

DOI: <https://doi.org/10.25689/NP.2024.2.9-15>

EDN GCPHSG

УДК 551.3.051+550.8.072

**Привлечение методов магнитоминералогического анализа  
для создания концептуальной модели осадконакопления  
неморских микробиальных известняков красноцветной  
формации казанского яруса на территории нижней Камы**

<sup>1</sup>Латифуллина М.Ф., <sup>2</sup>Кабирова А.Х.

<sup>1</sup>*Институт геологии и нефтегазовых технологий*

*Казанского федерального университета, Казань, Россия*

<sup>2</sup>*Институт «ТатНИПИнефть» ПАО «Татнефть» им. В. Д. Шашина,*

*Альметьевск, Россия*

**The use of magnitomineralogical methods to develop a model  
for the formation of non-marine microbial limestone  
of the red-coloured kasan stage (middle permian)  
of the lower Kama (east-european platform)**

<sup>1</sup>*M.F. Latifullina, <sup>2</sup>A.Kh. Kabirova*

<sup>1</sup>*Institute of Geology and Oil and Gas Technology*

*Kazan (Volga Region) Federal University, Kazan, Russia*

<sup>2</sup>*TatNIPIneft Institute, PJSC TATNEFT, Almeteyevsk, Russia*

**E-mail: [lmf110148@tatnipi.ru](mailto:lmf110148@tatnipi.ru)**

**Аннотация.** В статье представлены результаты моделирования возможных условий образования континентальных отложений пермской системы и классификации различных типов известняков, принадлежащих красноцветной формации казанского яруса (средняя пермь) на территории нижней Камы.

При изучении образцов геологического разреза Сентяк (г. Елабуга) был использован синтез биостратиграфического и магнитоминералогического методов исследования. Магнитоминералогический анализ считается важным инструментом для получения

более точной информации, необходимой для построения седиментологической модели изучаемого геологического объекта.

**Ключевые слова:** *седиментологическая модель, казанский ярус, литотипы, неморские микробильные известняки, магнитоминералогический метод, биостратиграфический метод*

**Для цитирования:** Латифуллина М.Ф., Кабирова А.Х. Привлечение методов магнитоминерологического анализа для создания концептуальной модели осадконакопления неморских микробильных известняков красноцветной формации казанского яруса на территории нижней Камы // Нефтяная провинция.-2024.-№2(38).-С. 9-15. - DOI <https://doi.org/10.25689/NP.2024.2.9-15>. - EDN GCPHSG

**Abstract.** The article contains the results of modelling of possible conditions of formation and delineation of limestone lithotypes of the red-colored formation of the Kazan Stage (Middle Permian) the Lower Kama.

In the process of research, data of magnetomineralogical analysis methods were used along with biostratigraphic approach to study samples of the Sentiak geological section near Elabuga. Magnetomineralogical analysis is considered as a tool for obtaining more reliable information to construct a sedimentological model of the geological object under study.

**Key words:** *depositional model, Kazanian stage, lithotypes, nonmarine microbial limestones, magnetic-mineralogical method, biostratigraphic method*

**For citation:** M.F. Latifullina, A.Kh. Kabirova Privlecheniye metodov magnitominerologicheskogo analiza dlya sozdaniya kontseptual'noy modeli osadkonakopleniya nemorskikh mikrobil'nykh izvestnyakov krasnotsvetnoy formatsii kazanskogo yarusa na territorii nizhney Kamy [The use of magnetomineralogical methods to develop a model for the formation of non-marine microbial limestone of the red-coloured kazan stage (middle permian) of the lower Kama (east-european platform)]. Neftyanaya Provintsiya, No. 2(38), 2024. pp. 9-15. DOI <https://doi.org/10.25689/NP.2024.2.9-15>. EDN GCPHSG (in Russian)

Объектом исследования являются известняки казанского яруса пермского (P2kz) возраста. Изучаемый геологический разрез Сентяк расположен в пределах Северо-татарского свода Волго-Уральской антеклизы, являющейся структурой нулевого порядка Русской плиты Восточно-Европейской платформы. Геологический разрез Сентяк представлен семью обнажениями, расположенными на правом берегу реки Кама в 0,5–2,0 км выше по течению от села Сентяк. Нижние слои казанского яруса залегают глубже ватерлинии реки Кама. Они были изучены по образцам из скважины №1, пробуренной в 1995 году, в 3 км к северо-востоку от с. Сентяк [2].

Формирование осадочного чехла Северо-татарского свода Волго-Уральской антеклизы в пермский период происходило на фоне активных

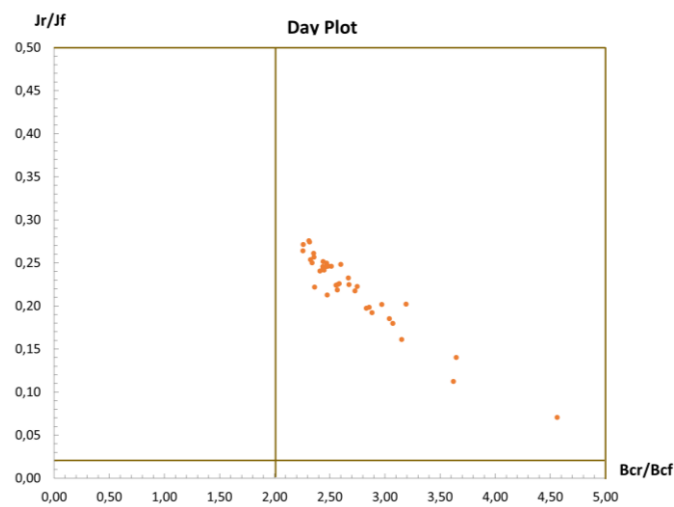
тектонических процессов и изменений климата. С этим связаны особенности палеогеографических и физико-химических условий в бассейне осадконакопления, выразившиеся в пестроте фациального и литологического состава пермских отложений. Показателями физико-химических условий среды осадконакопления (температуры, солености бассейновых вод и др.) являются кристаллохимические особенности аутигенных кальцита и доломита, слагающих пласты карбонатных пород [4].

Детально было использовано 44 образца, преимущественно карбонатного типа, для которых были выполнены биостратиграфические и магнитоминералогические исследования, послужившие основой для выделения литотипов и создания валидной седиментологической модели изучаемого геологического объекта.

Магнитная восприимчивость осадочных пород характеризуется значениями от  $-1,42 \times 10^{-6}$  ед. СИ (диамагнетики) до  $7,20 \times 10^{-8}$  ед. СИ. У глин, аргиллитов, песчаников и алевролитов преобладают разности с низкой магнитной восприимчивостью – в пределах  $(12 - 125) \times 10^{-5}$  ед. СИ, а у известняков, доломитов и мергелей  $(1 - 30) \times 10^{-5}$  ед. СИ. У осадочных пород обнаружена очень слабая, но весьма стабильная естественная остаточная намагниченность. Магнитная восприимчивость в горной породе не всегда одинакова по всем направлениям, наблюдается слабая анизотропия. Все значения находятся в средних пределах для осадочных пород.

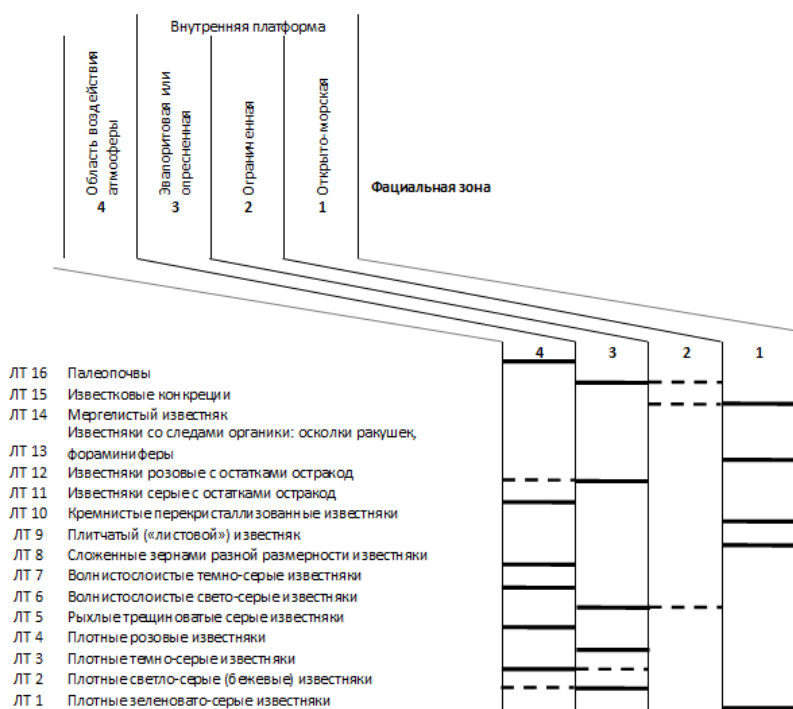
Результатом измерения в коэрцитивном спектрометре являются петли гистерезиса как по индуктивной, так и по остаточной намагниченности. Изученные образцы попадают в область псевдооднодоменных (PSD) частиц. Данная группа подразумевает переходное состояние магнитных свойств в широком диапазоне размеров зерен между однодоменными (SD) и истинно многодоменными (MD). Другими словами, PSD — это переходное состояние от однодоменного состава к монодоменному. В данном случае, образцы относятся, скорее всего, к магнитомягким материалам, так как

являются осадочными, и величина содержания акцессорных магнитных минералов невелика (Рис. 1).



**Рис. 1. Коэрцитивные характеристики исследованных образцов (Day Plot)**

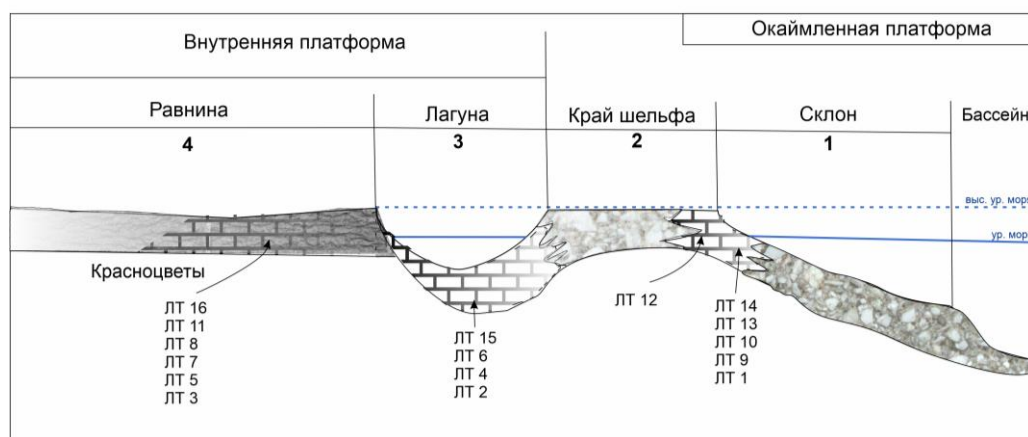
Интерпретация полученных данных позволила выделить в геологическом разрезе Сентяк 16 литотипов (ЛТ), соответствующих различным фациальным условиям формирования карбонатных пород в изученных отложениях (Рис. 2), которые впоследствии разделены на фациальные зоны.



**Рис. 2. Распределение выделенных ЛТ по фациальным зонам окаймленной платформы (по Е. Флюгелю, 2010); пунктиром – относительно редкое распространение)**

Среди литотипов выделяются: отложения явно красноцветной толщи (ЛТ 16, ЛТ 11, ЛТ 8, ЛТ 7, ЛТ 5, ЛТ 3), образованные на равнине в области воздействия атмосферы, отложившиеся в очень мелководном и пресноводном бассейне; отложения опресненных лагун или прибрежных озер (ЛТ 15, ЛТ 6, ЛТ 4, ЛТ 2), образованные в застойных условиях в период низкого положения уровня моря; отложения переходной фации (ЛТ 12) от ограниченного шельфа к литоральной зоне; отложения открыто-морской (сублиторальной зоны) (ЛТ 14, ЛТ 13, ЛТ 10, ЛТ 9, ЛТ 1), большое количество остатков остракод и органического вещества в этих карбонатах может указывать на низкую скорость осаднения, высокую степень биотурбации, и относительно постоянную среду осаднения. Границы выделенных ЛТ не являются резкими. Отложения глубинных фаций могут свидетельствовать о сильных колебаниях уровня воды. Выделение литологических типов позволяет унифицировать описание литологических характеристик пород, при этом существенно сокращается количество повторений в описании разрезов, так как выделенные типы многократно встречаются в осадочных последовательностях континентальных пермских отложений, широко распространенных в регионе [1].

На основе полученных данных и выделенных литотипов построена концептуальная модель осадконакопления для изучаемой территории (Рис. 3).



**Рис. 3. Концептуальная модель осадконакопления территории нижней Камы**

На данной модели, в зависимости от соотношения выделенных литофаций в разрезе, выделяется четыре фациальные зоны (Рис. 3). Можно сделать вывод, что адекватное палеогеографическое и палеофациальное моделирование континентальных пермских отложений Русской плиты Восточно-Европейской платформы может быть реализовано при комплексном использовании результатов петрофизических, биостратиграфических, магнитоминералогических и палеомагнитных исследований.

Уточнение образования осадочного чехла Восточно-Европейской платформы позволит сократить расходы как на геологическую разведку территории, так и при планировании бурения и подборе методов геофизических исследований скважин.

Дальнейшее исследование включает в себя комплекс палеомагнитных методов, в том числе методы измерения магнитной восприимчивости, изучения магнитного гистерезиса, термомагнитного анализа, комбинация которых позволит заполнить пробелы в научном знании, и создание новой стройной модели образования континентальных отложений пермской системы путем классифицирования известняков красноцветной формации.

#### Список литературы

1. George V. Chilingar, Harold J. Bissell, Rhodes W. Fairbridge Carbonate rocks / Physical and Chemical Aspects // Development in sedimentology 9B. Elsevier Publishing Company. – Amsterdam, London, New York, 1967. / – Перевод с английского Смолина П.П., Чекина С.С. Карбонатные породы / Физико-химическая характеристика и методы исследования. Том 2. – Москва, 1971. – 266 с.
2. Mouraviev F.A., Arefiev M.P., Silantiev V.V., Gareev B.I., Batalin G.A., Urazaeva M.N., Kropotova N.V., Vybornova I.B. Paleogeography of accumulation of the Middle-Upper Permian red mudstones in the Kazan Volga Region. Uchenye Zapiski Kazanskogo Universiteta. Seriya Estestvennye Nauki, 2016, vol. 158, no. 4, pp. 548-568. EDN: XWRPWF. (in Russian)
3. Копилевич Е.А., Мушин И.А., Давыдов Е.А., Афанасьев М.Л. Комплексное спектрально-скоростное прогнозирование типов геологического разреза и фильтрационно-емкостных свойств коллекторов. – М. – Ижевск: Ижевский институт компьютерных исследований, НИЦ «Регулярная и хаотическая динамика», 2010. – 248 с.
4. Муравьев Ф.А. Литолого-минералогическая характеристика пермских маркирующих карбонатных горизонтов РТ: Автореф. Дссс. – Казань, 2007. EDN: NOOICN.

## References

1. George V. Chilingar, Harold J. Bissell, Rhodes W. Fairbridge Carbonate rocks / Physical and Chemical Aspects // Development in sedimentology 9B. Elsevier Publishing Company. Amsterdam, London, New York, 1967. Translation from English. Vol 2. Moscow, 1971, 266 p.
2. Mouraviev F.A., Arefiev M.P., Silantiev V.V., Gareev B.I., Batalin G.A., Urazaeva M.N., Kropotova N.V., Vybornova I.B. Paleogeography of accumulation of the Middle-Upper Permian red mudstones in the Kazan Volga Region. Uchenye Zapiski Kazanskogo Universiteta. Seriya Estestvennye Nauki, 2016, V. 158, No. 4, pp. 548-568. EDN: XWRPWF. (in Russian)
3. Kopilevich E.A., Mushin I.A., Davydov E.A., Afanasiev M.L. Kompleksnoe spektral'no-skorostnoe prognozirovaniye tipov geologicheskogo razreza i fil'tracionno-emkostnykh svoystv kollektorov [Integrated spectrum-velocity forecast of geologic profiles and reservoir porosity and permeability]. Moscow-Izhevsk: Izhevsk Institute of Computer Research. Regular and Random Dynamics R&D Center. 2010, 248 p. (in Russian)
4. Muravyev F.A. Litologo-mineralogicheskaya karakteristika permskih markiruyushchih karbonatnykh gorizontov RT [Lithologic and petrographic characteristics of Permian key carbonate horizons in the Republic of Tatarstan]. Abstract of a thesis. Kazan, 2007. EDN: NOOICN. (in Russian)

## Сведения об авторах

*Латифуллина Миляуша Фаритовна*, аспирант, Институт геологии и нефтегазовых технологий Казанского федерального университета  
Россия, 420011, Казань, ул. Кремлёвская, 4/5  
E-mail: lmf110148@tatnipi.ru

*Кабирова Алесия Хатиповна*, к.т.н., старший научный сотрудник отдела ИСКиУ, институт «ТатНИПИнефть» ПАО «Татнефть» им. В.Д. Шашина  
Россия, 423458, Альметьевск, ул. Советская 186а  
E-mail: ahkabirova@tatnipi.ru

## Authors

*M.F. Latifullina*, graduate student, Institute of Geology and Oil and Gas Technology Kazan (Volga Region) Federal University  
4/5, Kremlyevskaya Str., Kazan, 420011, Russian Federation  
E-mail: lmf110148@tatnipi.ru

*A.Kh. Kabirova*, PhD, Senior Researcher, Formation Evaluation and Well Test Department, TatNIPIneft Institute – PJSC TATNEFT  
186a, Sovetskaya Str., Almetyevsk, 423458, Russian Federation  
E-mail: ahkabirova@tatnipi.ru

*Статья поступила в редакцию 27.04.2024*

*Принята к публикации 19.06.2024*

*Опубликована 30.06.2024*