

Прогноз нефтеносности сакмарских отложений на востоке Республики Татарстан по данным исследования керн биотестировочных скважин

Хазиев Р.Р., Анисимова Л.З., Баранова А.Г.

Институт проблем экологии и недропользования АН РТ, Казань, Россия
radmir361@mail.ru

Аннотация

Тенденция ежегодно растущих объемов добычи нефти в Волго-Уральской нефтегазоносной провинции требует наращивания минерально-сырьевой базы путем открытия новых месторождений или ввода в разработку трудноизвлекаемых (нетрадиционных) запасов углеводородов. Одним из альтернативных источников углеводородов являются пермские битумы, сосредоточенные в уфимских, казанских и нижнепермских отложениях на юго-востоке Республики Татарстан (РТ). Перспективы открытия мелких битумных месторождений прослеживаются и в восточной части РТ, где по литологическим, тектоническим критериям и результатам бурения тестировочных скважин получены положительные прогнозы на углеводородное сырье.

Материалы и методы

Теоретические – литолого-фациальные карты сакмарских отложений на территории РТ.

Практические – карты с результатами бурения тестировочных скважин.

Объект исследования – отложения сакмарского яруса в пределах разведочных площадей на территории северного и северо-восточного склона Южно-Татарского свода.

Ключевые слова

сверхвязкие нефти, карбонатный коллектор, сакмарские отложения, биотестировочные скважины, вторичный минералогенез

Для цитирования

Хазиев Р.Р., Анисимова Л.З., Баранова А.Г. Прогноз нефтеносности сакмарских отложений на востоке Республики Татарстан по данным исследования керн биотестировочных скважин // Экспозиция Нефть Газ. 2021. № 5. С. **–**. DOI: 10.24412/2076-6785-2021-5-**-*

Поступила в редакцию: 09.06.2021

GEOLOGY

UDC 550.812.14 | Original paper

Forecast oil content of sakmarian sediments in the east side of Tatarstan Republic according to study core material of bio-testing wells

Khaziev R.R., Anisimova L.Z., Baranova A.G.

Institute of problems ecology and subsoil use of the Tatarstan academy of sciences, Kazan, Russia
radmir361@mail.ru

Abstract

The trend of annually increasing oil production in the Volga-Ural oil and gas province requires increasing the mineral resource base by opening new fields or entering into development of hard-to-recover (unconventional) hydrocarbon reserves. One of this alternative sources of hydrocarbons is Permian bitumen, which is concentrated in the ufimian, kasanian and lower permian sediments in the south-east of Tatarstan. Prospects for the discovery of small bituminous deposits are also available in the eastern part of Tatarstan, where positive forecasts for hydrocarbon raw materials for the deposits were obtained according to lithological, tectonic criteria and the results of drilling test wells.

Materials and methods

Theoretical – lithological-facies maps of the sakmarian deposits on the Tatarstan Republic.

Practical – maps with the results of drilling bio-testing wells. Object of research – exploration areas on the territory of the eastern slope of the South Tatar arch.

Keywords

super-viscous oils, carbonate reservoir, sakmarian deposits, bio-testing wells, secondary mineralogy

For citation

Khaziev R.R., Anisimova L.Z., Baranova A.G. Forecast oil content of sakmarian sediments in the east side of Tatarstan Republic according to study core material of bio-testing wells. Exposition Oil Gas, 2021, issue 5, P. **–*. (In Russ). DOI: 10.24412/2076-6785-2021-5-**-*

Received: 09.06.2021

Введение

Несмотря на высокую степень изученности глубоким поисковым бурением большей части территории Татарстана, есть отдельные районы с большой удаленностью друг от друга глубоких поисково-разведочных скважин и, как следствие, относительно слабой геологической изученностью. Одним из таких районов является восток Республики Татарстан (РТ) — район северного и северо-восточного склона Южно-Татарского свода (ЮТС).

Как отмечается в [3], в этом районе есть благоприятные факторы для формирования залежей природных битумов: наличие ловушек структурного типа, наличие пород-коллекторов и покрышек, наличие глубинных разломов и неотектонических движений как благоприятный фактор, способствующий миграции углеводородов (УВ), а также процесс выщелачивания пустотного пространства пород-коллекторов.

При вышеописанных факторах с большой долей вероятности возможно формирование битумных залежей при восходящей миграции углеводородов из нижележащих отложений с последующим заполнением пустотного пространства пород-коллекторов, одними из которых потенциально являются сакмарские карбонаты.

Для исследования вертикальной части разреза (ВЧР), в частности, применяются геохимические методы поиска углеводородов, один из которых — биогеохимическое тестирование (БГХТ). Однако, несмотря на более чем полувековую историю развития, биогеохимические методы поисков залежей углеводородов не нашли широкого практического применения, несмотря на то что их относят к прямым методам поиска. Вероятнее всего, основные причины, что эти методы не нашли широкого применения, — это необходимость отбора большого объема ядерного материала, что в свою очередь является дорогостоящей и трудоемкой процедурой; а также большие затраты, связанные с необходимостью покупки дорогостоящего оборудования для анализа, пробоподготовку и, соответственно, проведение лабораторных исследований проб на наличие углеводородов и содержание органического углерода в породе. В условиях рыночной экономики компании, занятые в сфере добычи углеводородов (в частности малые нефтяные компании), стараются минимизировать или по возможности отказаться от затрат на фундаментальные и прикладные научные изыскания ввиду необходимости больших капиталовложений в эти исследования.

Теоретическая часть

Конечная задача применения биогеохимического метода — прогнозная оценка продуктивности (или непродуктивности) скважин по возможности на ранних интервалах их проходки [5].

Технически метод БГХТ осуществляется в процессе бурения специальных тестировочных скважин на относительно малых глубинах (15–35 % расстояния от поверхности до залежи) в процессе проходки неглубоких структурных скважин и/или в процессе бурения глубоких скважин. Бурение скважин проводится с полным отбором керна, который в дальнейшем исследуется на содержание органического углерода (Сорг) в породе и построением графика изменения содержания Сорг по глубине. В случае если его содержание увеличивается вниз по разрезу, скважина имеет положительный прогноз

на углеводороды; в противном случае — отрицательный (рис. 1).

Преимуществом биогеохимической индикации, в отличие от традиционных методов исследований, является интегральная характеристика процессов жизнедеятельности микроорганизмов по суммарному содержанию в горных породах органического углерода, связанного с остатками сапропелевого вещества и/или микробной биопродукции.

В РТ длительное время (с 1993–2003 гг.) применялась технология поиска углеводородных залежей способом БГХТ на стадии,

предшествующей постановке глубокого бурения [5]. В настоящее время на территории РТ с целью оценки перспектив нефтеносности по результатам биогеохимического тестирования горных пород на подготовленных к глубокому бурению структурах пробурено 210 тестировочных скважин, данные по результатам работ получены по 203 скважинам, в которых получены следующие прогнозы нефтеносности по БГХТ-анализу:

- положительный прогноз — в 84 скв. (40,4 %);
- отрицательный прогноз — в 106 скв. (51 %);

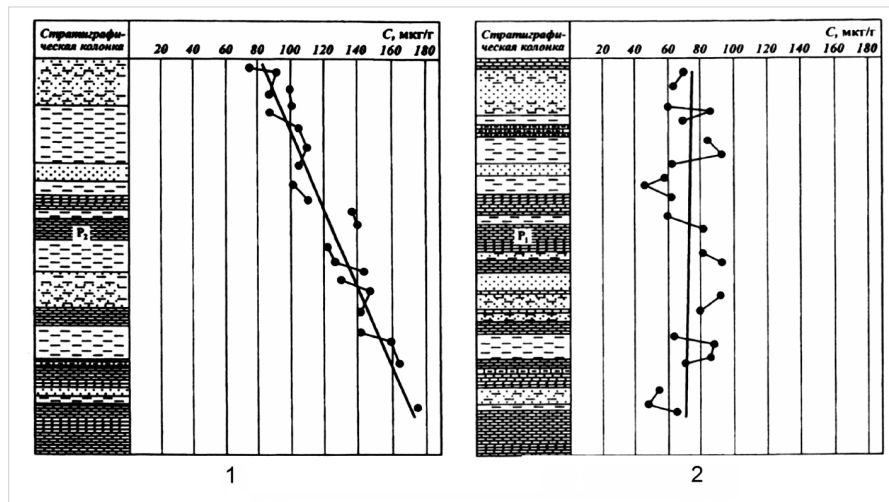


Рис. 1. Зависимость концентрации высокомолекулярных соединений органического происхождения по глубине в случае: 1 — наличия углеводородной залежи; 2 — отсутствия углеводородной залежи

Fig. 1. The dependence of concentration of high-molecular compounds of organic origin on the depth in the case of: 1 — the presence of a hydrocarbon deposit; 2 — in the absence of a hydrocarbon deposit

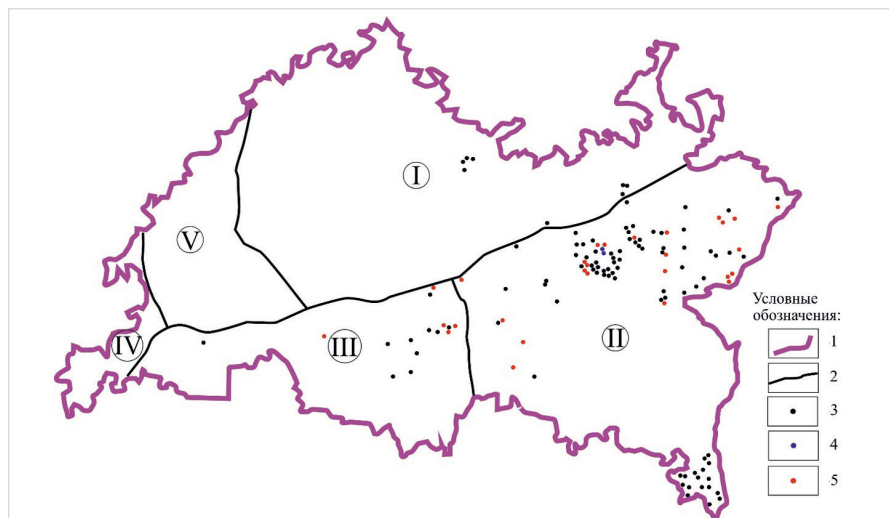


Рис. 2. Тектоническая схема Татарстана с расположением тестировочных скважин с данными БГХТ-прогноза. Масштаб 1:3 000 000.

1 — административная граница Республики Татарстан; 2 — границы тектонических элементов первого порядка; 3 — тестировочные скважины с прогнозом на стадии анализа; 4 — тестировочные скважины с отрицательным прогнозом на нефть; 5 — тестировочные скважины с положительным прогнозом на нефть. I — Северо-Татарский свод; II — Южно-Татарский свод; III — Мелекесская впадина; IV — Токмовский свод; V — Казанско-Кировский прогиб

Fig. 2. Tectonic scheme of Tatarstan Republic with the location of testing wells with biogeochemical testing forecast data. Scale 1:3 000 000.

1 — administrative border of Tatarstan Republic; 2 — boundaries of first-order tectonic elements; 3 — testing wells with a forecast at the analysis stage; 4 — test wells with a negative forecast for oil; 5 — test wells with a positive forecast for oil. I — North Tatar arch; II — South Tatar arch; III — Melekes depression; IV — Tokmovsky arch; V — Kazan-Kirov trough

- неоднозначный прогноз (признаки нефтеносности) — 5 скв. (2,4 %);
- нет данных (в стадии анализа) — 10 скв. (4,7 %);
- не определен прогноз по техническим причинам — 5 скв. (2,4 %).

Анализ полученных результатов

Основные районы, изученные бурением тестировочных скважин: восточный борт Мелекесской впадины, юго-восточная часть Северо-Татарского свода, юго-восточная и восточная часть Южно-Татарского свода (рис. 2).

При рассмотрении карты видно, что максимальная концентрация скважин, давших положительный прогноз, локализована в северной и северо-восточной части Южно-Татарского свода. Отдельное внимание стоит уделить тому, что на западном склоне ЮТС и восточном борту Мелекесской впадины также есть группа скважин с положительным прогнозом; и в этих районах есть открытые и поставленные на баланс месторождения битумов в казанских и уфимских отложениях [2].

Не исключено, что в районе северной части ЮТС при детальном геологоразведочных работах возможно открытие мелких (или мельчайших) месторождений битумов в отложениях сакмарского яруса. Предпосылки формирования новых залежей приведены ниже.

Следует отметить, что в изучаемом районе открыты месторождения нефти в каменноугольных отложениях и ведется промышленная выработка запасов [3]. Как отмечается в [4], в этом районе есть очаги землетрясений до 5 баллов и, как следствие, возможно образование глубинных разломов, способствующих миграции углеводородов из нижележащих отложений в вышележащие с последующим заполнением ловушек структурного типа. Как правило, при вертикальной миграции углеводородов в вышележащие горизонты при контакте с породами или пластовыми водами происходит гипергенное изменение нефти под действием свободного или связанного кислорода [2]. Данное явление сопровождается ухудшением товарных свойств нефти и значительным увеличением ее вязкости; однако в той или иной степени подвижность

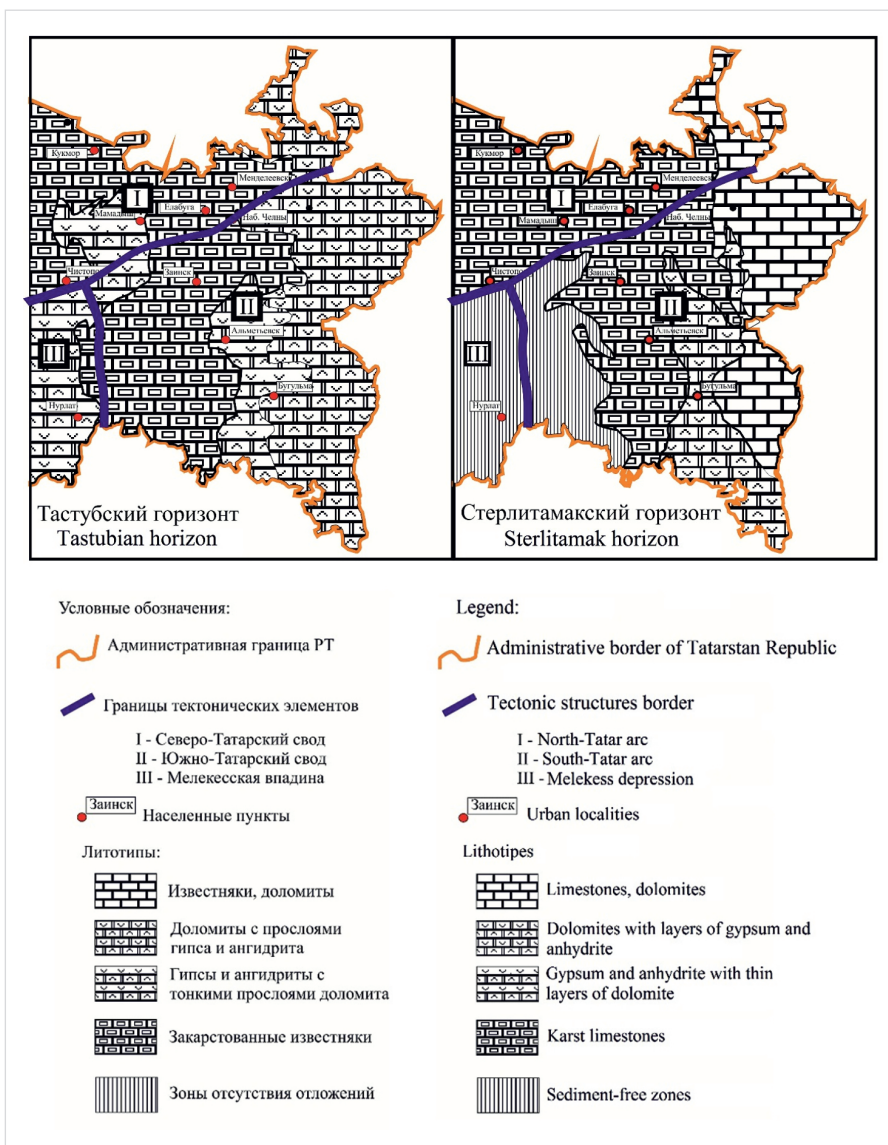


Рис. 4. Фрагмент литолого-фациальных карт сакмарских отложений восточной части Татарстана. Масштаб 1:500 000. Построено по данным [1]

Fig. 4. Fragment of lithofacial maps of the Sakmarian sediments of the eastern part of Tatarstan. Scale 1:500 000. Built according to [1]

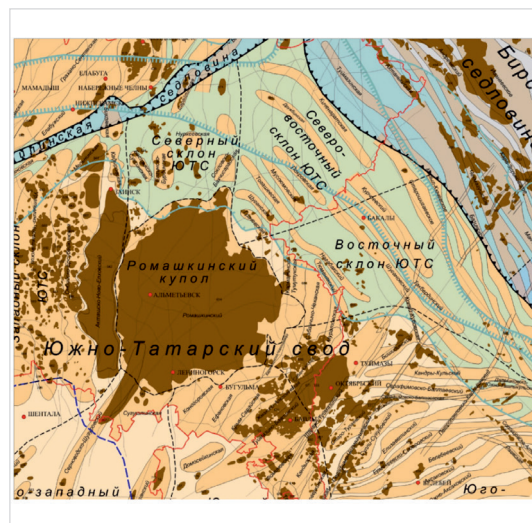


Рис. 3. Фрагмент тектонической карты северного и северо-восточного склона Южно-Татарского свода. Масштаб 1:2 000 000

Fig. 3. Fragment of the tectonic map of the northern and north-eastern slopes of the South Tatar arch. Scale 1: 2 000 000

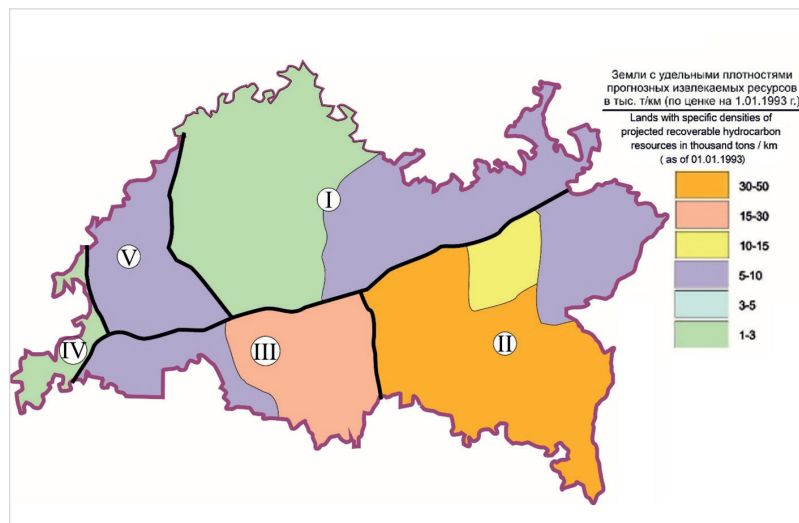


Рис. 5. Карта перспективных земель Татарстана на углеводородное сырье с градацией потенциальных извлекаемых ресурсов углеводородов. Масштаб 1:3 000 000. Названия тектонических элементов (рис. 1)

Fig. 5. Map of promising lands of Tatarstan for hydrocarbon raw materials, with a gradation of potential recoverable hydrocarbon resources. Scale 1:3 000 000. For the names of the tectonic elements (fig. 1)

«новообразованной» вязкой нефти сохраняется, и в случае наличия ловушек структурного типа происходит заполнение купольной части антиклинальных складок. Как видно из рисунка 3, в исследуемом районе прослеживается серия линейных и брахиморфных положительных структур 1 порядка протяженностью несколько километров.

В ходе анализа литолого-фациальных карт [1] наиболее подходящим коллектором среди пермских осадочных образований является сакмарский ярус, представленный стерлитамакским и тастубским горизонтами. Как видно (рис. 4), отложения обоих горизонтов представлены закарстованными известняками в северной и частично в восточной части ЮТС. Не исключено, что в ходе миграции углеводородов возможно формирование битумных залежей в исследуемом районе.

Вышележащие отложения в районе исследования представлены переслаиванием сульфатно-карбонатных и песчано-глинистых красноцветных образований соликамского горизонта (отложения артинского и кунгурского яруса в данном районе размыты). Данные литотипы можно рассмотреть как потенциальную породу-покрышку, «запечатывающую» залежь и препятствующую дальнейшей миграции углеводородов в вышележащие горизонты.

По данным [6], коллективом авторов построена тектоническая схема с градацией территории Татарстана по землям с потенциальными извлекаемыми ресурсами. Основной построения данной схемы послужили комплекты карт: нефте- и битумоносности РТ с нефтяными месторождениями, открытыми за последние 20 лет; тектоническая карта

со структурами 1 и 2 порядка; карта с размещением вертикальных разломов, обеспечивающих миграцию УВ в вышележащий коллектор, а также литолого-фациальные карты пермской системы на территории Татарстана. Градация перспектив земель с численной оценкой потенциальных ресурсов углеводородов реконструирована на основе карты районирования нефтегазоносности РТ для всей осадочной толщи [6].

При рассмотрении этой схемы видно, что большая часть северной части ЮТС оценивается как высокоперспективная с потенциальными извлекаемыми ресурсами углеводородов 10–50 тыс. т на 1 км² (рис. 5).

Итоги

Из вышеизложенного следует, что исследуемый район характеризуется довольно большим углеводородным потенциалом с определенной долей вероятности открытия ловушек структурного типа, пород-коллекторов и покрышек, а также наличие глубинных разломов в осадочной толще является благоприятными факторами для миграции нефти из нижележащих отложений в вышележащие с последующим формированием новой залежи.

Выводы

Несмотря на детальную геолого-геофизическую изученность основных нефтедобывающих районов в Татарстане, в последние два десятилетия открываются мелкие и мельчайшие месторождения нефти с геологическими запасами менее 1 млн т. Совершенствование методов поиска углеводородов

с детализацией геологоразведочных работ в районах с относительно слабой геологической изученностью сопутствуют открытию новых месторождений (в том числе и битумных) и, как следствие, пополнению минерально-сырьевой базы.

Литература

1. Буров Б.В., Есаулова Н.К., Губарева В.С. Геология Татарстана: Стратиграфия и тектоника. М.: ГЕОС, 2003. 403 с.
2. Малофеев В.В. Геологическое обоснование повышения эффективности освоения месторождений сверхвязких нефтей и природных битумов Татарстана. М.: 2011. 24 с.
3. Хазиев Р.Р., Фахрутдинов И.Р., Колузаева К.Ю. Перспективы битумоносности сакмарских отложений юго-востока Республики Татарстан // Геология в развивающемся мире. С. 339–342.
4. 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. 52–55.
5. Биогеохимическое тестирование скважин. URL: <http://myslide.ru/presentation/skachat-biogeoximicheskoe-testirovanie-skvazhin-bgxt> (дата обращения: 09.06.2021).
6. Казанский картограф. URL: <http://tat-map.ru/index/0-12> (дата обращения: 09.06.2021).

ENGLISH

Results

Based on the above arguments, it follows that the study area is characterized by a fairly large hydrocarbon potential with a certain probability of discovery oil deposits in the permian sediments. The presence of structural traps, reservoir rocks and tires, as well as the presence of deep faults in the sedimentary layer are favorable factors for the migration of oil from the underlying sediments to the overlying ones, followed by the formation of a new deposit.

Conclusions

Despite the detailed geological and geophysical study of the main oil-producing areas in Tatarstan, in the last 2 decades, small and minute oil fields with geological reserves of less than 1 million tons have been discovered. The improvement of methods for searching for hydrocarbons with detailed geological exploration in areas with poor geological knowledge accompanies the discovery of new fields (including bitumen) and, as a result, the replenishment of the mineral resource base.

References

1. Burov B.V., Esaulova N.K., Gubareva V.S. Geology of Tatarstan: Stratigraphy and tectonics. Moscow: GEOS, 2003, 403 p. (In Russ).
2. Malofeev V.V. Geological substantiation of efficiency of field development heavy oil and natural bitumen of Tatarstan. Moscow: 2011, 24 p. (In Russ).
3. Khaziev R.R., Fakhrutdinov I.R., Koluzaeva K.Yu. Prospects of bitumen content of sakmar deposits of the South-East of the Republic of Tatarstan. Geology in the developing world, P. 339–342. (In Russ).
4. Khaziev R.R., Andreeva E.E., Anisimova L.Z., Fakhrutdinov I.R., Baranova A.G. Certain aspects of forming extra-viscous oil deposits in sakmarian sediments in the Tatarstan Republic. Exposition Oil Gas, 2020, issue 6, P. 52–55. (In Russ).
5. Biogeochemical testing wells. URL: <http://myslide.ru/presentation/skachat-biogeoximicheskoe-testirovanie-skvazhin-bgxt> (accessed: 09.06.2021).
6. Kazan cartographer. URL: <http://tat-map.ru/index/0-12> (accessed: 09.06.2021).

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ | INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

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

Анисимова Лилия Закувановна, научный сотрудник лаборатории геологического и экологического моделирования ИПЭН АН РТ, Казань, Россия

Баранова Анна Геннадьевна, старший научный сотрудник лаборатории геологического и экологического моделирования ИПЭН АН РТ, Казань, Россия

Khaziev Radmir Rimovich, researcher, Laboratory of Geological and Environmental Modeling, IPEN TAS, Kazan, Russia
Corresponding author: radmir361@mail.ru

Anisimova Lilia Zakuvanovna, researcher, Laboratory of Geological and Environmental Modeling, IPEN TAS, Kazan, Russia

Baranova Anna Gennadyevna, Senior Researcher, Laboratory of Geological and Environmental Modeling, IPEN TAS, Kazan, Russia