

Некоторые аспекты формирования залежей сверхвязких нефтей в отложениях сакмарского яруса на территории Республики Татарстан

Хазиев Р.Р., Андреева Е.Е., Анисимова Л.З., Фахрутдинов И.Р., Баранова А.Г.
Институт проблем экологии и недропользования АН РТ, Казань, Россия
radmir361@mail.ru

Аннотация
В работе рассмотрены особенности литологического и тектонического строения территории северо-восточной части Южно-Татарского свода (ЮТС). Выявлены благоприятные факторы для формирования скоплений углеводородов на исследуемой территории: наличие антиклинальных структур первого порядка, наличие трещиноватых и кавернозных пород в отложениях нижнесакмарского яруса, наличие пород-флюидоупоров в вышележащих отложениях, обеспечивающих сохранность потенциальных залежей нефти. Помимо этого, выявлены дополнительные предпосылки для формирования залежей углеводородов (УВ): наличие разломов, обеспечивающих возможность для вертикальной миграции УВ с последующим заполнением потенциальных ловушек; а также вторичные изменения, формирующие пустотное пространство пород-коллекторов.

Материалы и методы
Теоретические: карты тектонического строения территории и карта современных неотектонических движений земной коры. Полевые: данные макроописания кернового материала (как первичного по данным геологических журналов, так и переописания коллективом авторов). Лабораторные: данные растровой электронной микроскопии (РЭМ) образцов керна. Объект исследования: керновый материал, отобранный из отложений

сакмарского яруса в ходе поисково-разведочного бурения на территории северо-восточного склона ЮТС. (По согласованию с недропользователем данные о разведочной площади, количестве пробуренных скважин и их номерах не разглашаются.)

Ключевые слова
сверхвязкие нефти, СВН, карбонатный коллектор, фильтрационно-емкостные свойства, ФЕС, нефтяной пласт, Южно-Татарский свод, растровая электронная микроскопия, РЭМ

Для цитирования
Хазиев Р.Р., Андреева Е.Е., Анисимова Л.З., Фахрутдинов И.Р., Баранова А.Г. Некоторые аспекты формирования залежей сверхвязких нефтей в отложениях сакмарского яруса на территории Республики Татарстан // Экспозиция Нефть Газ. 2020. № 6. С. 68–71.
DOI: 10.24411/2076-6785-2020-10114

Поступила в редакцию: 28.07.2020

GEOLOGYUDC 550.812 | Original Paper

Certain aspects of forming extra-viscous oil deposits in sakmarian sediments in the Tatarstan Republic

Khaziev R.R., Andreeva E.E., Anisimova L.Z., Fakhrutdinov I.R., Baranova A.G.
Institute for Problems Ecology and Mineral Wealth Use of Tatarstan Academy of Sciences, IPeM TAS, Kazan, Russia
radmir361@mail.ru

Abstract
The work considers the peculiarities of the lithological and tectonic structure of the territory of the northeastern part of the South Tatar arch (STA). Favorable factors for formation of hydrocarbon accumulations in the area under study were revealed: presence of anticlinal structures of the first order, presence of fractured and cavernous rocks in sediments of the Lower sakmar stage, presence of rocks-fluid stops in overlying sediments ensuring preservation of potential oil deposits. In addition, additional prerequisites for the formation of hydrocarbon deposits (HC) were identified: the presence of faults that provide the possibility for vertical migration of HC with the subsequent filling of potential traps; as well as secondary changes forming the hollow space of rock collectors. The obtained conclusions make it possible to give a favorable forecast during geological exploration for hydrocarbons in Sakmar sediments on the studied territory.

Materials and methods
Theoretical data: maps of the tectonic structure studying territory and the map of modern neotectonic movements of the earth's crust. "Field" methods: description of core material (both primary according to geological journals, and re-description by a team of authors). Laboratory methods: raster electron microscopy (REM) data of core samples. Object of study: in present work object of research was a core material taken from sakmarian age sediments during exploratory drilling on

the territory of the North-Eastern slope of the South-Tatar ark (STA). (In agreement with the subsoil user, data about exploration area, the number of drilled wells, and their sequence numbers are not disclosed.)

Keywords
extra-viscous oils, EVO, carbonate collector, filtration-capacitive properties, FCP, oil reservoir, South Tatar arch, STA, raster electronic microscopy, REM

For citation
Goridko K.A. The bench for studying gas phase dispersion in gas-liquid mixture flow along the length of electric submersible pump. Exposition Oil Gas, 2020, issue 6, P. 68–71. (In Russ). DOI: 10.24411/2076-6785-2020-10106

Received: 28.07.2020

Введение
На территории Республики Татарстан (РТ) уже более 15 лет ведется экспериментальная добыча углеводородного сырья из отложений уфимского яруса на Ашальчинском месторождении сверхвязкой нефти (СВН) [1, 5]; и с каждым годом наблюдается устойчивая тенденция роста годовой добычи (в настоящее время около 4 млн т в год в целом по РТ).

Помимо экспериментальной добычи проводится бурение разведочных скважин на перспективных территориях юго-восточного склона Южно-Татарского свода (ЮТС) с целью приращения запасов СВН.

Однако перспективы дальнейших геолого-разведочных работ распространяются не только на территории южной и юго-восточной части ЮТС с открытыми залежами СВН, но и на территорию северо-восточного склона ЮТС, где по данным поискового и разведочного бурения выявлены нефтепроявления в сакмарских отложениях [6].

Как известно, благоприятными факторами для формирования залежей нефти (в том числе и залежей СВН) являются: 1) наличие положительных структур как потенциальных ловушек для скоплений углеводородов (сводов, валов, локальных поднятий); 2) наличие пород-коллекторов в качестве резервуаров для углеводородов; 3) наличие пород-покрышек, сохраняющих залежь от разрушения.

Дополнительно к вышеупомянутым факторам относится: наличие разломов и трещин в осадочной толще, способствующих вертикальной миграции углеводородов из нижележащих продуктивных отложений в вышележащие с последующим заполнением ловушек; а также эпигенетические процессы, формирующие вторичное пустотное пространство потенциального природного резервуара.

Результаты и обсуждения
Как было сказано выше, одним из основных благоприятных факторов при формировании залежей нефти является наличие положительных структур в осадочной толще. При

рассмотрении тектонической карты территории северо-востока ЮТС видно, что на всей территории имеются линейно-вытянутые в субмеридиональном направлении положительные структуры (рис. 1), протяженность которых составляет несколько десятков километров. Ширина этих структур составляет от 3 до 6–7 км.

Как видно из рис. 1, на территории имеется серия поднятий 1 порядка как потенциальных ловушек при формировании скоплений УВ.

В конце 90-х – начале 2000-х годов на территории северо-восточного склона ЮТС проводилось бурение разведочных скважин с полным отбором керна из отложений нижнепермского отдела, в частности из отложений сакмарского яруса. Этот материал послужил для оценки коллекторских и экранирующих свойств сакмарских отложений.

При макроописании и рассмотрении образцов керна авторами установлено, что нижнесакмарские отложения (тастубский горизонт) представляли карбонатным коллектором с довольно крупными кавернами размером от 1 до 3 мм (рис. 2), что позволяет оценить отложения как потенциальный коллектор для скопления залежей СВН. Как отмечается в работе [2, 3], в порых с данной размерностью идет фильтрация УВ свободно, под действием силы гравитации.

Однако немаловажным фактором при формировании нефтяных залежей является наличие пород-покрышек, «запечатывающих» залежь и препятствующих миграции углеводородов в выше- и нижележащие горизонты. При рассмотрении образцов керна вышележащих отложений — стерлитамакского горизонта — установлено, что отложения представлены загипсованными доломитами и известняками (рис. 3). По данным литологическим особенностям авторы позволяют оценить верхнесакмарские отложения как потенциальную покрышку при формировании залежей углеводородов.

Как видно из вышесказанного, необходимые условия для формирования залежей УВ в сакмарских отложениях на изучаемой

территории выполняются. В дополнение следует отметить, что немаловажным фактором для формирования залежей СВН является наличие тектонических разломов для вертикальной миграции УВ из нижележащих продуктивных отложений в вышележащие.

При изучении карты современных неотектонических движений (рис. 4) видно, что на территории северо-востока ЮТС наблюдается серия тектонических нарушений ориентировкой в субширотном направлении, которые, в свою очередь, могут обеспечить вертикальную миграцию УВ с последующим заполнением ловушек в отложениях нижнесакмарского подъяруса. При детальном изучении карты видно, что на изучаемой территории имеются очаги землетрясений с силой более 5 баллов; соответственно не исключено формирование новых разломов в осадочной толще.

В качестве второстепенного фактора при формировании скоплений УВ в карбонатной породе-коллекторе немаловажную роль играют процессы наложенного эпигенеза (выщелачивание и вторичная доломитизация) [4]. При рассмотрении образцов керна из тастубских отложений методом РЭМ выявлены микропоры размером от 0,1 до 0,5 мм (рис. 5). Согласно литературным данным [2] в порых с такой размерностью возможно частичное движение флюидов с применением дополнительных сил (применение системы повышения пластового давления) для компенсации капиллярного давления; однако в случае большей интенсивности этих вторичных процессов возможно формирование пустот большего размера, где фильтрация флюидов может происходить под действием гравитационных сил. Не исключено, что при бурении разведочных и поисково-разведочных скважин на данной территории при условии отбора и детального изучения кернового материала будут выявлены поры большей размерности как по результатам макроописания, так и микроописания кернового материала.

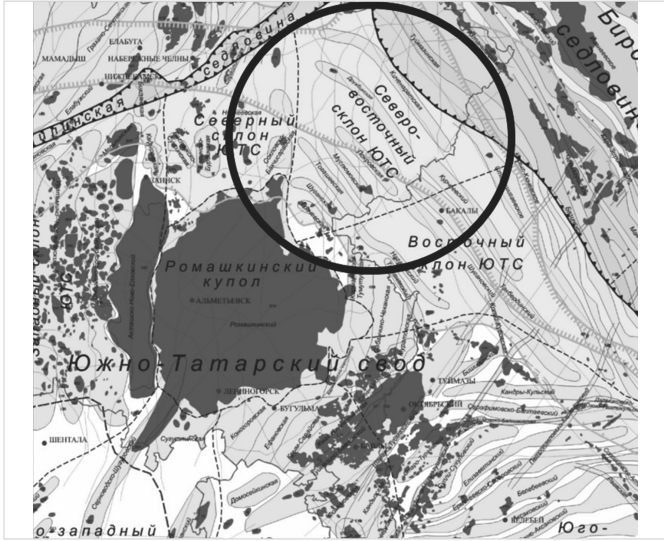


Рис. 1. Фрагмент тектонической карты юго-восточного региона Республики Татарстан (северо-восточный склон отмечен кругом) [2], М 1:2 000 000
Fig. 1. Fragment of the tectonic map of South-Eastern region Tatarstan Republic (the North-Eastern slope is marked with a black circle), [2] Scale 1:2,000,000



Рис. 2. Фотография образца керна из нижнесакмарских отложений (на фотографии кавернозный известняк тастубского возраста)
Fig. 2. Photo of a core sample from the lower sakmarian age sediments (in the photo shown a tastubian age cavernous limestone)



Рис. 3. Фотография образца керна из верхнесакмарских (стерлитамакских) отложений (на фотографии загипсованный доломит)
Fig. 3. Photo of a core sample from the upper sakmarian (sterlitamak) age sediments (in the photo shown a gypsum dolomite)

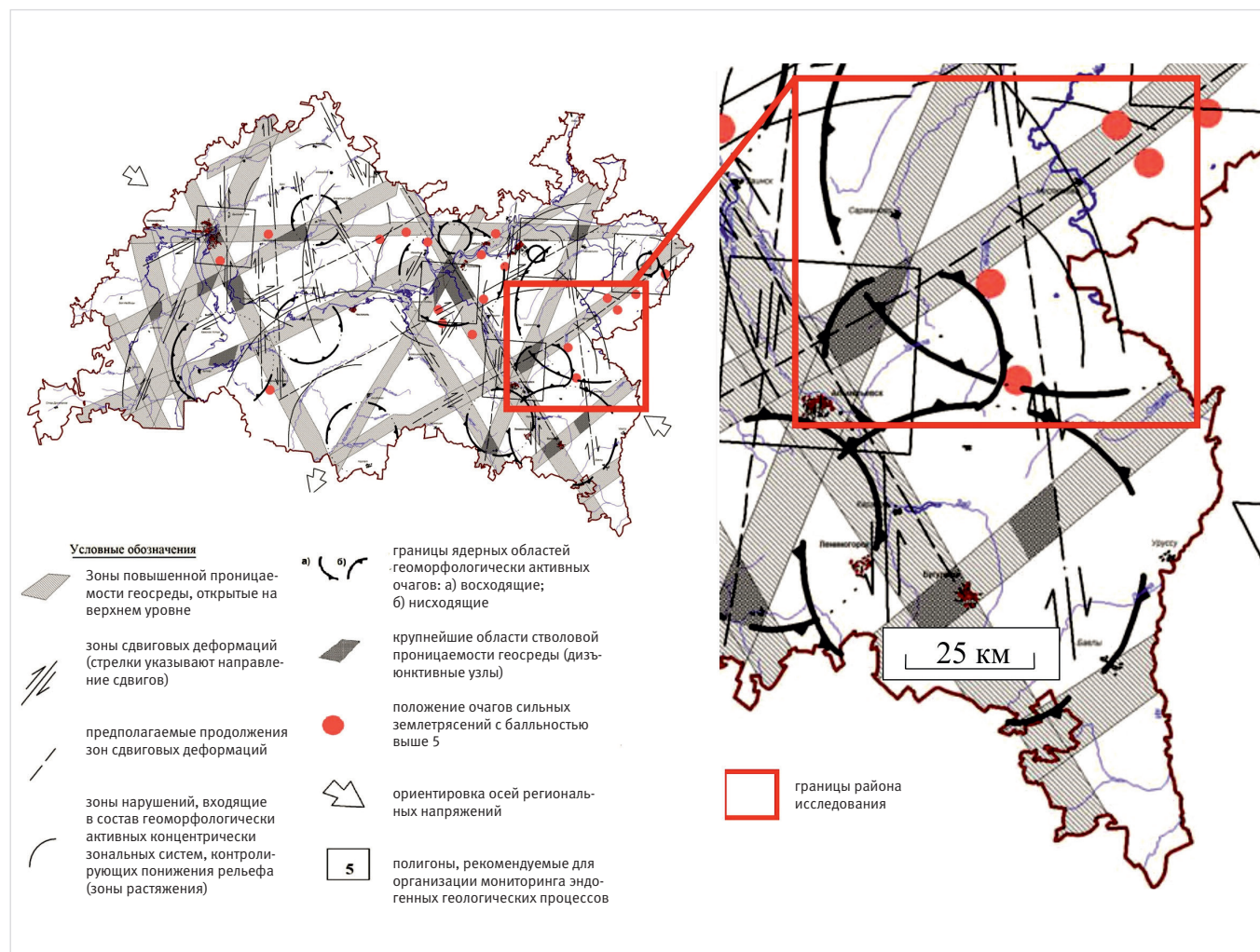


Рис. 4. Карта современных геодинамических движений на территории РТ (по данным ГУП НПО «Геоцентр» на 2008 г.)
Fig. 4. Map of modern geodynamic movements on the territory Tatarstan Republic (map built according to the state unitary enterprise NGO "Geocenter" for 2008)

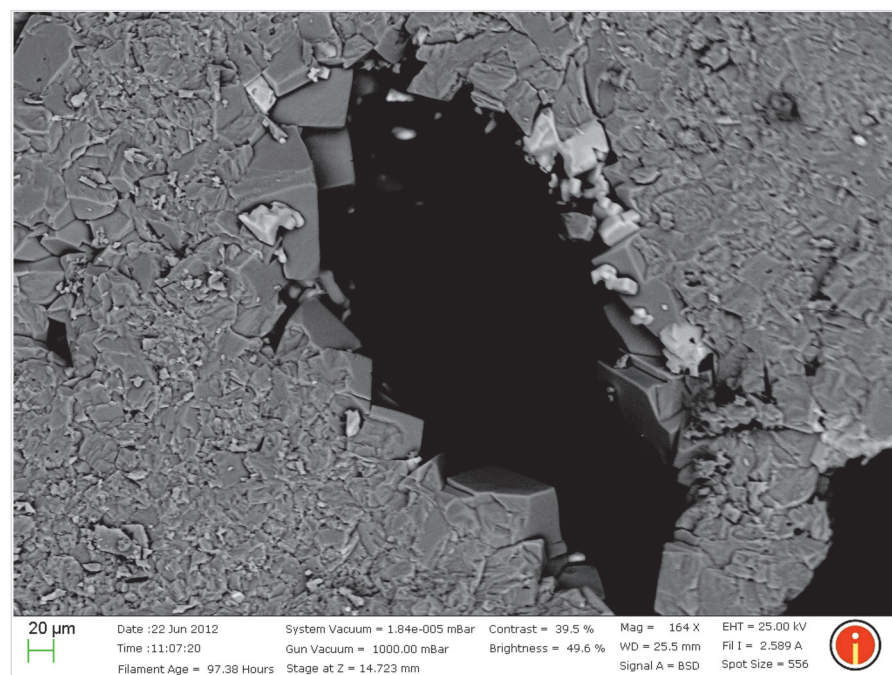


Рис. 5. Фотография образца керна, выполненная методом растровой электронной микроскопии (на фотографии изображен известняк с выраженными процессами выщелачивания и вторичной доломитизации)
Fig. 5. A photo of a core sample made by scanning electronic microscopy (in the photo shown limestone with pronounced leaching and epigenetic dolomitization processes)

Итоги

В исследуемом районе имеется ряд благоприятных условий для формирования залежей природных битумов:

- наличие линейно-вытянутых положительных структур как потенциальных резервуаров УВ в сакмарских отложениях;
- наличие пористых пород-коллекторов та-стубского горизонта;
- наличие пород-флюидоупоров стерлита-макского горизонта;
- наличие неотектонических движений, способных создать условия для вертикальной миграции УВ в вышележащие горизонты;
- наличие процессов наложенного эпигенеза (выщелачивания) как благоприятный фактор для формирования пустотного пространства породы коллектора.

Выводы

Следует учесть, что на территории северо-восточного склона ЮТС находятся открытые нефтяные месторождения, где ведется промышленная добыча из продуктивных пластов, приуроченных к отложениям каменноугольной системы. Однако не следует исключать, что на фоне нарастающей годовой добычи нефти по РТ в целом в дальнейшем может возникнуть необходимость вовлечения в разработку запасов УВ в вышележащих отложениях сакмарского

яруса, в случае подтверждения их промышленной нефтеносности поисково-разведочным бурением. Устойчивая тенденция роста годовой добычи нефти в РТ вызывает необходимость вовлечения в разработку уже открытых месторождений с запасами СВН, а также поиска и открытия новых месторождений на перспективных территориях для приращения запасов. Территорию северо-восточного склона по рассмотренным литологическим и тектоническим особенностям, а также по лабораторным данным исследования, можно рассмотреть как потенциально перспективную.

Литература

1. Вафин Р.Ф., Николаев А.Г., Валева Р.Д. Породы-коллекторы сверхвязких нефтей уфимского комплекса Больше-Каменского месторождения // Ученые записки Казанского государственного университета. Серия: Естественные науки. 2010. Т. 152. Кн. 1. С. 216–225.
2. Гиматулинов Ш.К., Ширковский А.И. Физика нефтяного и газового пласта. М.: Альянс, 2005. 312 с.
3. Ларочкина И.А. Геологические основы поисков и разведки нефтегазовых месторождений на территории Республики Татарстан. Казань: Гарт, 2008. 210 с.

4. Сахибгареев Р.С. Вторичные изменения коллекторов в процессе формирования и разрушения нефтяных залежей. Ленинград: Недра, 1989. 260 с.
5. Хазиев Р.Р., Андреева Е.Е., Баранова А.Г., Анисимова Л.З., Вафин Р.Ф., Салахова М.Ф. Оценка возможности применения технологии SAGD на месторождении СВН Республики Татарстан // Экспозиция Нефть Газ. 2018. № 2. С. 28–32.
6. Хазиев Р.Р., Фахрутдинов Э.И., Нургулиева Н.Г. Литохимическая зональность и циклическое строение пермских отложений на северо-восточном склоне Южно-Татарского свода // Георесурсы. 2015. Т. 1. № 3. С. 27–32.

ENGLISH

Results

In the study area, there are a number of favorable conditions for the formation of natural bitumen deposits:

- the presence of linear-elongated anticlinal structures as potential reservoirs of hydrocarbons in the sakmarian deposits;
- the presence of porous reservoir in tastubian age sediments;
- presence of fluid-resistant rocks of the sterlitamak strata;
- the presence of neotectonic movements that can create conditions for vertical migration of hydrocarbons to the overlying sediments;
- the existence of processes of the imposed epigenesis (leaching) as a favorable factor for the formation of the void space of the reservoir rock.

Conclusions

It should be noted that on the territory of the northeastern slope of STA there are open oil fields where industrial production is carried out from productive formations confined to deposits of the coal system. However, it should not be excluded that against the background of the increasing annual oil production for RT as a whole, in the future there may be a need to involve in the development of HC reserves in the overlying sediments of the Sakmarian stage, if their industrial oil content is confirmed by prospecting and exploration drilling.

The steady trend of growth of annual oil production in the Republic of Tatarstan causes the need to involve already discovered fields with SVN reserves in the development, as well as the search and discovery of new fields in promising areas to increase reserves.

The territory of the northeast slope according to the lithological and tectonic features considered; and from laboratory data, the study can also be considered as potentially promising.

Reference

1. Vafin R.F., Nikolaev A.G., Valeeva R.D. Ultra-viscous oil reservoirs in Ufa Complex of Bolshe-Kamensky deposit and its properties. Proceedings of Kazan University. Natural Sciences Series. Vol. 152, book 1, 2010, P. 216–225. (In Russ).
2. Gimatudinov S.K., Shirkovsky A.I. Physics of the oil and gas reservoir. Moscow: Alyans, 2005, 312 p. (In Russ).
3. Larochkina I.A. Geological foundations of prospecting and exploration for oil and gas fields in the Republic of Tatarstan, Kazan: Gart, 2008, 210 p. (In Russ).
4. Sahibgarееv R.S. Secondary alterations of reservoirs in the process of formation and destruction of oil deposits, Leningrad: Nedra, 1989, 260 p. (In Russ).
5. Khaziev R.R., Andreyeva E.E., Baranova A.G., Anisimova L.Z., Vafin R.F., Salakhova M.F.

- Evaluation of the possible use of the SAGD at the superviscous oil field in the Republic of Tatarstan. Exposition Oil Gas, 2018, issue 2, P. 28–32. (In Russ).
6. Khaziev R.R., Fakhrutdinov E.I., Nurgalieva N.G. Lithochemical Zoning and Cyclic Structure of Permian Sediments in the North-Eastern Slope of the South Tatar Arch. Georesursy. 2015, Vol. 1, issue 3, P. 27–32. (In Russ).

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ | INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Хазиев Радмир Римович, научный сотрудник лаборатории геологического и экологического моделирования, Институт проблем экологии и недропользования АН РТ, Казань, Россия
Для контактов: radmir361@mail.ru

Андреева Евгения Евгеньевна, старший научный сотрудник лаборатории геологического и экологического моделирования, Институт проблем экологии и недропользования АН РТ, Казань, Россия

Анисимова Лилия Закувановна, научный сотрудник лаборатории геологического и экологического моделирования, Институт проблем экологии и недропользования АН РТ, Казань, Россия

Фахрутдинов Ильмир Рафаилович, младший научный сотрудник лаборатории геологического и экологического моделирования, Институт проблем экологии и недропользования АН РТ, Казань, Россия

Баранова Анна Геннадьевна, старший научный сотрудник лаборатории геологического моделирования, Институт проблем экологии и недропользования АН РТ, Казань, Россия

Khaziev Radmir Rimovich, researcher, Laboratory geological and environmental modelling, Institute for Problems Ecology and Mineral Wealth Use of Tatarstan Academy of Sciences, IPeM TAS, Kazan, Russia
Corresponding author: radmir361@mail.ru

Andreeva Evgenia Evgenievna, senior Researcher, Laboratory geological and environmental modelling, Institute for Problems Ecology and Mineral Wealth Use of Tatarstan Academy of Sciences, IPeM TAS, Kazan, Russia

Anisimova Lilia Zakuvanovna, researcher, Laboratory geological and environmental modelling, Institute for Problems Ecology and Mineral Wealth Use of Tatarstan Academy of Sciences, IPeM TAS, Kazan, Russia

Fakhrutdinov Ilmir Rafailevich, Associate Researcher, Laboratory geological and environmental modelling, Institute for Problems Ecology and Mineral Wealth Use of Tatarstan Academy of Sciences, IPeM TAS, Kazan, Russia

Baranova Anna Gennadievna, senior researcher, Laboratory geological and environmental modelling, Institute for Problems Ecology and Mineral Wealth Use of Tatarstan Academy of Sciences, IPeM TAS, Kazan, Russia