

## ЦИКЛИЧНОСТЬ ЭВАПОРИТОВОГО БАССЕЙНА ПО ДАННЫМ ЭПР-СПЕКТРОСКОПИИ ДОЛОМИТОВ

Р. И. Кадыров, Р. Х. Сунгатуллин, Н. М. Низамутдинов, Н. М. Хасанова

*Казанский (Приволжский) федеральный университет*

*Поступила в редакцию 7 августа 2012 г.*

**Аннотация.** *Предлагается методика выделения трансгрессивно-регрессивных циклов в эвапоритовом бассейне, основанная на ЭПР-спектроскопии линий марганца в доломите.*

**Ключевые слова:** *доломит, марганец, ЭПР, циклы.*

**Abstract.** *This article is about a new technique of transgressive-regressive cycles detection, based on ESR-spectroscopy of manganese lines in dolomite.*

**Key words:** *dolomite, manganese, ESR, EPR, cycles*

### Введение

В литологии к самым важным факторам, влияющим на седиментогенез, относятся процессы трансгрессии и регрессии. Последовательно объединяясь в циклы, они являются базой для интерпретации палеогеографических и палеолитологических условий и лежат в основе классической и сиквенс-стратиграфии. К главным способам выделения цикличности относятся прослеживание изменения пород по разрезу и изучение фауны. Однако в некоторых типах разрезов (например, в эвапоритовом) сложно, а иногда и невозможно использовать данные методы. Поэтому поиск дополнительных способов обоснования циклов представляется очень важным и актуальным. Интерес к данной проблеме обусловлен широким распространением доломитов среди пород эвапоритовых бассейнов и возможностью восстановления условий их седиментации и перекристаллизации с помощью современных методов анализа.

### Методика эксперимента

Объектом изучения явился карбонатно-сульфатный разрез казанского яруса у с. Сюкеево (Республика Татарстан), расположенный на правом берегу р. Волга в 20 км вниз по течению от устья р. Кама, породы которого формировались в эвапоритовом бассейне. В верхнеказанском подъярусе встречаются гипсы и доломиты, часто загипсованные, местами битуминозные, с прослоями известковых глин и алевролитов (рисунок); нижнеказанские отложения в основном состоят из долами-

тов, местами загипсованных или глинистых [1]. Для исследования отобраны образцы доломитов с шагом опробования 1 м; в пластах гипса отбор образцов доломитов осуществлялся по их наличию.

В доломитах встречаются парамагнитные элементы ( $Mn^{2+}$ ,  $Fe^{2+}$ ,  $SO_3^{2-}$  и др.), а также радикалы и электронно-дырочные центры. С точки зрения выделения седиментационных циклов наиболее интересным представляется ион марганца. Его парамагнитные характеристики в кристалле и порошке доломита хорошо изучены, он имеет четкие и однозначные спектры и является довольно стабильным в природных условиях.

Исследования спектров ионов марганца в доломитах проводились с помощью метода ЭПР (электронный парамагнитный резонанс) трехсантиметрового диапазона на малогабаритном спектрометре DX70-02. Спектры получены при амплитуде модуляции 100 мГс, ослаблении мощности 10 Дб, время записи составляло 100 с, значение накопления 3. Среднее значение магнитного поля для общего спектра марганца составляло 3420 Гс при развертке 900, для первой и шестой линии марганца 3175 Гс и 3646 Гс соответственно при развертке 50. Значения концентрации Mn в позициях Mg и Ca получены по шестой линии спектра путем деления амплитуды пика на произведение массы образца на амплитуду эталона ( $Cr^{3+}$  в рубине). По ЭПР спектрам  $Mn^{2+}$  устанавливается относительная заселенность Ca- и Mg-позиций в структуре доломита, что применялось для расшифровки вопросов его образования [2]. В ходе проведения данной работы проанализировано около 70 образцов доломитов и снято более 210 спектров ЭПР из эвапоритового разреза у с. Сюкеево.

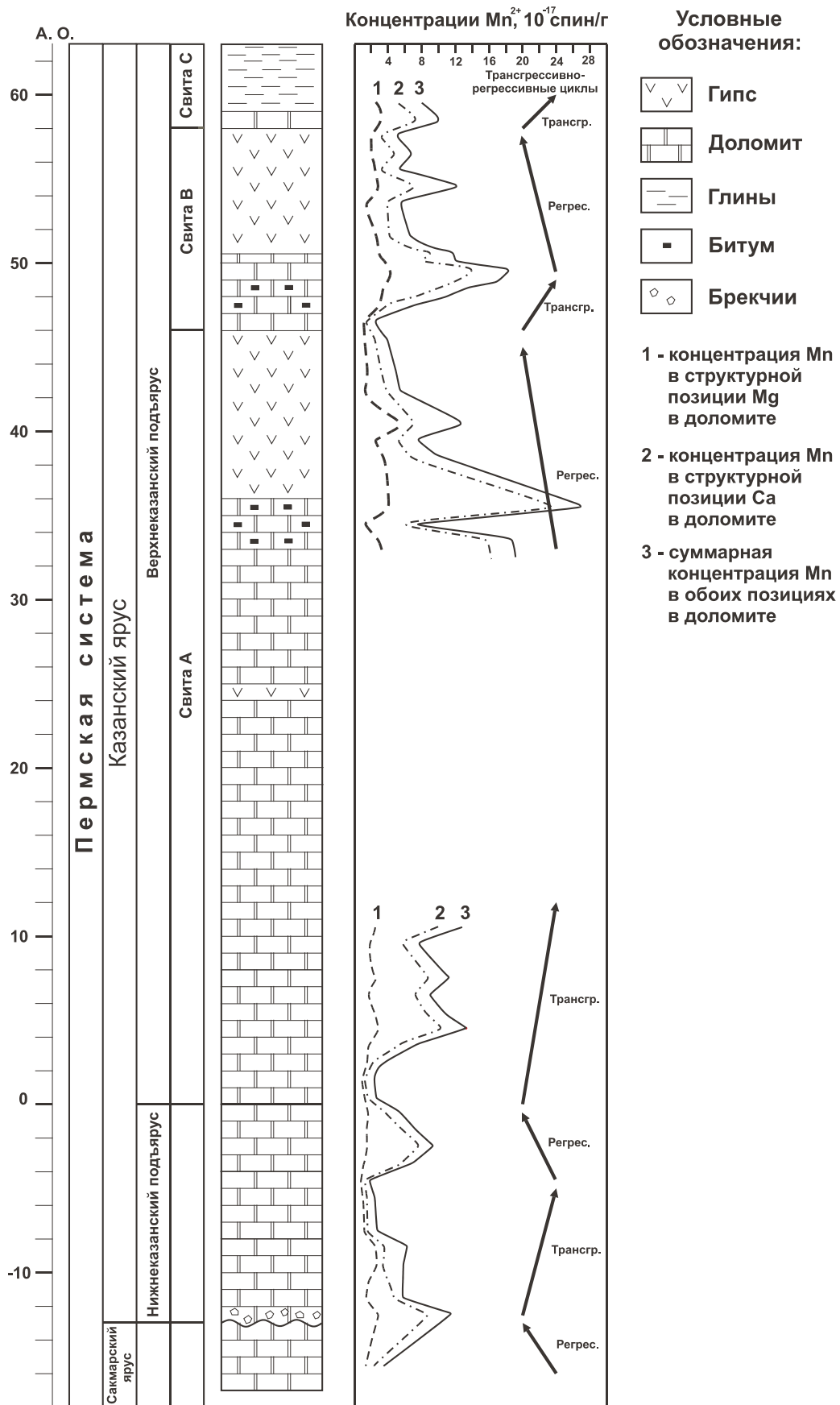


Рис. Вариации концентрации  $Mn^{2+}$  и цикличность разреза у с. Сюкеево

### Обсуждение результатов

В результате проведенных исследований получено распределение концентрации Mn в доломитах по разрезу (рисунок). Анализ данных показал, что границы стратиграфических подразделений (например, верхне- и нижнеказанского подъярусов) соответствуют аномалиям концентраций парамагнитного марганца. Более дробные стратоны (свиты), в основе выделения которых заложены трансгрессивно-регрессивные циклы, также в целом совпадают с кривыми вариации концентрации Mn. Это дает основание нам предположить, что изменение содержания марганца в доломитах эвапоритового бассейна связано с его геохимической обстановкой, т. е. с количеством привнесенного марганца в водоем. Подобное предположение позволило не только подтвердить границы известных стратиграфических единиц, но и выделить впервые два седиментационных цикла в нижнеказанском подъярусе (см. рисунок).

Следует отметить, что на содержание Mn в доломите существенное влияние оказывают постседиментационные процессы [3]. Например, в изученном разрезе выделяются зоны со значительными колебаниями парамагнитного марганца в различных позициях доломита, которые встречаются в гипсовых пластах и между пластами гипса. Подобное поведение марганца связано, по-види-

мому, с интенсивной перекристаллизацией доломитов, что подтверждается прослойками доломитовой муки вокруг селенитовых жил.

### Заключение

Изучение природы марганца в доломитах является актуальным направлением литологических работ и требует дальнейшего исследования с помощью современных методов. Физико-химические методы позволят расширить возможности выделения и корреляции доломитов, использования полученных данных в сиквенс-стратиграфии и при анализе эволюции эвапоритовых бассейнов.

*Исследование проведено при поддержке молодежного гранта АН РТ (грант 06-24/2012)*

### ЛИТЕРАТУРА

1. Сунгатуллин Р. Х. Строение и условия разработки Сюкеевского месторождения гипса / Р. Х. Сунгатуллин [и др.] // Ученые записки Казанского университета. Серия: Естественные науки. – 2011. – Т. 153, кн. 3. – С. 247–261.

2. Крутиков В. Ф. Радиоспектроскопия минералов и горных пород месторождений нерудных полезных ископаемых : дисс. на соис. уч. ст. д-ра геол.-мин. наук. / В. Ф. Крутиков. – Казань, 2001. – 287 с.

3. Силаев В. И. Омарганцованные доломитолиты как пример эпигенетического марганцевого оруденения / В. И. Силаев, Е. Н. Котова // Литосфера. – 2005. – № 1. – С. 109–127.

*Казанский (Приволжский) федеральный университет*

*Р. И. Кадыров, аспирант кафедры региональной геологии и полезных ископаемых  
Rail7777@gmail.com*

*Р. Х. Сунгатуллин, доктор геолого-минералогических наук, доцент кафедры региональной геологии и полезных ископаемых  
Rafael.Sungatullin@ksu.ru*

*Н. М. Низамутдинов, доктор физико-математических наук, доцент кафедры минералогии и литологии  
Nazim.Nizamutdinov@ksu.ru*

*Н. М. Хасанова, кандидат физико-математических наук, доцент кафедры минералогии и литологии  
Nailia.Khasanova@ksu.ru*

*Kazan (Volga region) Federal University*

*R. I. Kadyrov, Ph.D. student of chair of regional geology and mineral resources  
Rail7777@gmail.com*

*R. Kh. Sungatullin, Dr.Sc. in geology, associate professor of chair of regional geology and mineral resources  
Rafael.Sungatullin@ksu.ru*

*N. M. Nizamutdinov, Dr.Sc. on physics and mathematics, associate professor of chair of mineralogy and lithology  
Nazim.Nizamutdinov@ksu.ru*

*N. M. Khasanova, Ph.D. on physics and mathematics, associate professor of chair of mineralogy and lithology  
Nailia.Khasanova@ksu.ru*