АКАДЕМИЯ НАУК СССР

ГЕОЛОГИЯ РУДНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ

ЖУРНАЛ ОСНОВАН В 1959 ГОДУ
ВЫХОДИТ 6 РАЗ В ГОД
ИЗДАЕТСЯ ПРИ УЧАСТИИ МИНИСТЕРСТВА ГЕОЛОГИИ СССР

Том XI

3

Май—Июнь

ИЗДАТЕЛЬСТВО «НАУКА»
МОСКВА 1969

халькопиритовых рудах виоларит сменялся миллеритом и поздним халькопиритом, находящимися в ассоциации с выделениями линнеита и высоцкита; по первичному халькопириту при этом возникали миллерит и пирит. Последующее увеличение концентрации серы приводило к широкому развитию пирита, который только в самом конце процесса замещался халькозином. В преимущественно халькопиритовом оруденении виоларит не наблюдался. По-видимому, парциальное давление серы в этих рудах было настолько высоким, что пентландит замещался поздним халькопиритом и миллеритом с выделениями линнеита и высоцкита.

Таким образом, рассматривая месторождение в целом, можно считать, что экзоконтактовые руды генетически связаны с интрузивом Норильск I. Сульфидный расплав из него проникал во всех направлениях от дна интрузивного массива. Независимо от направления движения расплава состав его всегда менялся от преимущественно пирротинового вблизи интрузива до существенно халькопиритового в удалении от него. Поздние процессы изменяли и усложняли состав руд вплоть до образования новых ассоциаций.

ЛИТЕРАТУРА

Бетехтин А. Г. О влиянии режима серы и кислорода на парагенетические соотношения минералов в рудах. Изв. АН СССР. Сер. геол., № 3, 1949.

Генкин А. Д., Звягинцев О. Е. Высоцкит — новый сульфид палладия и никеля. Зап. Всес. минералог. о-ва, в. 6, 1962.

Годлевский М. Н. К вопросу о генезисе сульфидных медно-никелевых месторождений на Сибирской платформе. Геол. рудн. месторожд., № 2, 1959.

Годлевский М. Н., Шумская Н. И. Халькопирит-миллеритовые руды месторождения Норильск I. Геол. рудн. месторожд., № 6, 1960.

Лихачев А. П. Роль лейкократового габбро в формировании норильских дифференцированных интрузий. Изв. АН СССР. Сер. геол., № 10, 1965.

Центральный научно-исследовательский горно-разведочный институт цветных, редких и благородных металлов
Москва

Поступила 15.IV.1967

УДК 549.322 : 549.1

НОВЫЙ СУЛЬФИД НИКЕЛЯ — ГОДЛЕВСКИТ

Э. А. КУЛАГОВ, Т. Л. ЕВСТИГНЕЕВА, О. Е. ЮШКО-ЗАХАРОВА

Рассмотрено и рекомендовано к опубликованию Комиссией по новым минералам Всесоюзного минералогического общества 12 ноября 1968 г. Одобрено Международной комиссией по новым минералам. Полированные шлифы с годлевскитом хранятся в Минераграфической лаборатории ИГЕМ АН СССР и Минералогическом музее АН СССР.

При детальном изучении борнитового оруденения, нередко сопровождающего халькопиритовые жилы в Норильском и Талнахском месторождениях, в ассоциации с борнитом был обнаружен новый сульфид никеля. Этот минерал назван нами годлевскитом (godlevskite) в честь известного исследователя рудных месторождений М. Н. Годлевского.

Борнитовая минерализация с годлевскитом в Норильском месторождении встречена в зальбандах халькопиритовой залежи в андезито-базальтах рудника Заполярного, а также в краевых частях халькопиритовой жилы рудника № 8, расположенной по границе интрузива

габбро-долеритов и подстилающих его осадочных пород тунгусской серии.

На Талнахском месторождении в руднике Маяк годлевскит был установлен во вкрапленных и прожилково-вкрапленных рудах борнитового и халькопирит-борнитового состава среди измененных габбро-долеритов и песчаников, находящихся вблизи контакта с крупной сульфидной залежью, сложенной преимущественно халькопиритом.

Фиг. 1. Форма выделений годлевскита среди борнита.
Полированный шлиф, увел. 70

Фиг. 2. Внутреннее строение выделений годлевскита.
Полированный шлиф, увел. 90

Годлевскит образует рассеянную вкрапленность и иногда более крупные скопления среди борнита (фиг. 1). Основная масса выделений годлевскита выявляется лишь под микроскопом. Размер их может колебаться от нескольких микрон до 0,5—1 *мм*. Выделения годлевскита представлены аллотриоморфными агрегатами и реже монокристальными зернами, размеры которых не превышают 0,2—0,3 *мм*.

Особенностью выделения описываемого минерала является своеобразное двойникование. Двойники имеют простой, а чаще сложный характер (фиг. 2). Пластинчатые двойники годлевскита неодинаковы по ширине даже в пределах одного зерна и образуют «коленчатые» изгибы. Указанная особенность минерала позволяет отличать его от других сульфидов никеля — хизлевудита и миллерита, так как оптические свойства всех этих минералов в отраженном свете достаточно близки.

Цвет нового минерала под микроскопом светло-желтый; двуотражение слабое, в желтоватых тонах. Анизотропия сильная с цветным эффектом от синеватых до красноватых тонов. Значения отражательной способности (R) годлевскита измерены в ИГЕМ АН СССР Л. Н. Вяльсовым на установке ПИОР [1].

[1] Объектив 3b фирмы Лейтц с эффективной апертурой 0,1 направление колебаний поляризатора перпендикулярно плоскости падения. Эталоны — кремний и пирит. Относительная погрешность измерений ± 1%. Точность измерений ± 3%. Ширина спектрального интервала — $\Delta\lambda$ — составляла 32 Å/*мм*.

габбро-долеритов и подстилающих его осадочных пород тунгусской серии.

На Талнахском месторождении в руднике Маяк годлевскит был установлен во вкрапленных и прожилково-вкрапленных рудах борнитового и халькопирит-борнитового состава среди измененных габбро-долеритов и песчаников, находящихся вблизи контакта с крупной сульфидной залежью, сложенной преимущественно халькопиритом.

Фиг. 1. Форма выделений годлевскита среди борнита.
Полированный шлиф, увел. 70

Фиг 2. Внутреннее строение выделений годлевскита.
Полированный шлиф, увел. 90

Годлевскит образует рассеянную вкрапленность и иногда более крупные скопления среди борнита (фиг. 1). Основная масса выделений годлевскита выявляется лишь под микроскопом. Размер их может колебаться от нескольких микрон до 0,5—1 *мм*. Выделения годлевскита представлены аллотриоморфными агрегатами и реже монокристальными зернами, размеры которых не превышают 0,2—0,3 *мм*.

Особенностью выделения описываемого минерала является своеобразное двойникование. Двойники имеют простой, а чаще сложный характер (фиг. 2). Пластинчатые двойники годлевскита неодинаковы по ширине даже в пределах одного зерна и образуют «коленчатые» изгибы. Указанная особенность минерала позволяет отличать его от других сульфидов никеля — хизлевудита и миллерита, так как оптические свойства всех этих минералов в отраженном свете достаточно близки.

Цвет нового минерала под микроскопом светло-желтый; двуотражение слабое, в желтоватых тонах. Анизотропия сильная с цветным эффектом от синеватых до красноватых тонов. Значения отражательной способности (R) годлевскита измерены в ИГЕМ АН СССР Л. Н. Вяльсовым на установке ПИОР [1].

[1] Объектив 3b фирмы Лейтц с эффективной апертурой 0,1 направление колебаний поляризатора перпендикулярно плоскости падения. Эталоны — кремний и пирит. Относительная погрешность измерений ± 1%. Точность измерений — 1%. Ширина спектрального интервала — $\Delta\lambda$ — составляла 32 Å/*мм*.

Значения R годлевскита, миллерита и хизлевудита для одного из сечений (близкого к главному), приведены в табл. 1. Наиболее характерным для годлевскита является перемена оптического знака. Длина волны, при которой происходит смена знака, для разных сечений меняется от 560 до 620 *нм*.

ТАБЛИЦА 1

λ, *нм*	Годлевскит		Миллерит		Хизлевудит	
	R'_g	R'_p	R'_g	R'_p	R'_g	R'_p
440	32,8	37,7	34,9	37,1	41,2	39,4
480	41,5	44,4	45,0	44,1	50,4	49,5
520	47,4	48,6	51,2	47,4	54,5	53,4
540	48,7	49,5	52,9	48,5	55,7	54,4
580	50,8	50,2	55,8	50,4	57,0	55,8
620	52,4	51,2	57,7	51,9	58,2	56,7
660	54,2	52,4	59,0	53,1	59,4	58,2
700	55,8	53,6	60,1	53,9	60,5	59,6
740	56,4	54,4	61,1	54,0	62,0	60,6

Примечание. Обозначения R'_g и R'_p относятся к длине волны 580 *нм*.

ТАБЛИЦА 2

	Годлевскит	Миллерит	Хизлевудит
H, *кг/мм*^{2}	382—418	153—317	221—274
$H_{ср}$ »	397	—	250
$K_H = \frac{H_{макс}}{H_{мин}}$	1,09	2,07	1,24

Примечание. Микротвердость годлевскита измерена С.И. Лебедевой на приборе ПМТ-3 при нагрузке 40—50 *г*.

ТАБЛИЦА 3

Элемент	Вес. %		
	годлевскит	миллерит	хизлевудит
Ni	61,5±0,5	60,0±0,5	70,0±1,0
S	35,0±0,5	37,5±1,5	30,0±1,0
Fe	3,0±0,1	2,0±0,1	—
Co	0,6±0,05	0,6±0,05	—

От миллерита годлевскит отличается более слабым двуотражением; кроме того, у миллерита смена знака происходит при 450 *нм*. Хизлевудит же имеет более высокую отражательную способность и не меняет знака в диапазоне 440—740 *нм*.

По данным табл. 2, годлевскит отличается от миллерита и хизлевудита также более высокой микротвердостью и низким значением коэффициента анизотропии микротвердости K_H (Лебедева, 1963).

Первоначальное исследование годлевскита с помощью качественного микроспектрального анализа, выполненного в ИГЕМ АН СССР И. В. Муравьевой, установило присутствие только двух элементов — никеля и серы.

Для установления количественных соотношений элементов в исследуемом минерале О. Е. Юшко-Захаровой и Л. А. Черняевым произведен анализ на электронном рентгеновском микроанализаторе JXA-3A в ИОНХ АН СССР методом сравнения интенсивностей характеристиче-

ТАБЛИЦА 4

Синтетический δ—Ni_7S_6 (Kullerud, Yund, 1962)		Годлевскит			Миллерит (Berry, Thompson, 1962)		Хизлевудит (Berry, Thompson, 1962)	
I	d_α (Å)	hkl	I	d_α (Å)	I	d_α (Å)	I	d_α (Å)
15	5,70	111	2	5,75	—	—	—	—
—	—	—	—	—	8	4,81	—	—
5	4,68	002	1	4,70	—	—	—	—
15	4,17	201	2	4,14	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	5	4,08
10	3,93	112	1	3,93	—	—	—	—
5	3,60	022	2	3,62	—	—	—	—
5	3,31	202	—	—	—	—	—	—
50	3,26	131	5	3,28	—	—	—	—
—	—	—	—	—	3	2,95	—	—
100	2,86	222	10	2,85	—	—	9	2,87
25	2,794	132	2	2,80	10	2,78	—	—
20	2,736	023	2	2,75	—	—	—	—
15	2,600	203	1	2,62	—	—	—	—
5	2,525	312	1	2,50	6	2,52	—	—
5	2,392	240	1	2,40	1	2,40	4	2,38
15	2,347	223	1	2,37	—	—	—	—
30	2,330	241	4	2,33	—	—	1	2,35
5	2,236	114	1	2,24	6	2,24	—	—
30	2,183	024	4	2,18	—	—	—	—
5	2,165	313	—	—	—	—	—	—
10	2,131	420, 332	1	2,12	—	—	—	—
20	2,097	204	5	2,10	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	5	2,04
5	1,947	422	2	1,941	—	—	—	—
20	1,905	333	3	1,906	—	—	—	—
—	—	—	—	—	10	1,865	—	—
30	1,835	234	3	1,832	—	—	10	{ 1,832
65	1,806	044	9	1,803	7	1,818		1,818
65	1,793	025	8	1,795	—	—	—	—
—	—	261?	1	1,714	—	—	1	1,680
50	1,655	530	8	1,654	—	—	8	1,663
20	1,630	262	3	1,625	2	1,635	—	—
—	—	154	1	1,608	4	1,603	—	—
—	—	006	1	1,576	—	—	—	—
—	—	—	—	—	3	1,552	—	—
—	—	026	1	1,521	—	—	—	—
5	1,478	335	2	1,478	—	—	—	—
5	1,439	136	2	1,439	—	—	—	—
—	—	550	1	1,426	—	—	—	—
3	1,404	264	1	1,399	0,5	1,409	—	—
—	—	—	—	—	1	1,388	—	—
—	—	552	1	1,363	—	—	1	1,360
—	—	007	1	1,349	0,25	1,352	—	—
—	—	—	—	—	0,5	1,334	—	—
		117	1	1,326	—	—	—	—
		445, 282	1	1,296	2	1,304	2	1,295
		426	1	1,264	3	1,258	—	—
		535?	1	1,247	—	—	—	—
		374?	1	1,226	—	—	2	1,224
		—	—	—	0,5	1,218	—	—
		—	—	—	1	1,202	0,5	1,190
		661	2	1,176	1	1,179	0,5	1,174
		118	2	1,168	—	—	—	—
		407						
		028, 193	2	1,156	1	1,146	—	—
		—	—	—	—	—	1	1,137
		176	1	1,119	4	1,114	1	1,126
		822	1	1,095	1	1,103	2	1,099
		357	2	1,086	1	1,086	3	1,086
		466	1	1,070	—	—	—	—
		0.10.3	2	1,061	—	—	—	—

Синтетический δ—Ni_7S_6 (Kullerud, Yund, 1962)	
I	d_α (Å)

Примечание.
борнитовый прожилок с
раграфии ИГЕМ АН СС

ских рентгеновс
исследуемого ми
ты Ni, Fe, Co и
держания прису
стей в пяти точ
ва, Черняев, 196

Состав годл
определен соста
ний. Формула м
с (Ni, Fe, Co)S.
содержаниях ме

При рентген
ную дебаеграмм
и миллерита. Ср
существование с
(43,0—47,7 ат.%
ность ромбичес
модификаций э
ская характери
1962). Рентгено
сравнения прив
нами дебаегра
δ — Ni_7S_6.

Образцом дл
(d=0,2 *мм*), изг
качания (камер
a=9,18 Å; b=1
была проиндиц
ной группе *Cmn*
Cm2m, *Cmm2* и
до $|\sin^2\theta_{выч}$—si
c=9,457±0,003

Большой инт
ния годлевскита
борнитом и мил
ницы между эт
скита борнитом
секущие прожи

ТАБЛИЦА 4

Хизлевудит (mpson, 1962)	
I	d_α (Å)
—	—
—	—
—	—
—	—
5	4,08
—	—
—	—
—	—
—	—
—	—
9	2,87
—	—
—	—
—	—
—	—
4	2,38
—	—
1	2,35
—	—
—	—
—	—
—	—
—	—
5	2,04
—	—
—	—
—	—
10	1,832 1,818
—	—
1	1,680
8	1,663
—	—
—	—
—	—
—	—
—	—
—	—
—	—
—	—
—	—
—	—
1	1,360
—	—
—	—
—	—
2	1,295
—	—
—	—
2	1,224
—	—
0,5	1,190
0,5	1,174
—	—
—	—
1	1,137
1	1,126
2	1,099
3	1,086
—	—
—	—

ТАБЛИЦА 4 (окончание)

Синтетический δ—Ni_7S_6 (Kullerud, Yund, 1962)		Годлевскит			Миллерит (Berry, Thompson, 1962)		Хизлевудит (Berry, Thompson, 1962)	
I	d_α (Å)	*hkl*	*I*	d_α (Å)	*I*	d_α (Å)	*I*	d_α (Å)
		556	1	1,055	1	1,053	—	—
		537	1	1,046	—	—	—	—
		029, 428	1	1,034	3	1,035	—	—
		—	—	—	2	1,011	1	1,020
		665	1	1,005				
		2.10.4	1	0,991				
		448	1	0,9853				
		557	4	0,9803				
		860	2	0,9795				
		861	2	0,9746				

Примечание. Образец годлевскита — месторождение Норильск, рудник Заполярный, гор. 162, 5, борнитовый прожилок с годлевскитом из андезито-базальта— снимался Г. В. Басовой в лаборатории минераграфии ИГЕМ АН СССР на РКД-57, λFe, при асимметричной закладке пленки.

ских рентгеновских излучений определяемых элементов из эталонов и из исследуемого минерала. Эталонами служили чистые химические элементы Ni, Fe, Co и искусственный галенит (для эталонирования серы). Содержания присутствующих элементов вычислены из расчета интенсивностей в пяти точках с введением необходимых поправок (Юшко-Захарова, Черняев, 1967, 1968).

Состав годлевскита приведен в табл. 3. При тех же условиях был определен состав миллерита и хизлевудита из норильских месторождений. Формула минерала (по средним содержаниям элементов) совпадает с (Ni, Fe, Co)S, а при минимальном содержании серы и максимальных содержаниях металлов близка $(Ni, Fe, Co)_7S_6$.

При рентгенометрическом исследовании годлевскит дает характерную дебаеграмму (табл. 4), отличающуюся от дебаеграммы хизлевудита и миллерита. Среди синтетических соединений в системе Ni—S отмечено существование соединения Ni_7S_6 с очень узким интервалом гомогенности (43,0—47,7 ат.%). Д. Лундквист (Lundqvist, 1947) указывает на сложность ромбической структуры Ni_7S_6. Более подробное описание двух модификаций этой фазы (δ — Ni_7S_6, θ — Ni_7S_6) и их рентгенометрическая характеристика даны Г. Куллерудом и Р. Юндом (Kullerud, Yund, 1962). Рентгенограмма низкотемпературного ромбического Ni_7S_6 для сравнения приведена в табл. 4. Она полностью совпадает с полученной нами дебаеграммой годлевскита, по-видимому, природного аналога δ — Ni_7S_6.

Образцом для монокристальной съемки послужило зерно годлевскита (d=0,2 *мм*), извлеченное из полированного шлифа. По рентгенограммам качания (камера РКОП-4А, λMo) установлены параметры С-ячейки: a=9,18 Å; b=11,29 Å; c=9,47 Å. С их помощью дебаеграмма минерала была проиндицирована, что позволило отнести годлевскит к дифракционной группе *Cmmm*, включающей четыре пространственные группы: *C*222, *Cm*2*m*, *Cmm*2 и *Cmmm*. Окончательные параметры решетки (уточнение до $|\sin^2\theta_{выч}-\sin^2\theta_{изм}|\leqslant 0{,}003$): a=9,180±0,003 Å, b=11,263±0,003 Å, c=9,457±0,003 Å.

Большой интерес представляют ассоциации и особенности образования годлевскита в рудах. Годлевскит находится в тесной ассоциации с борнитом и миллеритом. Форма выделения годлевскита в борните и границы между этими минералами свидетельствуют о разъедании годлевскита борнитом. Борнит образует также мелкие включения и тонкие секущие прожилки в годлевските.

Миллерит также образуется позже годлевскита. Удается проследить все стадии замещения годлевскита миллеритом. Миллерит развивается в виде отдельных прожилков и включений в периферических частях годлевскита и местами содержит лишь отдельные мелкие реликтовые включения этого минерала.

Халькопирит, присутствующий в небольших количествах в борнитовых прожилках, образует отдельные включения в годлевските, а также иногда пересекает более крупные выделения этого минерала в виде тонких прожилков.

Обычно в борнитовых прожилках широко развито замещение пентландита борнитом. В отдельных участках среди реликтовых выделений пентландита наблюдаются включения годлевскита, замещающего пентландит. Этот факт возможно свидетельствует о том, что образование некоторого количества годлевскита шло из раствора при замещении борнитом пентландита. Механизм этого явления может быть аналогичен образованию миллерита согласно М. Н. Годлевскому и Н. И. Шумской (1960).

В Норильском месторождении М. Н. Годлевским (1959), Н. С. Зонтовым (1958) и др. описано оруденение борнитового состава с миллеритом и халькопиритом.

Как показали А. Г. Бетехтин и А. Д. Генкин (1951), при рассмотрении системы Fe—Ni—S и Fe—Ni—S—O наиболее устойчивым минералом в парагенезисе с борнитом является миллерит. А. Г. Бетехтин (1953) также отметил, что не исключена возможность нахождения в природных условиях в ассоциации с борнитом наиболее бедного серой сульфида никеля — хизлевудита. Это положение подтвердилось в последнее время установлением в рудах Талнахского месторождения хизлевудит — борнит-халькозиновой ассоциации минералов (Кулагов и др., 1967).

Таким образом, для борнитового оруденения норильских месторождений можно считать установленным наличие двух минеральных ассоциаций: основной — миллерит-халькопирит-борнитовой и более редкой — хизлевудит-борнит-халькозиновой.

Учитывая значительную распространенность годлевскита в месторождении Норильск, можно выделить новую ассоциацию борнитовых руд годлевскит-борнитового состава. Ее образование, по-видимому, происходило в гидротермальную стадию из остаточных растворов.

Наблюдаемое часто срастание годлевскита с миллеритом указывает, что в остаточных растворах при отложении сульфидов концентрация никеля и серы подвергалась колебаниям, что приводило в одних случаях к образованию годлевскита в ассоциации с борнитом, а в других — с борнитом и миллеритом.

Установленная ассоциация, судя по возрастным соотношениям минералов, является несколько более ранней по сравнению с миллерит-халькопирит-борнитовой.

Авторы выражают глубокую признательность А. Д. Генкину за помощь в работе.

ЛИТЕРАТУРА

Бетехтин А. Г., Генкин А. Д. Парагенетические ассоциации минералов в системах Fe—Ni—S и Fe—Ni—S—O. Изв. АН СССР. Сер. геол., № 2, 1951.

Бетехтин А. Г. О генетической связи гидротермальных образований с интрузивами. В сб. Основные проблемы в учении о магматических рудных месторождениях. Изд-во АН СССР, 1953.

Годлевский М. Н. Траппы и рудоносные интрузии Норильского района. Госгеолтехиздат, 1959.

Годлевский М. Н., Шумская Н. И. Халькопирит-миллеритовые руды месторождения Норильск — I. Геол. рудн. месторожд., № 6, 1960.

Зонтов Н. С. Закс
вов. Сов. геологи
Кулагов Э. А., И
медно-никелевых
1967.
Лебедева С. И.
1963.
Юшко-Захаров
медно-никелевых
рая серия, ч. 96,
Черняев Л. А., К
лов платиновой
JXA-3A. В сб. Ф
следования. «Нау
Berry L. D., Tho
atlas. N. Y., 1962.
Kullerud G., Yun
№ 1, 1962.
Lundkvist D. X-R
nary system Fe—
1947.

Норильский горн
Институт геолс
петрог
и геох
Институт ме
и кристалло

Зонтов Н. С. Закономерности дифференциации медно-никелевых сульфидных расплавов. Сов. геология, № 6, 1958.

Кулагов Э. А., Изоитко В. М., Митенков Г. А. Хизлевудит в сульфидных медно-никелевых рудах Талнахского месторождения. Докл. АН СССР, т. 176, № 4, 1967.

Лебедева С. И. Определение микротвердости минералов. Изд-во АН СССР, М., 1963.

Юшко-Захарова О. Е., Черняев Л. А. О форме вхождения палладия в состав медно-никелевых руд Талнахского месторождения. Зап. Всес. минерал. о-ва, вторая серия, ч. 96, в. 4, 1967.

Черняев Л. А., Юшко-Захарова О. Е. Диагностика микровключений минералов платиновой группы с помощью рентгеноспектрального микроанализатора JXA-3A. В сб. Физические свойства редкометальных минералов и методы их исследования. «Наука», 1968.

Berry L. D., Thompson R. M. X-Ray powder date for ore minerals: the Peacock atlas. N. Y., 1962.

Kullerud G., Yund R. A. The Ni—S system and related minerals. J. petrology, v. 3, № 1, 1962.

Lundkvist D. X-Ray studies on the binary system Ni—S; X-Ray studies on the ternary system Fe—Ni—S, arkiv för kemi, mineralogi och geologi, B. 24A, H. 4, 21, 22, 1947.

Норильский горно-металлургический комбинат
Институт геологии рудных месторождений,
петрографии, минералогии
и геохимии АН СССР
Институт минералогии, геохимии
и кристаллохимии редких элементов
Москва

Поступила
30.XII.1968