

*цитировать  
А.З. Бельков  
автора  
847-567. Е.К. Фролова*

Е. К. ФРОЛОВА

**МАГНЕЗИТ В НИЖНЕПЕРМСКИХ ОТЛОЖЕНИЯХ  
КУЙБЫШЕВСКОГО И САРАТОВСКОГО ЗАВОЛЖЬЯ**

На материале личных минералого-петрографических исследований и данных геохимических анализов автор описывает распространение магнетита в осадочных породах, в частности несквегонита и гидромагнетита.

Нахождение магнетита в нижнепермских отложениях Западного Приуралья впервые было обнаружено Г. И. Бельковым в 1940 г. химическими и термодимическими исследованиями кунгурских галогенных отложений Башкирского Приуралья.

Впоследствии большая работа в этом направлении была проделана Н. М. Страховым и А. И. Цветковым (3), которые, на основании термодимических, химических и оптических исследований, дали полную картину локализации магнетита в кунгурских отложениях Башкирии.

При литолого-петрографической обработке большого числа образцов кернового материала из нижнепермских отложений Куйбышевского Заволжья и смежных с ним районов Чкаловской и Саратовской областей оптическими и химическими анализами было обнаружено содержание свободного магнетита. Наиболее интересными в этом отношении являются материалы, полученные в юго-западной части Куйбышевской области с Краснополянской и Дергуновской площадей, а также материалы Рахмановской площади северо-восточной части Саратовской области.

Магнетит, по исследованным нами образцам, констатируется в сульфатно-карбонатном комплексе кунгурских и реже артинских и сакмарских отложений и находится в них в ассоциации с ангидритами и доломитами. Химические анализы показали содержание свободного карбоната магния в количествах 0,2—75,0%.

Карбонат магния обычно представлен пелитоморфной разностью магнетита и значительно реже хорошо обособленными призматическими кристаллами несквегонита ( $MgCO_3 \cdot 3H_2O$ ) и гидромагнетита ( $3MgCO_3 \cdot Mg(OH)_2 \cdot 3H_2O$ ). Последние два минерала не отмечались ранее в осадочных породах (1).

**Методика работы**

При обработке имевшегося в нашем распоряжении материала применены были оптические исследования, химические анализы и проверочные хроматические реакции с дифенилкарбазидом.

Оптические исследования проводились как в шлифах, так и иммерсионным путем.

При химических анализах определялся нерастворимый остаток,  $CaO$ ,  $MgO$ ,  $SO_3$  и  $Cl$ . В образцах, где были обнаружены хлор, спектральными анализами было установлено содержание калия и натрия. В этих образ-

цах определялось количественное содержание калия. Содержание натрия определялось из расчета по хлору. Содержание углекислоты не определялось, и при расчетах CaO и MgO соединялись с потребным количеством CO<sub>2</sub>. Полученные MgCO<sub>3</sub> и CaCO<sub>3</sub> пересчитывались на доломит. Довольно часто при таком пересчете в избытке оставался карбонат магния.

Образцы, содержащие свободный карбонат магния, подвергались проверочной реакции на магнезит с дифенилкарбазидом (реакция Файгля), и во всех случаях были получены положительные результаты на магнезит, даже при незначительном его содержании (меньше 1%) порода окрашивалась в красный цвет с фиолетовым оттенком.

### Формы выделения карбоната магния и его минералогический состав

Формы нахождения магнезита в нижнепермских отложениях исследуемой территории разнообразны, в основном структурно представлены пелитоморфной модификацией и реже в хорошо выраженных призматических кристаллах.

При больших количественных содержаниях (25—75%) карбонат магния представлен магнезитом и имеет следующие формы выделения.

1. Магнезит составляет основную часть породы пелитоморфного строения с размером частиц меньше 0,005 мм. В массу магнезита погружены хорошо образованные кристаллы ангидрита (фиг. 1) призматического габитуса. В центральной части ангидритовых кристаллов параллельно удлиненной оси содержатся пойкилитовые включения пелитоморфного магнезита, аналогичного по структуре магнезиту основной массы. Порода имеет следующий химический состав в %:

Неопределенный остаток	П. п. п.	R <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	MgO	SO <sub>2</sub>	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O	Cl
1,74	24,52	2,52	17,28	24,00	25,21	0,43	2,32	0,39

Содержание магнезита на породу равно 48,52, на карбонатную часть — 93,1%.

2. В другом случае, отмеченном на Рахмановской и Дергуновской площадях, магнезит образует изолированные округлые и неправильно округленные образования с довольно резкими контурами. Образования эти погружены в сплошную кристаллическую массу ангидрита. Магнезит здесь также представлен пелитоморфной разновидью с размером частиц меньше 0,005 мм (фиг. 2). Химический состав породы таков (в %).

	Образец	Неопределенный остаток	П. п. п.	R <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	MgO	SO <sub>2</sub>	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O	Cl
Дергуновка	133	4,12	22,53	3,42	17,54	21,20	25,74	0,54	1,07	0,72
	134	6,17	35,22	4,38	4,62	35,40	7,32	0,63	1,36	0,65
Рахмановка	137	7,74	31,85	4,76	7,81	31,77	10,89	0,54	1,90	0,77
	42а	0,28	17,45	0,28	28,92	14,53	38,15	—	—	—

Содержание магнезита колеблется от 25,0 до 75,5% ко всей массе породы или 77,0—100% на карбонатную часть породы.

3. Наконец, в керне Рахмановской площади магнезит наблюдается отдельными округло-угловатыми сгустками, напоминающими по форме очертания ромбоэдров. Размеры сгустков 0,015—0,03 мм, построены они из тонких, меньше 0,005 мм, частиц магнезита.



Фиг. 1. Пелитоморфный магнезит с кристаллами ангидрита, содержащими пойкилитовыми включениями пелитоморфного магнезита.  
Увеличение 15, нижняя новка, скв. 1, глубина 1 м.



Фиг. 3. Дендритический гидромгнезит в кристаллах ангидрита.  
Увеличение 40, нижняя новка, скв. 5, глубина 1 м.



Фиг. 5. Ангидрит с призматическими кристаллами.  
Увеличение 40, нижняя новка, скв. 1, глубина 1 м.

содержание натрия  
слоты не опреде-  
рбным количе-  
сь на доломит.  
авался карбонат

одвергались про-  
акция Файгля),  
аты на магнезит,  
орода окраши-

ческий состав

ождениях иссле-  
о представлены  
ных призматиче-

карбонат маг-  
деления.

пелитоморфного  
магнезита погру-  
1) призматиче-  
сталлов парал-  
очения пелито-  
езиту основной

0	с1
32	0,39

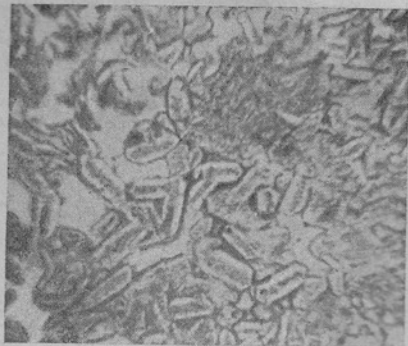
карбонатную

Дергуновской  
и неправильно  
Образования  
рита. Магнезит  
змером частиц  
таков (в %).

SiO <sub>2</sub>	K <sub>2</sub> O	Cl
54	1,07	0,72
63	1,36	0,65
54	1,90	0,77
—	—	—

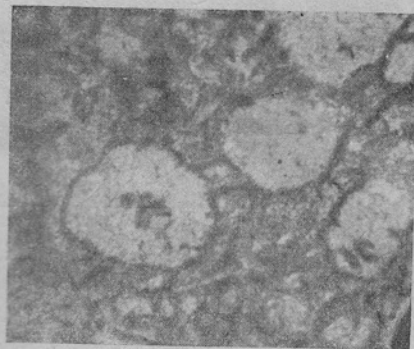
ко всей массе

наблюдается  
ми по форме  
построены они



Фиг. 1. Пелитоморфный магнезит с кристаллами ангидрита, содержащими пойкилитовые включения магнезита.

Увеличение 15, николи параллельны. Дергуновка, скв. 1, глубина 647,0—652,0 м, обр. 131.



Фиг. 2. Округлые образования магнезита на фоне пелитоморфной ангидритово-магнезитовой массы.

Увеличение 15, николи параллельны. Дергуновка, скв. 1, глубина 652,0—654,0 м, обр. 134.



Фиг. 3. Дендритообразные выделения гидромагнезита.

Увеличение 40, николи параллельны. Рахмановка, скв. 5, глубина 364,0—367,0 м, обр. 70.



Фиг. 4. Моноклинические кристаллы гидромагнезита в тонкокристаллическом ангидрите.

Увеличение 40, николи параллельны. Пролетарка, скв. 4, глубина 776,0—788,0 м.



Фиг. 5. Ангидрит тонкокристаллический, с призматическими кристаллами несквегонита.

Увеличение 40, николи скрещены. Красная Поляна, скв. 1, глубина 164,0—166,0 м, обр. 543.



Фиг. 6. То же в проходящем свете.

Сгустковые образования в свою очередь собраны в линзовидные прожилки, расположенные параллельно тонкой слоистости породы в чередовании с линзовидными образованиями тонкокристаллического ангидрита. Химическим анализом установлен следующий состав породы (в %):

Неопределенный остаток	П. п. п.	R <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	MgO	SO <sub>3</sub>	Cl
1,64	31,16	0,41	20,35	24,41	21,85	—

Содержание магнезита в породе равно 43,4% или 74,5% на карбонатную часть.

При малых количественных содержаниях (0,5—10%) свободный карбонат магния находится также в ассоциации с доломитом или с ангидритом, при этом отмечаются следующие его формы:

1. Мелкие хлопьевидные пелитоморфные выделения, располагающиеся неправильными сгустками в ангидритовой массе, или тонкие микропрослои, линзовидно выклинивающиеся и ориентированные параллельно сланцеватости породы; минералогически карбонат магния представлен пелитоморфной разновидностью магнезита.

2. Хорошо выраженные призматические кристаллики с низкими показателями преломления на фоне ангидритовой тонкокристаллической массы. Длина отдельных призмочек достигает 0,35 мм (фиг. 4—6). Обычно эти призмочки одиночно рассеяны в основной ангидритовой массе и беспорядочно в ней ориентированы или же собраны в сгустковидные скопления.

Определение показателей преломления этих призмочек оказалось весьма трудным, так как они содержатся в очень тесном срастании с плотной ангидритовой массой. Поэтому в большинстве случаев был определен средний показатель преломления, равный 1,527.

В одном образце (Красная Поляна, обр. 543) удалось установить, что минерал является двусным, оптически отрицательным, с показателями преломления по Ng = 1,525—1,528; по Nm = 1,501; по Np = 1,412—1,414. Данные оптические константы совместно с результатами химических анализов и хроматической реакцией с дифенилкарбазидом позволили нам определить этот минерал как несквегонит (тригидрат MgCO<sub>3</sub>).

3. Довольно часто призматические, очень тонкие кристаллики карбоната собраны в радиально лучистые пучки и дендритообразные формы. По оптическим данным минерал был определен как двусный, положительный, со средним показателем преломления 1,527. Указанные константы позволяют нам отнести этот минерал к гидромагнезиту. Выделения призматических кристалликов несквегонита встречены нами в ангидритовой толще кунгурских отложений на всех трех перечисленных площадях.

4. Наконец, карбонат магния, содержащийся в незначительных количествах в слабо сульфатизированных доломитах, обычно микроскопически не прослеживается, но хорошо фиксируется реакцией с дифенилкарбазидом. Повидимому, магнезит находится здесь или в очень тонко распыленном виде, недоступном для наблюдения, или как изоморфная примесь в доломите.

Анализируя данные химических анализов и петрографических исследований, мы отмечаем, что наибольшая встречаемость карбоната магния связана с ангидритами, в которых он содержится в ассоциации с доломитом. При этом количество его на карбонатную часть колеблется от 0,6 до 100%.

Наибольшее количественное содержание магнезита приурочено к ангидритовым породам, сопровождаемым хлоридной седиментацией. В не-

которых образцах установлены (взято из анализа остаточным 75% на кунгурские минеральные туга «Гипр

Распрос

Магнезит мерно. В стратиграфически наглядно в юго-восточной части

Из перечисленных наиболее полно в нижней части полянского только кунгурские увеличиваются в

В нижней части выделяются Сакмарские стерлитамакские и верхняя а

В стерлитамакской дрывоводной с парашаф

Химическими отложениями В Краснополе магнезита. П

и количества Приводим обр. 1186)

В пересчете

Эта часть, по-видимому, и проследил представило

которых образцах кунгурских отложений Дергуновской площади анализами установлено содержание хлора 0,14—2,87%;  $K_2O$  1,36—6,90%;  $Na_2O$  (взято из расчета по хлору) 0,12—1,91%. Магнезит в этих породах является основным породообразующим минералом, количественно достигая 75% на всю массу породы и почти во всех случаях составляет 100% на карбонатную часть. Химические анализы пород и пересчет на минеральный состав производились в геохимической лаборатории института «Гипростокнефть».

#### Распространение магнезита в разрезах нижнепермских отложений

Магнезит в разрезе нижнепермских отложений распределен неравномерно. В содержании магнезита по разрезу намечается определенная периодическая закономерность. Эта закономерность заключается в приуроченности максимальных содержаний магнезита к определенным границам стратиграфических подразделений нижнепермских отложений. Особенно наглядно это прослеживается на Дергуновской и Краснополянской площадях юго-западной части Куйбышевской области и на Рахмановской площади северо-восточной части Саратовской области.

Из перечисленных трех площадей разрез нижнепермских отложений наиболее полно представлен керном на Краснополянской площади. Разрез нижней перми Рахмановской площади литологически аналогичен Краснополянскому, а в разрезе Дергуновской площади керном охарактеризованы только кунгурские отложения, которые отличаются здесь значительным увеличением мощности. Сульфатно-карбонатный комплекс пород сопровождается хлоридной седиментацией.

В нижнепермских отложениях исследованных площадей снизу вверх выделяются сакмарский, артинский и кунгурский ярусы.

Сакмарский ярус подразделяется на нижний тастубский и верхний стерлитамакский горизонты. В тастубском горизонте в свою очередь выделяются две толщи: нижняя ангидритово-доломитовая с толипамиминами и верхняя ангидритово-доломитовая с гломоспирами.

В стерлитамакском горизонте выделяются две толщи: нижняя ангидритово-доломитовая с гломоспирами и верхняя гипсово-доломитовая с параштаффеллами.

Химическими анализами и оптическими исследованиями в сакмарских отложениях установлено содержание свободного магнезита 0,30—11,81%. В Краснополянском разрезе выделяются два максимума в содержании магнезита. Первый максимум приурочен к подошве тастубского горизонта и количественно достигает 8,94%.

Приводим данные химического анализа породы (Красная Поляна, обр. 1186) (в %).

П. п. п.	Неопределенный остаток	$R_2O_3$	CaO	MgO	$SO_3$
31,80	7,70	2,01	28,25	19,12	10,81

В пересчете на минеральный состав:

$CaSO_4$	$CaMg(CO_3)_2$	$CaCO_3$	$MgCO_3$
18,38	67,83	—	8,94

Эта часть разреза на Рахмановской площади слабо представлена керном, и проследить в ней первый максимум содержания магнезита нам не представилось возможным.

Второй максимум приурочен к средней части стерлитамакского горизонта к подошве ангидритово-доломитовой толщи с параштаффеллами. Содержание магнезита здесь достигает 10,65%. Этот максимум прослеживается и на Рахмановской площади при содержании магнезита, равном 11,8%.

Результаты химических анализов пород (в %):

Площадь	Образец	П. п. п.	Неопределенный остаток	R <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	MgO	SO <sub>3</sub>
Красная Поляна	1	—	2,08	0,84	29,29	21,32	9,55
Рахмановка	93	40,68	0,60	0,60	10,16	36,25	11,58

В пересчете на минеральный состав:

Площадь	Образец	CaSO <sub>4</sub>	CaCO <sub>3</sub>	CaMg(CO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	MgCO <sub>3</sub>
Красная Поляна	1	16,23	—	74,16	10,65
Рахмановка	93	19,68	—	67,82	11,81

В артинском ярусе по литологическим признакам выделяются две толщи: нижняя — микрозернистых доломитов и верхняя — оолитовых доломитов.

Содержание магнезита в артинских отложениях колеблется от 0,21 до 9,85%.

Максимальное содержание магнезита приурочено к подошве артинских отложений в основании толщи микрозернистых доломитов. Этот максимум прослеживается как на Краснополянской (1,15%), так и на Рахмановской (9,85%) площадях.

Данные химических анализов пород следующие (в %):

Площадь	Образец	П. п. п.	Неопределенный остаток	R <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	MgO	SO <sub>3</sub>
Красная Поляна	595	2,79	0,17	0,04	40,14	1,57	55,21
Рахмановка	79	6,61	0,12	0,04	35,51	4,85	50,43

В пересчете на минеральный состав:

Площадь	Образец	CaSO <sub>4</sub>	CaCO <sub>3</sub>	CaMg(CO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	MgCO <sub>3</sub>
Красная Поляна	595	93,86	—	4,88	1,15
Рахмановка	79	85,73	—	0,63	9,85

Кунгурский ярус по литологическому составу делится на две толщи: нижнюю — тонкослоистых глинистых доломитов и верхнюю — тонко-

слоистых и м.  
распространен  
всем разрезе  
максимальное  
слоистых гли  
пространение  
сленных здесь  
дей, максима  
в 1947 г. на П

Площадь

Красная Поляна  
Рахмановка  
Дергуновка

В пересчете

Площадь

Красная П  
Рахманов  
Дергунов

Из приведе  
Рахмановской  
слоистых гли  
образующем  
новской площ  
тируем, что  
толща тонко  
ских отложен  
зита и на Д  
щается толщ  
зитов.

На основа  
незита в раз  
шевского За  
мечается отч  
ствуют макс  
и ангидритом  
сокращается  
чество карбо  
кальция к ко  
в разрезе ни  
приурочено к

терлитамакского гори-  
с параштаффеллами.  
тот максимум просле-  
тани магнетита, рав-

CaO	MgO	SO <sub>3</sub>
29,29	21,32	9,55
10,16	36,25	11,58

MgCO <sub>3</sub>
10,65
11,81

ВЫДЕЛЯЮТСЯ ДВЕ  
— ООЛИТОВЫХ ДО-

колеблется от 0,21

подошве артинских  
митов. Этот макси-  
) , так и на Рахма-

в %):

MgO	SO <sub>3</sub>
1,57	55,21
4,85	50,43

MgCO<sub>3</sub>

1,15  
9,85

на две толщи:  
верхнюю — тонко-

слоистых и массивных ангидритов. Ярус характеризуется наибольшим распространением свободного карбоната магния. Магнетит содержится во всем разрезе кунгурских отложений в количествах от 0,3 до 75,5%, но максимальное его содержание приурочено к подошве толщи тонко-слоистых глинистых доломитов. Этот максимум имеет региональное распространение на территории Куйбышевского Заволжья. Кроме перечисленных здесь Краснополянской, Дергуновской и Рахмановской площадей, максимальные содержания магнетита были отмечены мной еще в 1947 г. на Новоключевской и Кожемякской площадях.

Площадь	Образец	Неопределенный остаток	П. п. п.	R <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	MgO	SO <sub>3</sub>	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O	Cl
Красная Поляна	543	0,60	—	Следы	30,59	7,30	36,42	—	—	—
	547	5,30	36,26	3,09	27,26	18,23	9,51	—	—	—
Рахмановка	42а	0,28	17,45	0,42	28,92	14,53	38,15	—	—	—
	42	1,64	31,16	0,41	20,35	24,41	21,85	—	—	—
Дергуновка	131	1,74	24,52	2,52	17,28	24,00	25,21	0,43	2,32	0,39
	134	7,74	31,85	4,76	7,81	31,77	10,89	0,54	1,90	0,77
	137	6,16	35,22	4,38	4,62	35,40	7,32	0,63	1,36	0,65

В пересчете на минеральный состав:

Площадь	Образец	CaSO <sub>4</sub>	CaCO <sub>3</sub>	CaMg(CO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	MgCO <sub>3</sub>
Красная Поляна	543	61,91	—	16,73	7,60
	547	16,17	—	67,57	7,20
Рахмановка	42а	64,85	—	7,27	25,00
	42	37,15	—	16,56	43,45
Дергуновка	131	39,30	—	3,59	48,52
	134	16,06	—	3,94	64,60
	137	10,37	—	1,18	75,54

Из приведенных результатов химических анализов мы видим, что на Рахмановской и Дергуновской площадях в кунгурской толще тонко-слоистых глинистых доломитов магнетит становится основным породо-образующим минералом, достигающим количественно 43,5% на Рахмановской площади и 75,5% на Дергуновской. Таким образом, мы констатируем, что в юго-восточном направлении Куйбышевского Заволжья толща тонко-слоистых сульфатизированных глинистых доломитов кунгурских отложений постепенно обогащается содержанием свободного магнетита и на Дергуновской площади и частично на Рахмановской замещается толщей тонко-слоистых сульфатизированных глинистых магнетитов.

На основании изложенного можно считать, что в распределении магнетита в разрезе нижнепермских отложений юго-западной части Куйбышевского Заволжья и северо-восточной части Саратовской области намечается отчетливая периодичность. Началу каждого периода соответствуют максимальные содержания магнетита в парагенезисе с доломитом и ангидритом. К концу каждого периода содержание магнетита сильно сокращается или совершенно исчезает. Одновременно сокращается количество карбонатной части доломита кальцита. Содержание сульфатов кальция к концу периода, наоборот, сильно возрастает. Таких периодов в разрезе нижней перми насчитывается четыре. Начало каждого периода приурочено к границам определенных стратиграфических подразделений.

Первый максимум содержания магнезита отмечается в подошве сакмарских отложений; второй — в стерлитамакском горизонте в подошве параштаффелловой толщи, третий — в основании артинских отложений и, наконец, четвертый приурочен к подошве толщи тонкоплитчатых, глинистых доломитов кунгурских отложений.

Четвертый максимум наиболее развит, характеризуется высоким количественным содержанием магнезита, имеет региональное распространение на территории Куйбышевского Заволжья и может служить одним из коррелятивов при отбивке кунгурских отложений от артинских.

#### Краткие выводы

Подводя итоги вышеизложенному, мы приходим к следующим основным заключениям:

1. В карбонатно-сульфатных породах нижнепермских отложений Куйбышевского Заволжья петрографическими и химическими исследованиями установлено содержание свободного карбоната магния.

2. Карбонат магния структурно представлен пелитоморфной разностью и хорошо образованными призматическими кристаллами. Пелитоморфная разность минералогически является магнезитом. Среди призматических образований оптическими исследованиями установлено два минерала: несквегонит и гидромагнезит.

3. В породах, сопровождаемых хлоридной седиментацией, магнезит приобретает роль породообразующего минерала. Особенно большое количество его констатируется в кунгурских отложениях юго-западной части Куйбышевской области на Дергуновской площади, где количество его достигает 75% ко всей массе породы.

4. Магнезит в исследуемых отложениях находится в ассоциации с ангидритом и доломитом, а там, где имеет место хлоридная седиментация, он сопровождается минералами галититовой группы.

5. Наличие в сульфатно-карбонатных породах трехводного карбоната магния (несквегонита) позволяет предположить, что карбонат магния в первоначальной своей стадии образования осаждался из концентрированных сульфатных и сульфатно-хлоридных растворов в форме несквегонита. Несквегонит в свою очередь, как минерал, неустойчивый в процессе диагенеза, испытывал изменения с образованием средних солей карбоната магния.

6. В распределении магнезита в разрезе нижнепермских отложений Куйбышевского и Саратовского Заволжья намечается периодичность. Начало каждого периода приурочено к границам определенных стратиграфических подразделений и характеризуется максимальным содержанием карбоната магния.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Бетехтин А. Г. Минералогия. Госгеолиздат, 1950.
2. Винчелл А. Н. Оптическая минералогия. Изд. ин. лит-ры, 1949.
3. Страхов Н. М. и Цветков А. И. К вопросу о распространении магнезита в осадочных породах. Зап. Всеросс. мин. об-ва, ч. 73, № 4, 1944.
4. Страхов Н. М. Известково-доломитовые фации современных и древних водоемов (опыт сравнительно-литологического исследования). Тр. Ин-та геол. наук АН СССР, вып. 124, геол. серия (№ 45), 1951.

Статья поступила в Редакцию  
25 сентября 1954 г.