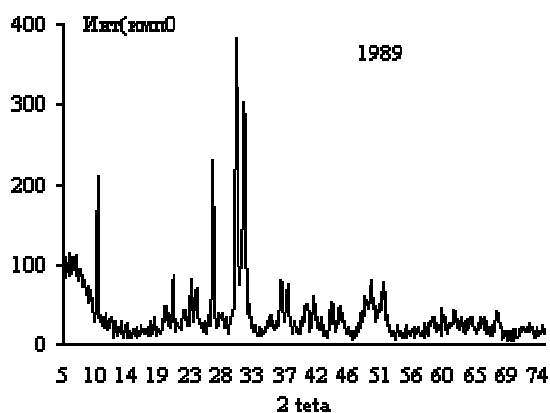
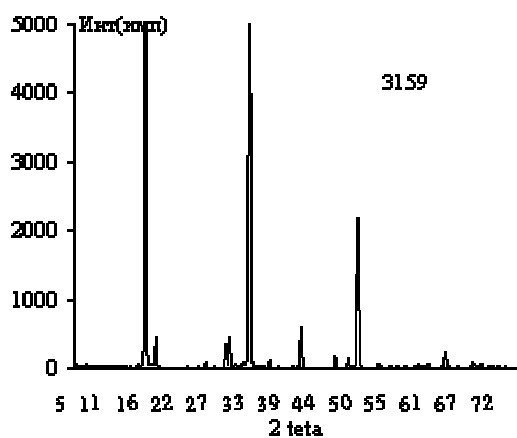
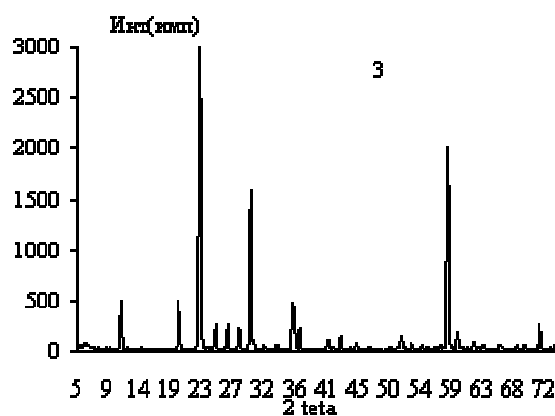
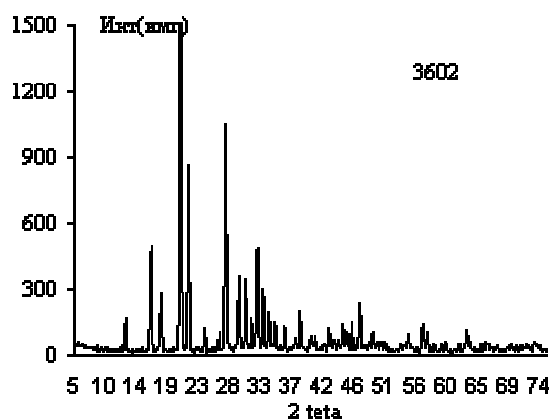
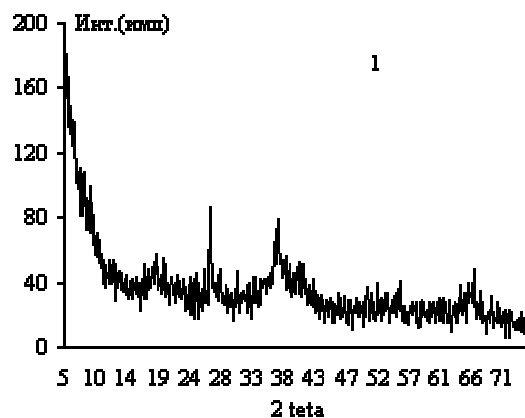
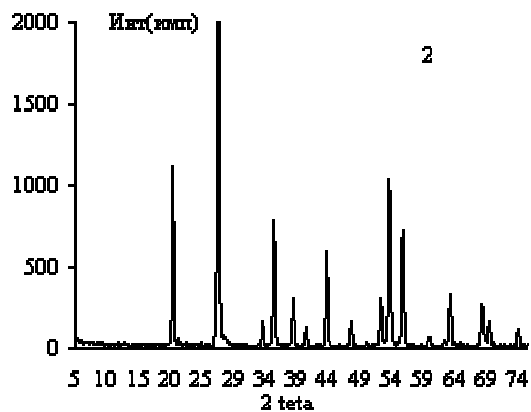
Желтый уплотненный тонкозернистый агрегат (обр. 3159) является ярозитом, содержащим натрий (до 6,03% Na<sub>2</sub>O), Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> – 48,10% и незначительную примесь других элементов.

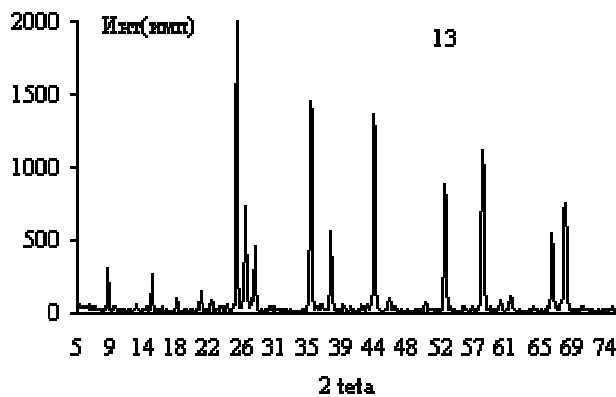
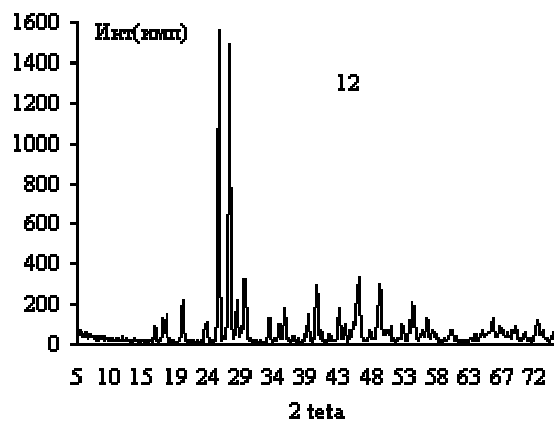
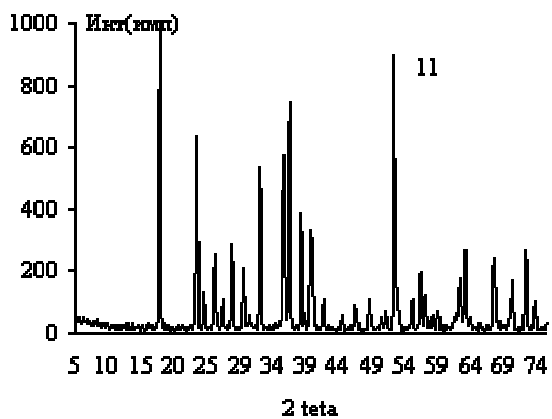
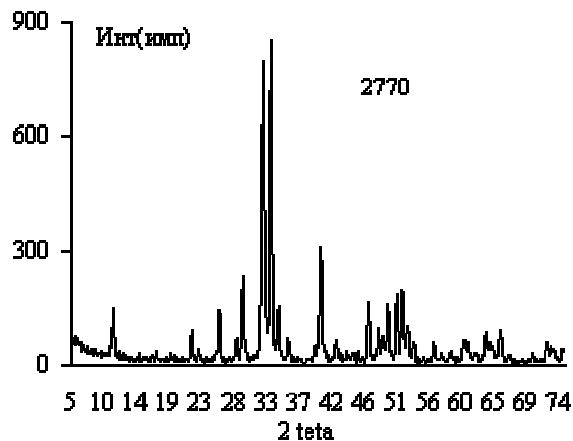
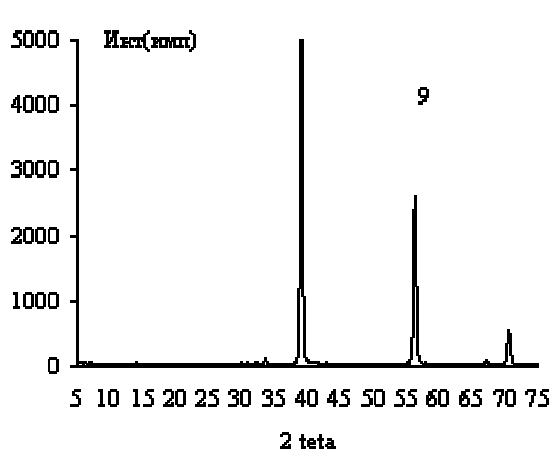
Таблица 3

## Химический состав некоторых минералов и минеральных смесей из музейной коллекции

Компонент	1	2	3	4	5	6
	№ образца					
	1989	2770	3602	3	1	3159
SiO <sub>2</sub>	24,00	0,33	0,33	50,90	14,50	0,68
TiO <sub>2</sub>	0,19	0,04	0,008	0,03	1,24	0,08
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	3,87	0,33	10,73	0,63	6,03	0,22
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	4,27	0,25	0,008	0,34	20,74	48,10
FeO	0			0,14		0,29
MnO	20,12	0,019	0,001	0,034	23,80	0,009
MgO	3,02	0,18	0	0,45	2,10	0,21
CaO	15,30	54,60	0	25,27	2,52	0
Na <sub>2</sub> O	0,33	0,05	0,01	0,06	1,85	6,03
K <sub>2</sub> O	0,91	0,01	10,08	4,80	0,78	0,27
H <sub>2</sub> O	2,12	0,33	31,42	0	11,27	0,19
ппп	24,62	5,64	39,40	16,90	13,70	35,76
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,12	38,20				
CoO					0,214	0,004
NiO	0,020				0,537	
CuO					0,169	0,014
ZnO	0,011	0,013		0,337	0,079	0,011
BaO					0,12	
S				0,26		13
SO <sub>3</sub>	0,42		7,94			7,75
Сумма	99,32	99,98	99,92	99,89	99,64	99,61

Примечание. 1 – смесь родохозита и Ca-Fe-Mg-карбонатов, 2 – апатит (фосфорит), 3 – K-квасцы, 4 – гидроксиапофиллит, 5 – Fe-Mn-конкреция, минеральная смесь, 6 – натроизит. Формулы минералов: 1. Не опр. 2. Ca<sub>5,14</sub>[PO<sub>4</sub>]<sub>2,83</sub>(F, OH). 3. KAl[SO<sub>4</sub>]<sub>2</sub> 12H<sub>2</sub>O. 4–5. Не опр. 6. Na<sub>0,95</sub>K<sub>0,05</sub>Fe<sub>2,94</sub>(Fe, Mg)<sub>0,04</sub>[SO<sub>4</sub>]<sub>2</sub>(OH)<sub>6</sub>.





#### Рентгенограммы изученных минералов:

2 – циркон, 1 – Fe-Mn-конкреция, аморфная смесь, 3602 – К-квасцы, М-3 – гидроксиапофиллит, 3159 – натроярозит, 1989 – смесь родохрита и Са-Fe-Mg-карбонатов, 2761 – барит, 3604 – андалузит, 9 – виллиомит, 2770 – апатит (фосфорит), 11 – форстерит, 12 – крокоит, 13 – корунд

Минеральная кварц-карбонатная смесь (обр. № 1) содержит Mn и Са-Mg карбонаты, что установлено как по химическим, так и по рентгеновским данным. Железомарганцевые конкреции со дна Тихого океана (обр. № 1) дают размытые спектры, характерные для аморфных агрегатов, и

содержат до 20,74% Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, 23,80% MnO, 14,5% SiO<sub>2</sub>, примеси других элементов и большую потерю воды при прокаливании – до 25%.

Полученные результаты были внесены в электронный каталог. Данная работа была выполнена для Музея Института геологии.