

ISSN 2518-170X (Online),  
ISSN 2224-5278 (Print)

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ  
ҰЛТТЫҚ ҒЫЛЫМ АКАДЕМИЯСЫНЫҢ

# Х А Б А Р Л А Р Ы

---

---

## ИЗВЕСТИЯ

НАЦИОНАЛЬНОЙ АКАДЕМИИ НАУК  
РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

## NEWS

OF THE ACADEMY OF SCIENCES  
OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN

ГЕОЛОГИЯ ЖӘНЕ ТЕХНИКАЛЫҚ ҒЫЛЫМДАР  
СЕРИЯСЫ



СЕРИЯ  
ГЕОЛОГИИ И ТЕХНИЧЕСКИХ НАУК



SERIES  
OF GEOLOGY AND TECHNICAL SCIENCES

**5 (425)**

ҚЫРҚҮЙЕК – ҚАЗАН 2017 ж.  
СЕНТЯБРЬ – ОКТЯБРЬ 2017 г.  
SEPTEMBER – OCTOBER 2017

ЖУРНАЛ 1940 ЖЫЛДАН ШЫҒА БАСТАҒАН  
ЖУРНАЛ ИЗДАЕТСЯ С 1940 г.  
THE JOURNAL WAS FOUNDED IN 1940.

ЖЫЛЫНА 6 РЕТ ШЫҒАДЫ  
ВЫХОДИТ 6 РАЗ В ГОД  
PUBLISHED 6 TIMES A YEAR

АЛМАТЫ, ҚР ҰҒА  
АЛМАТЫ, НАН РК  
ALMATY, NAS RK

Б а с р е д а к т о р ы

э. ғ. д., профессор, ҚР ҰҒА академигі

**И.К. Бейсембетов**

Бас редакторының орынбасары

**Жолтаев Г.Ж.** проф., геол.-мин. ғ. докторы

Р е д а к ц и я а л қ а с ы:

**Абаканов Т.Д.** проф. (Қазақстан)  
**Абишева З.С.** проф., академик (Қазақстан)  
**Агабеков В.Е.** академик (Беларусь)  
**Алиев Т.** проф., академик (Әзірбайжан)  
**Бакиров А.Б.** проф., (Қырғыстан)  
**Беспәев Х.А.** проф. (Қазақстан)  
**Бишимбаев В.К.** проф., академик (Қазақстан)  
**Буктуков Н.С.** проф., академик (Қазақстан)  
**Булат А.Ф.** проф., академик (Украина)  
**Ганиев И.Н.** проф., академик (Тәжікстан)  
**Грэвис Р.М.** проф. (АҚШ)  
**Ерғалиев Г.К.** проф., академик (Қазақстан)  
**Жуков Н.М.** проф. (Қазақстан)  
**Кенжалиев Б.К.** проф. (Қазақстан)  
**Қожахметов С.М.** проф., академик (Қазақстан)  
**Конторович А.Э.** проф., академик (Ресей)  
**Курскеев А.К.** проф., академик (Қазақстан)  
**Курчавов А.М.** проф., (Ресей)  
**Медеу А.Р.** проф., академик (Қазақстан)  
**Мұхамеджанов М.А.** проф., корр.-мүшесі (Қазақстан)  
**Нигматова С.А.** проф. (Қазақстан)  
**Оздоев С.М.** проф., академик (Қазақстан)  
**Постолатий В.** проф., академик (Молдова)  
**Ракишев Б.Р.** проф., академик (Қазақстан)  
**Сейтов Н.С.** проф., корр.-мүшесі (Қазақстан)  
**Сейтмуратова Э.Ю.** проф., корр.-мүшесі (Қазақстан)  
**Степанец В.Г.** проф., (Германия)  
**Хамфери Дж.Д.** проф. (АҚШ)  
**Штейнер М.** проф. (Германия)

«ҚР ҰҒА Хабарлары. Геология мен техникалық ғылымдар сериясы».

**ISSN 2518-170X (Online),**

**ISSN 2224-5278 (Print)**

Меншіктенуші: «Қазақстан Республикасының Ұлттық ғылым академиясы» РҚБ (Алматы қ.).

Қазақстан республикасының Мәдениет пен ақпарат министрлігінің Ақпарат және мұрағат комитетінде 30.04.2010 ж. берілген №10892-Ж мерзімдік басылым тіркеуіне қойылу туралы куәлік.

Мерзімділігі: жылына 6 рет.

Тиражы: 300 дана.

Редакцияның мекенжайы: 050010, Алматы қ., Шевченко көш., 28, 219 бөл., 220, тел.: 272-13-19, 272-13-18,  
<http://nauka-nanrk.kz/geology-technical.kz>

---

© Қазақстан Республикасының Ұлттық ғылым академиясы, 2017

Редакцияның Қазақстан, 050010, Алматы қ., Қабанбай батыра көш., 69а.

мекенжайы: Қ. И. Сәтбаев атындағы геология ғылымдар институты, 334 бөлме. Тел.: 291-59-38.

Типографияның мекенжайы: «Аруна» ЖК, Алматы қ., Муратбаева көш., 75.

Г л а в н ы й р е д а к т о р  
д. э. н., профессор, академик НАН РК

**И. К. Бейсембетов**

Заместитель главного редактора

**Жолтаев Г.Ж.** проф., доктор геол.-мин. наук

Р е д а к ц и о н н а я к о л л е г и я:

**Абаканов Т.Д.** проф. (Казахстан)  
**Абишева З.С.** проф., академик (Казахстан)  
**Агабеков В.Е.** академик (Беларусь)  
**Алиев Т.** проф., академик (Азербайджан)  
**Бакиров А.Б.** проф., (Кыргызстан)  
**Беспаяев Х.А.** проф. (Казахстан)  
**Бишимбаев В.К.** проф., академик (Казахстан)  
**Буктуков Н.С.** проф., академик (Казахстан)  
**Булат А.Ф.** проф., академик (Украина)  
**Ганиев И.Н.** проф., академик (Таджикистан)  
**Грэвис Р.М.** проф. (США)  
**Ергалиев Г.К.** проф., академик (Казахстан)  
**Жуков Н.М.** проф. (Казахстан)  
**Кенжалиев Б.К.** проф. (Казахстан)  
**Кожаметов С.М.** проф., академик (Казахстан)  
**Конторович А.Э.** проф., академик (Россия)  
**Курскеев А.К.** проф., академик (Казахстан)  
**Курчавов А.М.** проф., (Россия)  
**Медеу А.Р.** проф., академик (Казахстан)  
**Мухамеджанов М.А.** проф., чл.-корр. (Казахстан)  
**Нигматова С.А.** проф. (Казахстан)  
**Оздоев С.М.** проф., академик (Казахстан)  
**Постолатий В.** проф., академик (Молдова)  
**Ракишев Б.Р.** проф., академик (Казахстан)  
**Сейтов Н.С.** проф., чл.-корр. (Казахстан)  
**Сейтмуратова Э.Ю.** проф., чл.-корр. (Казахстан)  
**Степанец В.Г.** проф., (Германия)  
**Хамфери Дж.Д.** проф. (США)  
**Штейнер М.** проф. (Германия)

«Известия НАН РК. Серия геологии и технических наук».

**ISSN 2518-170X (Online),**

**ISSN 2224-5278 (Print)**

Собственник: Республиканское общественное объединение «Национальная академия наук Республики Казахстан (г. Алматы)

Свидетельство о постановке на учет периодического печатного издания в Комитете информации и архивов Министерства культуры и информации Республики Казахстан №10892-Ж, выданное 30.04.2010 г.

Периодичность: 6 раз в год

Тираж: 300 экземпляров

Адрес редакции: 050010, г. Алматы, ул. Шевченко, 28, ком. 219, 220, тел.: 272-13-19, 272-13-18,  
<http://nauka-nanrk.kz/geology-technical.kz>

---

© Национальная академия наук Республики Казахстан, 2017

Адрес редакции: Казахстан, 050010, г. Алматы, ул. Кабанбай батыра, 69а.

Институт геологических наук им. К. И. Сатпаева, комната 334. Тел.: 291-59-38.

Адрес типографии: ИП «Аруна», г. Алматы, ул. Муратбаева, 75

E d i t o r i n c h i e f

doctor of Economics, professor, academician of NAS RK

**I. K. Beisembetov**

Deputy editor in chief

**Zholtayev G.Zh.** prof., dr. geol-min. sc.

E d i t o r i a l b o a r d:

**Abakanov T.D.** prof. (Kazakhstan)  
**Abisheva Z.S.** prof., academician (Kazakhstan)  
**Agabekov V.Ye.** academician (Belarus)  
**Aliyev T.** prof., academician (Azerbaijan)  
**Bakirov A.B.** prof., (Kyrgyzstan)  
**Bespayev Kh.A.** prof. (Kazakhstan)  
**Bishimbayev V.K.** prof., academician (Kazakhstan)  
**Buktukov N.S.** prof., academician (Kazakhstan)  
**Bulat A.F.** prof., academician (Ukraine)  
**Ganiyev I.N.** prof., academician (Tadjikistan)  
**Gravis R.M.** prof. (USA)  
**Yergaliev G.K.** prof., academician (Kazakhstan)  
**Zhukov N.M.** prof. (Kazakhstan)  
**Kenzhaliyev B.K.** prof. (Kazakhstan)  
**Kozhakhmetov S.M.** prof., academician (Kazakhstan)  
**Kontorovich A.Ye.** prof., academician (Russia)  
**Kurskeyev A.K.** prof., academician (Kazakhstan)  
**Kurchavov A.M.** prof., (Russia)  
**Medeu A.R.** prof., academician (Kazakhstan)  
**Muhamedzhanov M.A.** prof., corr. member. (Kazakhstan)  
**Nigmatova S.A.** prof. (Kazakhstan)  
**Ozdoev S.M.** prof., academician (Kazakhstan)  
**Postolatii V.** prof., academician (Moldova)  
**Rakishev B.R.** prof., academician (Kazakhstan)  
**Seitov N.S.** prof., corr. member. (Kazakhstan)  
**Seitmuratova Ye.U.** prof., corr. member. (Kazakhstan)  
**Stepanets V.G.** prof., (Germany)  
**Humphery G.D.** prof. (USA)  
**Steiner M.** prof. (Germany)

**News of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan. Series of geology and technology sciences.**

**ISSN 2518-170X (Online),**

**ISSN 2224-5278 (Print)**

Owner: RPA "National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan" (Almaty)

The certificate of registration of a periodic printed publication in the Committee of information and archives of the Ministry of culture and information of the Republic of Kazakhstan N 10892-Ж, issued 30.04.2010

Periodicity: 6 times a year

Circulation: 300 copies

Editorial address: 28, Shevchenko str., of. 219, 220, Almaty, 050010, tel. 272-13-19, 272-13-18,  
<http://nauka-nanrk.kz/geology-technical.kz>

---

© National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan, 2017

Editorial address: Institute of Geological Sciences named after K.I. Satpayev  
69a, Kabanbai batyr str., of. 334, Almaty, 050010, Kazakhstan, tel.: 291-59-38.

Address of printing house: ST "Aruna", 75, Muratbayev str, Almaty

## NEWS

OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN

SERIES OF GEOLOGY AND TECHNICAL SCIENCES

ISSN 2224-5278

Volume 5, Number 425 (2017), 141 – 148

**R. N. Nasirov<sup>1</sup>, A. P. Slyussarev<sup>2</sup>, I. B. Samatov<sup>2</sup>, G. K. Baimukhasheva<sup>1</sup>, A. R. Nasirov<sup>1</sup>**<sup>1</sup>Atyrau state university named by Kh. Dosmukhamedov, Atyrau, Kazakhstan,  
<sup>2</sup>LP “Institute of Geological Sciences named by K. I. Satpaev”, Almaty, Kazakhstan**APPLICATION OF EPR SPECTROSCOPY IN THE STUDY  
OF DOLOMITES FROM THE GEOLOGICAL SECTION  
OF OIL AND GAS WELLS IN THE PRE-CASPIAN BASIN**

**Abstract.** In the research work were carried out experimental studies using the EPR spectroscopy method for the detection of dolomites in the Devonian sediments of Imashevskoye (well №1), Astrakhanskoye (well №1) and Volodarskoye (well №2) deposits. It is shown that in the EPR spectra, the rocks are fixed by lines related to two manganese ions with different spectral parameters.

On the basis of the analysis of spectral data we associated various spectral parameters with manganese ions replacing  $Mg^{2+}$  and  $Ca^{2+}$  ions in the dolomite crystal lattice, respectively. The parameters of the  $\alpha$  were determined from the EPR spectrum of the investigated dolomites and were found two of their groups. The first group includes dolomites, which are formed from limestones in the mixing zone of fresh and sea water, for which the  $\alpha$  is greater than 5 ( $\alpha > 5$ ). The second group includes metasomatic dolomites with  $\alpha < 5$ . The calculated parameter for the investigated dolomites of the Volodarskoye field varies from 7,5 to 18 ( $\alpha > 5$ ), therefore it can be assumed that these sedimentary dolomites together with sulfites are formed according to the proposed scheme and do not refer to metasomatic dolomites with  $\alpha < 5$ .

The obtained data show that the results of determining the content of dolomite by the EPR method for  $Mn^{2+}$ , as well as the content of dolomite in the rock determined by X-ray phase analysis are correlated with each other.

**Keywords:** metasomatic dolomites, electron paramagnetic resonance, total manganese, divalent manganese, X-ray phase analysis.

УДК 543.422.8

**Р. Н. Насиров<sup>1</sup>, А. П. Слюсарев<sup>2</sup>, И. Б. Саматов<sup>2</sup>, Г. К. Баймукашева<sup>1</sup>, А. Р. Насиров<sup>1</sup>**<sup>1</sup>Атырауский государственный университет им. Х. Досмухамедова, Атырау, Казахстан,  
<sup>2</sup>ТОО «Институт геологических наук им. К. И. Сатпаева», Алматы, Казахстан**ПРИМЕНЕНИЕ ЭПР-СПЕКТРОСКОПИИ ПРИ ИЗУЧЕНИИ  
ДОЛОМИТОВ ИЗ ГЕОЛОГИЧЕСКОГО РАЗРЕЗА  
НЕФТЕГАЗОВЫХ СКВАЖИН ПРИКАСПИЙСКОЙ ВПАДИНЫ**

**Аннотация.** В работе были проведены экспериментальные исследования с помощью метода ЭПР спектроскопии по обнаружению доломитов в девонских отложениях месторождений Имашевское, скв.1, Астраханское, скв.1, Володарское, скв.2. Показано, что в спектрах ЭПР породы фиксируются линиями, относящимися к двум ионам марганца с отличными спектральными параметрами.

На основе анализа спектральных данных, мы связывали различные спектральные параметры с ионами марганца, замещающими в кристаллической решетке доломита ионы  $Mg^{2+}$  и  $Ca^{2+}$  соответственно. По спектру ЭПР  $Mn^{2+}$  для исследованных доломитов были определены параметры  $\alpha$  и были обнаружены две группы доломитов. К первой относятся доломиты, которые образуются из известняков в зоне смешивания пресной и морской воды, для которой  $\alpha > 5$ . Ко второй группе относятся метасоматические доломиты с  $\alpha < 5$ . Вычис-

ленный параметр для исследованных доломитов Володарского месторождения колеблется от 7,5 до 18 ( $\alpha > 5$ ), поэтому можно предположить, что эти осадочные доломиты вместе с сульфитами образуются по предположенной схеме и не относятся к метасоматическим доломитам с  $\alpha < 5$ .

Полученные данные показывают, что результаты определения содержания доломита методом ЭПР по  $Mn^{2+}$ , а также содержания доломита в породах определенного методом рентгенофазового анализа коррелируется между собой.

**Ключевые слова:** метасоматические доломиты, электронный парамагнитный резонанс, общий марганец, двухвалентный марганец, рентгенофазовый анализ.

При поисково-разведочных работах на нефть и газ, а также при оценке нефтеносности структуры необходимо детальное изучение минералогического состава пород-коллекторов.

Полное описание сложных смесей породообразующих минералов, какими являются нефтеносные осадочные породы, представляет собой очень сложную задачу, и она может быть решена только при полном сочетании традиционных методов минералогических и петрографических исследований с современными физико-химическими методами [1]. Не претендуя на решения этой сложной задачи, мы ограничились в данной работе изучением возможности применения метода ЭПР при анализе карбонатных минералов в толще осадочных отложений Прикаспийского бассейна.

В работе [2, 3] показано, что метод ЭПР позволяет проводить литологическое расчленение изучаемого разреза на основе анализа спектральных характеристик осадочных пород различного литологического состава.

Объектом исследования явился карбонатный минерал – доломит, который содержится в нефтеносных породах большого числа подсоловых месторождений Прикаспийского региона.

На рисунке 1 приведен спектр ЭПР породы Имашевского месторождения (скв. 1, глубина 3593–3596 м), который полностью совпадает со спектром от доломита из резервуара месторождения Бекбулат (содержание доломита по данным рентгенофазового анализа составляет 98%), рисунок 1б. Здесь наблюдаются спектры двух ионов  $Mn^{2+}$ , различающиеся величинами g-факторов (2,0100 и 2,0028);  $a_{Mn} = 95$  Гс (между третьей и четвертой компонентами). Линии 1 и 2 в "высокополевой" части спектра принадлежат ионам  $Mn^{2+}$ , замещающим в кристаллической решетке доломита ионы  $Mg^{2+}$  и  $Ca^{2+}$  соответственно.

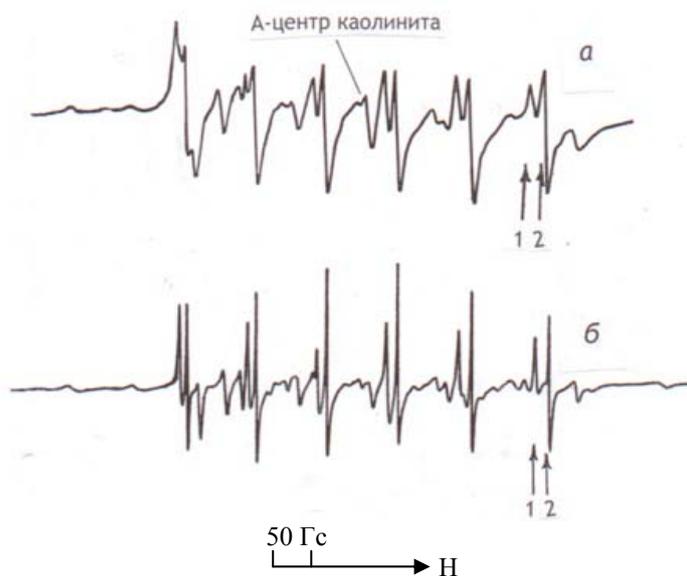
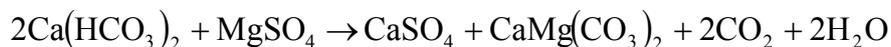


Рисунок 1 – Спектры ЭПР доломита: *a* – Имашевского месторождения (скв. 1, глубина 3593–3596 м); *б* – месторождения Бекбулат (глубина 3825–3832 м, нижний слой);  $\alpha = 15 I_1/I_2$ , где  $I_1$  и  $I_2$  – интенсивности линий 1 и 2 соответственно

Figura 1 – EPR spectra of dolomite: *a* – Imashevskoye deposit (well 1, depth 3593–3596 m); *b* – Bekbulat deposit (well 1, depth 3825–3832 m, lower layer);  $\alpha = 15 I_1/I_2$ , where  $I_1$  and  $I_2$  intensity of lines 1 and 2 respectively

Параметры  $\alpha = 15I_1/I_2$  часто используют в качестве критерия условий доломитизации известняковых пород. Например, в пермских отложениях Татарстана установлены две группы доломитов [4]. К первой относятся доломиты образующиеся из известняков по реакции:



в зоне смешивания пресной и морской воды, для которой  $\alpha > 5$ . Для доломито-образования необходимо поступление магния. Ко второй группе относятся метасоматические доломиты с  $\alpha < 5$ . Метасоматическая доломитизация в катагенезе более важна для преобразования коллекторов [5].

С помощью интенсивностей линии 1 и 2 изучено распределение двухвалентного марганца в изученных доломитах и отношение этих линий, вычисленное по формуле:  $\alpha = 15 I_1/I_2$  (таблица 1).

Таблица 1 – ЭПР-характеристики доломитов нефтеносных пород Прикаспия

Table 1 – ЭПР-характеристики доломитов нефтеносных пород Прикаспия

Месторождение, номер скважины	Глубина, м	Возраст	$\alpha$
Онгар, 6	680-685	Юрский	3,65
Имашевское, 1	2698-2703	Триасовый	2,77
Имашевское, 1	3593-3596	Пермский	3,87
Имашевское, 1	3801-3804 (верх)	Пермский	3,75
Бекбулат, 1	3825-3832 (низ)	Раннепермский	6,39
Бекбулат, 1	3825-3832 (верх)	Раннепермский	8,31
Володарское, 2	5822-5824	Девонский	7,5
Володарское, 2	5898-5902	Девонский	18,0
Володарское, 2	5593,6-5600,8	Девонский	9,4
Володарское, 2	5954-5956	Девонский	8,6
Володарское, 2	5957-5959	Девонский	9,0

Вычисленный параметр для исследованных доломитов Володарского месторождения колеблется от 7,5 до 18 ( $\alpha > 5$ ), поэтому можно предположить, что эти осадочные доломиты вместе с сульфитами образуются по предположенной схеме и не относятся к метасоматическим доломитам с  $\alpha < 5$ . В пользу данного механизма было изучено распределение марганца (II) методом ЭПР и рентгенофлуоресцентного анализа (РФА), кальция, серы, общего марганца в карбонатных породах продуктивного разреза Астраханского и Володарского месторождений (таблица 2).

На рисунке 2 показана часть спектра РФА, записанного на рентгено-флуоресцентном сканирующем спектрометре VRA – 30 "Карл Цейс" (Германия) шлама месторождения Володарское (Астраханская область, Россия). На основании этого спектра можно проводить как количественный анализ, так и качественный элементный анализ нефтеносной породы. Изготавливаются эталонные образцы в виде таблетки. Эталон № 23. В состав этого эталона с весом 2,83779 г входят:

- 0,04245 г  $\text{Al}_2\text{O}_3$  (содержание Al – 0,875%);
- 0,15 г  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  (содержание Fe – 3,7%);
- 0,12745 г  $\text{MnSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$  (содержание Mn – 1,024%);
- 0,02907 г  $\text{Zr}(\text{SO}_4)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$  (содержание Zr – 0,26%);
- 0,075 г  $\text{Sr}(\text{NO}_3)_2$  (содержание Sr – 1,09%);
- 1,367 г  $\text{CaCO}_3$  (содержание Ca – 19,29%);
- 1,002 г  $\text{H}_3\text{PO}_3$ .

Содержание Si в исходной смеси составляет 0,6135%, а общей серы – 0,7823%. Далее из этой смеси с помощью установки прессования приготовили твердую таблетку для кюветы прибора РФА. Аналогичным образом были изготовлены эталонные образцы для измерения концентрации других элементов в исследуемых породах. Важным достоинством рентгено-флуоресцентного сканирующего спектрометра является то, что здесь не происходит наложение спектральной линии

Таблица 2 – Распределение  $Mn^{2+}$  в продуктивных разрезах Астараханского и Володарского месторождений  
 Table 1 – Распределение  $Mn^{2+}$  в продуктивных разрезах Астараханского и Володарского месторождений

№ образца	Месторождение, номер скважины	Глубина отбора кернов, м	Содержание %			
			Mn	$Mn^{2+}$	S	Ca
1	Володарское,2	4700-4703	0,046	0,0005	0,70	12,99
2	Володарское,2	5593-5600	0,013	0,013	0,08	8,39
3	Володарское,2	5826-5828	0,045	0,0038	0,78	19,06
4	Володарское,2	5847-5852	0,020	0,019	0,23	17,72
5	Володарское,2	5898-5902	0,040	0,038	0,47	10,33
6	Володарское,2	5954-5956	0,035	0,034	0,65	14,68
7	Володарское,2	5957-5959	0,020	0,015	0,70	15,06
8	Астраханское,1	4165-4171	0,030	0,027/0,030	–	–
9	Астраханское,1	4178-4184	0,046	0,036/0,040	–	–
10	Астраханское,1	4184-4191	0,035	0,027/0,030	–	–
11	Астраханское,1	4191-4198	0,050	0,047/0,050	0,33	16,49
12	Астраханское,1	4198-4205	0,055	0,040/0,060	–	–
13	Астраханское,1	4212-4218	0,025	0,021/0,025	–	–
14	Астраханское,1	4218-4225	0,031	0,019/0,020	0,27	17,11
15	Астраханское,1	4678-4680	0,031	0,0095	0,84	8,61

*Примечание:* В числителе приведены содержания  $Mn^{2+}$  до обработки, а в знаменателе приведены содержания  $Mn^{2+}$  после обработки  $HCl$ .

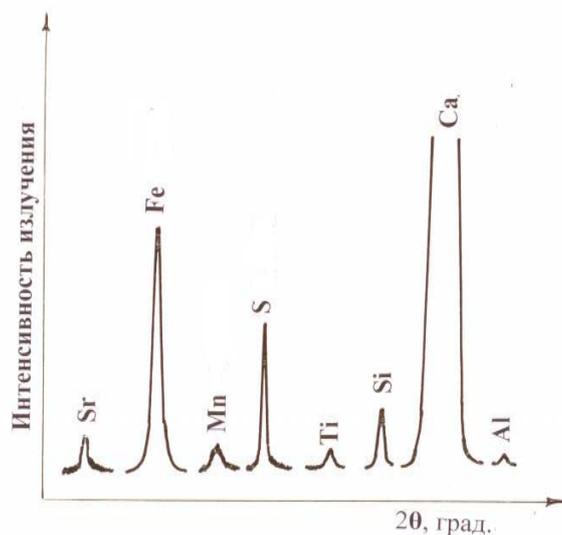


Рисунок 2 – РФА (рентгенофлуоресцентный анализ) шлама из скв. 2 (интервал 5826–5828 м) месторождения Володарское

Figura 2 – X-ray fluorescence analysis of well #2 sludge (interval 5826–5828 m) of Volodar-skoye deposit

марганца  $K_{\alpha}$  ( $\lambda=2,1 \text{ \AA}$ ) на интенсивную линию железа  $K_{\alpha}$  ( $\lambda=1,9 \text{ \AA}$ ) и линии ванадия  $K_{\alpha}$  ( $\lambda=2,5 \text{ \AA}$ ) на спектральную линию титана  $K_{\alpha}$  ( $\lambda=2,75 \text{ \AA}$ ). Этот случай очень важен в нефтепоисковой геохимии, когда статистическая обработка данных распределения парамагнитных форм ванадия и марганца в различных скважинах по глубине открывает возможность определения перспективных к испытанию интервалов глубин, где можно ожидать более высокую вероятность притока нефти и газа [6-8].

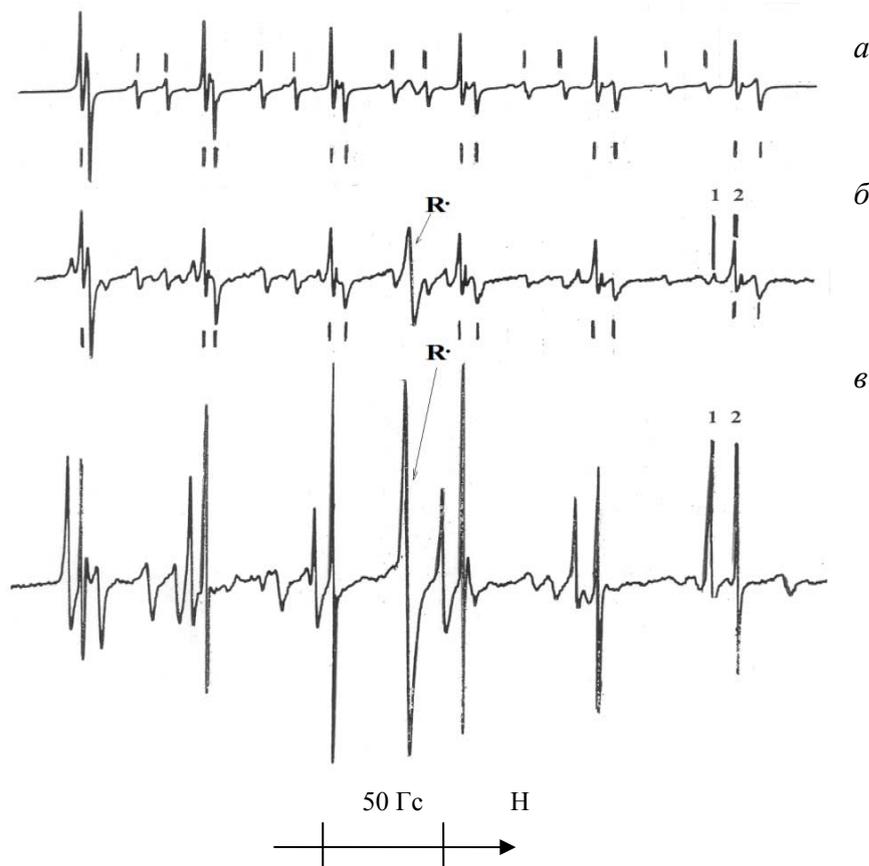


Рисунок 3 – Спектры ЭПР породы: *а* – кальцитовая порода Астраханского месторождения, скв. 1 (глубина 4218–4225 м);  
*б* – кальцит-доломитовая порода Володарского месторождения, скв. 2 (глубина 5898–5902 м);  
*в* – известняк доломитизированный с запахом метана (Володарское месторождение, скв. 2, глубина 5593–5600,8 м)

Figura 3 – EPR spectra of the rock from samples: *a* – the rock (calcite) is taken from well #1 (4218–4225 m) Astrakhan oil field;  
*b* – calcite-dolomite of rock well #2 (5898–5902 m) Volodar oil field;  
*c* – dolomite of rock well #2 (5593–5600,8 m) Volodar oil field

Интересно отметить, что наиболее мощный слой двухвалентного марганца на его высоком фоне фиксируется в интервале 4175–4205 м по разрезу скв. 1 Астраханского месторождения, находящегося на расстоянии 3 км от скв. 2 Володарского месторождения (таблица 2). По разрезу скв. 1 содержание органических свободных радикалов ( $R\cdot$ ) очень низкое и колеблется от 0,4 до 2,4 в относительных единицах (рисунок 3а). На основании полученных данных можно предположить, что такое изменение может быть связано с воздействием более сильных активных веществ, таких как сероводород,  $CO_2$  и др., которые в водной среде сильно взаимодействуют с породами коллекторов. Действительно, из этой части разреза при испытании эксплуатационной колонны скважины (4100–4300 м) получен приток пластовой воды ( $6,4 \text{ м}^3/\text{сутки}$ ) с растворенным сероводородом (16%).

Предполагаемые интервалы нефтегазоносности по экстремальным значениям  $Mn(II)$  хорошо согласуются с данными ГИС (геофизические методы исследования скважин). Согласно результатам ГИС, нефтенасыщенные пласты выделяются в интервалах глубин от 5600 до 5961 м разреза скв.2. Володарского месторождения. В процессе бурения из этой же части разреза на устье забоя 5961 м при ликвидации осложнения на скважине получен приток нефти. В породе, обр. №2 присутствует нефть, содержание в породе двухвалентного марганца становится сравнимым по величине с общим содержанием марганца, определенного методом РФА (таблица 2).

На рисунке 3 приведены спектры ЭПР типичные кальцитовым (*а*) и кальцит-доломитовым (*б*), (*в*) породам девонских отложений Астраханского и Володарского месторождений. Рисунок 3в (образец №2) свидетельствует о расходе двухвалентного марганца в кристаллической решетке доломита под действием восстановительных факторов. В качестве критериев прогноза нефтегазо-

ности пород – пластов могут быть использованы, также, свободные радикалы ( $R\cdot$ ) органической природы наряду с ионом марганца (II) [6].

Образование значительного количества сульфата в доломитизированных известняках при меньшем значении содержания кальция, по сравнению чем 4, 14 по-видимому, можно объяснить значительным содержанием серы в образцах 5 и 6 (таблица 2).

Как видно из таблицы 1 в разрезах скв. 6 (месторождения Онгар) и скв.1 (месторождение Имашевское) были идентифицированы метасоматические доломиты с  $\alpha < 5$ .

Очень интересное изменение спектра ЭПР иона  $Mn^{2+}$  наблюдается в разрезе скв. 1 Имашевского месторождения (рисунок 4). На рисунке 4а приведен спектр ЭПР нижнего слоя породы (3801–3804 м) с зернами кальцита размером до 1 мм. Здесь ион  $Mn^{2+}$  включен в кристаллическую структуру минерала кальцита.

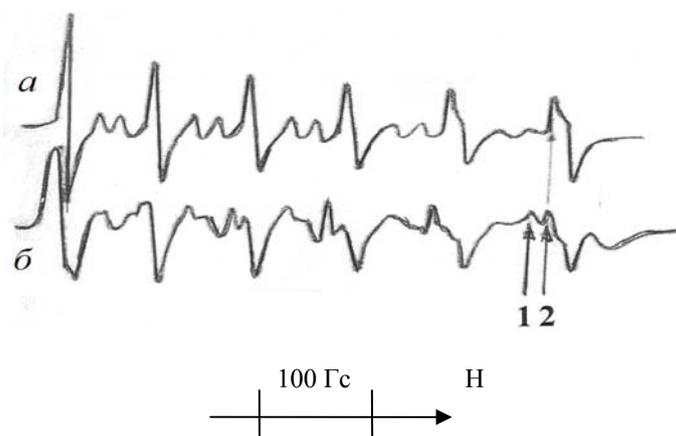


Рисунок 4 – Спектры ЭПР известняковых пород месторождения Имашевское:  
*a* – нижний слой; *b* – верхняя часть породы (глубина 3801–3804 м)

Figure 4 – EPR spectra of limestone rocks of Imashevskoye oil field:  
*a* – lower layer; *b* – upper part of the rock (depth 3801–3804 m)

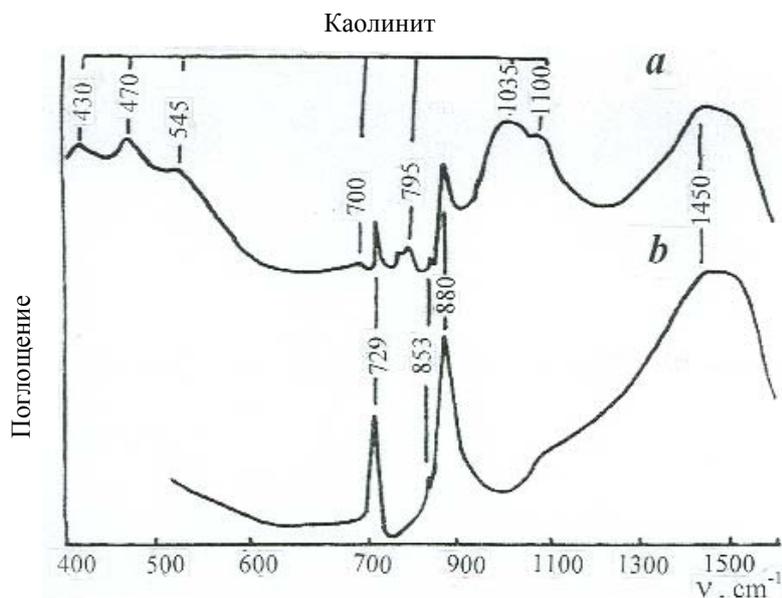


Рисунок 5 – ИК-спектры доломитов: *a* – Имашевского месторождения скв. 1 (глубина 3801–3804 м);  
*b* – стандартный образец доломита месторождения Бекбулат (содержание доломита 98%)

Figure 5 – IR spectra of dolomites: *a* – Imashevskoye oil field well #1 (depth 3801–3804 m);  
*b* – standard sample of dolomite Bexbulat oil field (well 1, depth 3825–3832 m, lower layer, dolomite content 98%)

В спектре ЭПР (рисунок 4) верхней части слоя породы (3801–3804 м), состоящей из окатанных обломков песчаной, редко мелкогравийной размерности (до 2 мм) известняков и фаунистических остатков, сцементированных мелко- и тонкозернистым доломито-кальцитовым материалом, линии 1 и 2 принадлежат ионам  $Mn^{2+}$ , включенным в кристаллическую решетку доломита и кальцита.

Исследованные методом ЭПР-спектроскопии доломитсодержащие породы Имашевского месторождения (рисунок 4б), были, также, изучены методом ИК-спектроскопии. На рисунке 5а наряду с полосами поглощения каолинита наблюдаются полосы поглощения 729, 853, 880 и 1450  $cm^{-1}$ , характерные для доломита.

Для более точного отнесения полос спектра к минералу доломита, содержащемуся в этой породе на рисунке 5б приведен ИК-спектр доломита месторождения Бекбулат (содержание доломита 98%). При сопоставлении расположения полос этого образца и исследуемой породы Имашевского месторождения были установлены полосы доломита и каолинита.

Процентное содержание доломита в породе можно определить по интенсивности сигнала последнего компонента сверхтонкой структуры (СТС) иона  $Mn^{2+}$ .

Концентрация ионов  $Mn^{2+}$  определялась по эталону ВИСИ-3.

В таблице 3 приводятся результаты определения содержания доломита методом ЭПР по  $Mn^{2+}$ , а также содержание доломита в породах определенное методом рентгенофазового анализа. Как показывают полученные данные, содержание доломита по  $Mn^{2+}$  в осадочных породах Прикаспийской впадины коррелируется с данными рентгенофазового анализа.

Таблица 3 – Результаты определения доломита в осадочных породах Прикаспийского региона

Table 3 – Результаты определения доломита в осадочных породах Прикаспийского региона

Месторождение, номер скважины	Интервал отбора, м	Содержание доломита, %	
		по рентгенофазовому анализу	по ЭПР
Имашевский, скв.1	3801-3804	8	8,1
Имашевский, скв.1	3744-3746	2	2,3
Володарский, скв.2	4678-4680	50	51,0
Володарский, скв.2	5820-5822	41	41,0
Володарский, скв.2	5822-5824	41	41,2
Володарский, скв.2	5957-5824	51	51,2
Бекбулат, скв.1	3825-3832 (вверх)	98	98,0
Астраханское, скв.1	4678-4680	44	44,1
Тортай, скв.4	2926-2932	34	34,2
Тортай, скв.4	2863-2871	15	14,5

### Выводы.

1. С помощью метода ЭПР спектроскопии доломит был обнаружен в девонских отложениях месторождений Имашевское, скв.1, Астраханское, скв.1, Володарское, скв.2, Тортай, скв.4.

2. По спектру ЭПР  $Mn^{2+}$  для исследованных доломитов были определены параметры  $\alpha=15 I_1/I_2$  и были обнаружены две группы доломитов. К первой относятся доломиты, которые образуются из известняков в зоне смешивания пресной и морской воды, для которой  $\alpha>5$ . Ко второй группе относятся метасоматические доломиты с  $\alpha<5$ .

3. Предлагаемый способ обнаружения карбонатных минералов- доломита методом ЭПР при изучении разреза нефтегазовых скважин позволяет получать оперативную информацию о качественном составе исследуемого объекта. При необходимости, дополнительно проводят анализ образцов методом рентгеновской дифрактометрии или ИК – спектроскопии.

4. Полученные данные показывают, что результаты определения содержания доломита методом ЭПР по  $Mn^{2+}$ , а также содержания доломита в породах, определенного методом рентгенофазового анализа, коррелируется между собой.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Насиров Р., Слюсарев А.П., Саматов И.Б., Мылтыкбаева Л.А., Бекенова Г.К., Габдуллин Ж. Возможности применения методов ЭПР, ИК-спектроскопии и рентгеновской дифрактометрии при изучении геологического разреза нефтегазовых скважин // Известия НАН РК. Серия геологическая. – 2008. – № 5. – С. 50-57.
- [2] Бершов Л.В., Гинзбург А.И. Магнитная спектроскопия при геолого-разведочных работах // Геология рудных месторождений. – 1981. – Т. 23, № 1. – С. 11-16.
- [3] Муравьев П.П., Букин И.И. Изучение геологического разреза в процессе бурения скважин методом ЭПР-спектроскопии // Труды ВНИИ нефтепромгеофизики. – Уфа, 1989. – Вып. 19. – С.28-35.
- [4] Bulka G.R., Nizamutdinov N.M., Mukhutdinova N.G. EPR Probes in Sedimentary Rocks: The Features of and Free Radicals Distribution in the Permian Formian Pormation in Tatarstan // Applied Magnetic Resonance. – 1991. – № 2. – P. 107-115.
- [5] Ермолкин В.И., Керимов В.Ю. Геология и геохимия нефти и газа. – М.: Недра, 2016. – 460 с.
- [6] Nasirov R.N., Kudaibayev K., Szamarov S.S., Kuspanova B.K. Paramagnetic criterions of prognosis for oil and gas rocks content. EPR in the 21<sup>st</sup> century: basics and applications to material, life and earth sciences. – Elsevier science BV, Amsterdam, Netherlands. 2002. – P. 595-600.
- [7] Насиров Р., Султангалиев Г.О. Применение парамагнитных форм марганца и ванадия в осадочных породах для поисков месторождений нефти и газа // Вестник Московского государственного областного университета. – 2009. – № 2. – С.58-60.
- [8] Насиров Р.Н., Слюсарев А.П., Саматов И.В., Куспанова Б., Насиров А.Р. Применение геохимических методов для изучения геологического разреза нефтегазовых скважин // Известия НАН РК. Серия геологии и технических наук. – 2017. – № 2. – С. 99-106.

REFERENCES

- [1] Nasirov R., Sliusarev A.P., Samatov I.B., Malytkbaeva L.A., Bekenova G.K., Gabdullin Zh. Capabilities of using methods of EPR, IK-spectroscopy and Roentgen diffractometry in studying a geological section of oil and gas wells // Proceedings of the national academy of sciences of the Republic of Kazakhstan. Geological series. 2008. N 5. P. 50-57.
- [2] Bershov L.V., Ginzburg A.I. Magnetic spectroscopy in geological exploration work // Geology of ore deposits. 1981. Vol. 23, N 1. P. 11-16.
- [3] Muravyov P.P., Bukin I.I. The study of the geological section in the process of drilling wells using EPR spectroscopy // Proceedings of the All-Union Research Institute of Oil and Gas Physics. Ufa, 1989. Series 19. P. 28-35.
- [4] Bulka G.R., Nizamutdinov N.M., Mukhutdinova N.G. EPR Probes in Sedimentary Rocks: The Features of and Free Radicals Distribution in the Permian Formian Pormation in Tatarstan // Applied Magnetic Resonance. 1991. N 2. P. 107-115.
- [5] Ermolkin V.I., Kerimov V.U. Geology and geochemistry of oil and gas. M.: Nedra, 2016. 460 p.
- [6] Nasirov R.N., Kudaibayev K., Szamarov S.S., Kuspanova B.K. Paramagnetic criterions of prognosis for oil and gas rocks content. EPR in the 21<sup>st</sup> century: basics and applications to material, life and earth sciences. Elsevier science BV, Amsterdam, Netherlands. 2002. P. 595-600.
- [7] Nasirov R., Sultangaliev G.O. Application of paramagnetic forms of manganese and vanadium in the rocks for search of oil and gas deposits // Bulletin of the Moscow State Regional University. 2009. N 2. P.58-60.
- [8] Nasirov R.N., Sliusarev A.P., Samatov I.B., Kuspanova B., Nasirov A.R. Applying of geochemical methods for the study of the geological section of oil and gas wells // News of the national academy of sciences of the Republic of Kazakhstan. Series of geology and technical sciences. 2017. N 2. P. 99-106.

**Р. Н. Насиров<sup>1</sup>, А. П. Слюсарев<sup>2</sup>, И. Б. Саматов<sup>2</sup>, Г. К. Баймұқашева<sup>1</sup>, А. Р. Насиров<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Х. Досмұхамедов атындағы Атырау мемлекеттік университеті, Атырау, Қазақстан,

<sup>2</sup>ЖШС «Қ.И.Сәтбаев атындағы геологиялық ғылымдар институты», Алматы, Қазақстан

**КАСПИЙ МАҢЫ ОЙПАТЫ МҰНАЙ-ГАЗ ҰНҒЫМАЛАРЫНЫҢ ГЕОЛОГИЯЛЫҚ ҚАБАТТАРЫНДАҒЫ ДОЛОМИТТІ АНЫҚТАУҒА ЭПР-СПЕКТРОСКОПИЯНЫ ҚОЛДАНУ**

**Аннотация.** Жұмыста ЭПР спектроскопия көмегімен Имашев, бұрғылау скважинасы 1, Астрахань, бұрғылау скважинасы 1, Володар, бұрғылау скважинасы 2 мұнай-кен алаңдарының геологиялық кимасындағы шөгінділердегі доломит минералын анықтау тәжірибелері жүргізілген. ЭПР приборы көмегімен, оның спектріндегі марганецтің екі валентті ионының екі түрінің бір-бірінен спектралды параметрлерімен ажыратылатыны көрсетілді. Бұл байқалған әртүрлі  $Mn^{2+}$  спектралды параметрлері доломиттің кристалл торындағы  $Mg^{2+}$  және  $Ca^{2+}$  иондарымен алмасу арқылы түсіндіріледі. Зерттелген доломиттердің спектрінде  $\alpha$  параметрі анықталды. Осының нәтижесінде доломиттердің екі тобы ашылды. Доломиттердің бірінші тобы, ол тұщы су мен теңіз суының араласу аймағында әктасты шөгінді тау жынысынан түзіледі, бұл үшін  $\alpha > 5$  болды. Ал, екінші топқа метасоматикалық доломиттер жатады, олар үшін  $\alpha < 5$  болды. Тәжірибеден анықталған Володар мұнай-кен алаңында түзілетін доломиттер үшін  $\alpha$ -араметрінің мәні 7,5-тен 18-ге дейін өзгереді және бұл шөгінді доломит тобы көрсетілген үлгі бойынша түзілді. Доломиттерді  $Mn^{2+}$  ионы нәтижесінде ЭПР- және рентгенофазалық талдау әдістерімен анықтау нәтижесі келтірілген. Алынған нәтиже ЭПР әдісі бойынша анықталған доломит мөлшері рентгенофазалық талдау әдісімен анықталған доломит мөлшеріне сәйкес келеді.

**Түйін сөздер:** метасоматикалық доломиттер, электрондық парамагниттік резонанс, жалпы марганец, екі валентті марганец, рентгенофазалық талдау.

**Publication Ethics and Publication Malpractice  
in the journals of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan**

For information on Ethics in publishing and Ethical guidelines for journal publication see <http://www.elsevier.com/publishingethics> and <http://www.elsevier.com/journal-authors/ethics>.

Submission of an article to the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan implies that the described work has not been published previously (except in the form of an abstract or as part of a published lecture or academic thesis or as an electronic preprint, see <http://www.elsevier.com/postingpolicy>), that it is not under consideration for publication elsewhere, that its publication is approved by all authors and tacitly or explicitly by the responsible authorities where the work was carried out, and that, if accepted, it will not be published elsewhere in the same form, in English or in any other language, including electronically without the written consent of the copyright-holder. In particular, translations into English of papers already published in another language are not accepted.

No other forms of scientific misconduct are allowed, such as plagiarism, falsification, fraudulent data, incorrect interpretation of other works, incorrect citations, etc. The National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan follows the Code of Conduct of the Committee on Publication Ethics (COPE), and follows the COPE Flowcharts for Resolving Cases of Suspected Misconduct ([http://publicationethics.org/files/u2/New\\_Code.pdf](http://publicationethics.org/files/u2/New_Code.pdf)). To verify originality, your article may be checked by the Cross Check originality detection service <http://www.elsevier.com/editors/plagdetect>.

The authors are obliged to participate in peer review process and be ready to provide corrections, clarifications, retractions and apologies when needed. All authors of a paper should have significantly contributed to the research.

The reviewers should provide objective judgments and should point out relevant published works which are not yet cited. Reviewed articles should be treated confidentially. The reviewers will be chosen in such a way that there is no conflict of interests with respect to the research, the authors and/or the research funders.

The editors have complete responsibility and authority to reject or accept a paper, and they will only accept a paper when reasonably certain. They will preserve anonymity of reviewers and promote publication of corrections, clarifications, retractions and apologies when needed. The acceptance of a paper automatically implies the copyright transfer to the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan.

The Editorial Board of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan will monitor and safeguard publishing ethics.

Правила оформления статьи для публикации в журнале смотреть на сайте:

[www.nauka-nanrk.kz](http://www.nauka-nanrk.kz)

**ISSN 2518-170X (Online), ISSN 2224-5278 (Print)**

<http://geolog-technical.kz/index.php/kz/>

*Верстка Д. Н. Калкабековой*

Подписано в печать 16.10.2017.

Формат 70x881/8. Бумага офсетная. Печать – ризограф.

18,9 п.л. Тираж 300. Заказ 5.