

УДК 553.98 + 553.041(470.41)

DOI 10.31087/0016-7894-2022-6-67-83

Высокоуглеродистые карбонатно-кремнистые отложения доманикового типа как объект наращивания ресурсной базы углеводородов в центральной части Южно-Татарского свода

© 2022 г. | Р.Р. Афлятунов¹, А.П. Бачков¹, Н.Г. Веденина¹, С.Е. Войтович¹, Н.Г. Чернышова¹, Н.К. Фортунатова², А.С. Канев², М.В. Дахнова³, В.И. Петерсилье², С.В. Можегова³

¹ПАО «Татнефть»; Альметьевск, Россия; aflyatunovrr@tatneft.ru; bachkovap@tatneft.ru; vedeninang@tatneft.ru; voytovich@tatneft.ru; gghm.tgru@tatneft.ru;

²ФГБУ «Всероссийский научно-исследовательский геологический нефтяной институт», Москва, Россия; fortunatova@vnigni.ru; alexandr_kanev@bk.ru; vipetersilie@mail.ru;

³Апрелевское отделение ФГБУ «Всероссийский научно-исследовательский геологический нефтяной институт», dakhnova@vnigni.ru; mozhegov@vnigni.ru

Поступила 21.10.2022 г.

Доработана 26.10.2022 г.

Принята к печати 28.10.2022 г.

Ключевые слова: *Волго-Уральская провинция; отложения доманикового типа; трудноизвлекаемые запасы; Камско-Кинельская система прогибов; протяженные резервуары; комплексы конодонтов; геохимические исследования.*

Аннотация: В результате многочисленных исследований отложений верхнего девона Волго-Уральской провинции и, в частности, Южно-Татарского свода были выделены свиты, содержащие углеродистые отложения доманикового типа, дана их послышная литологическая и геохимическая характеристика. Промышленная нефтеносность этих отложений установлена в разрезе залежи 444 Березовской площади, которая была рассмотрена в ФБУ «ГКЗ» и поставлена на Госбаланс. В 2018 г. при бурении эксплуатационной скв. 21159 на Северо-Альметьевской площади Ромашкинского месторождения в открытом стволе был получен приток нефти в интервале развития отложений доманикового типа мандымско-доманикового возраста. Затем в пилотном стволе скважины был отобран и исследован керн, выполнен широкий комплекс ГИС и в горизонтальном стволе длиной 318 м после кислотного продавливания получен приток нефти 7,5 м³/сут. Результаты, полученные при изучении скважины, были рассмотрены совместно с ранее выполненными исследованиями нефтегазоносности пород доманикового типа на территории Татарстана. Приведены результаты исследований данных керна, ГИС и испытаний, сделаны выводы о перспективах отложений доманикового типа для прироста ресурсов и запасов с последующим освоением этих отложений на территории Татарстана и, в целом, в Волго-Уральской провинции.

Для цитирования: Афлятунов Р.Р., Бачков А.П., Веденина Н.Г., Войтович С.Е., Чернышова Н.Г., Фортунатова Н.К., Канев А.С., Дахнова М.В., Петерсилье В.И., Можегова С.В. Высокоуглеродистые карбонатно-кремнистые отложения доманикового типа как объект наращивания ресурсной базы углеводородов в центральной части Южно-Татарского свода // Геология нефти и газа. – 2022. – № 6. – С. 67–83. DOI: 10.31087/0016-7894-2022-6-67-83.

High-carbon carbonate-siliceous domanik-type deposits: object of hydrocarbon resource base development in central part of South Tatarsky Arch

© 2022 | R.R. Aflyatunov¹, A.P. Bachkov¹, N.G. Vedenina¹, S.E. Voitovich¹, N.G. Chernyshova¹, N.K. Fortunatova², A.S. Kanev², M.V. Dakhnova³, V.I. Petersilie², S.V. Mozhegova³

¹PAO "Tatneft"; Al'met'evsk, Russia; aflyatunovrr@tatneft.ru; bachkovap@tatneft.ru; vedeninang@tatneft.ru; voytovich@tatneft.ru; gghm.tgru@tatneft.ru;

²All-Russian Research Geological Oil Institute; Moscow, Russia; fortunatova@vnigni.ru; alexandr_kanev@bk.ru; vipetersilie@mail.ru;

³Aprelevka Division of All-Russian Research Geological Oil Institute; Aprelevka, Russia; dakhnova@vnigni.ru; mozhegov@vnigni.ru

Received 21.10.2022

Revised 26.10.2022

Accepted for publication 28.10.2022

Key words: *Volga-Urals Province; domanik-type deposits; difficult-to-recover reserves; Kamsky-Kinel'sky system of troughs; continuous reservoirs; conodont series; geochemical studies.*

Abstract: Numerous studies of Upper Devonian deposits in the Volga-Urals Province and, in particular, in the South Tatarsky Arch, resulted in identification of formations containing carbonaceous domanik-type deposits and their layer-by-layer lithological and geochemical characteristics. Commercial oil content in these deposits was revealed in the column of 444 Pool

in the Berezovsky area; it was approved by FSFI State Reserves Committee and put on the State Balance Sheet. In 2018, oil inflow from the interval of the Mendymsky-Domanikovy domanik-type deposits was obtained in open hole when drilling exploratory well #21159 in the North Altetievsky area of the Romashkinsky field. Core was later taken and studied, wide well logging was performed, and 7.5 m³/day oil inflow was obtained in 318 long horizontal sidetrack after acid pumping. Results of well studies were considered together with the previously conducted analysis of oil and gas bearing capacity of the domanik-type rocks in Tatarstan territory. The authors present the results of core studies, well logging and testing; they draw conclusions on the potential of the domanik-type deposits in the context of resources and reserves growth with further development of these deposits in Tatarstan territory in the Volga-Urals Province as a whole.

For citation: Aflyatunov R.R., Bachkov A.P., Vedenina N.G., Voitovich S.E., Chernyshova N.G., Fortunatova N.K., Kanev A.S., Dakhnova M.V., Petersil'e V.I., Mozhegova S.V. High-carbon carbonate-siliceous domanik-type deposits: object of hydrocarbon resource base development in central part of South Tatarsky Arch. Geologiya nefi i gaza. 2022;(6):67–83. DOI: 10.31087/0016-7894-2022-6-67-83. In Russ.

Введение

Перспективы наращивания ресурсной базы в Республике Татарстан связаны с освоением так называемых трудноизвлекаемых запасов и нетрадиционных источников УВ.

К нетрадиционным источникам УВ относятся отложения доманикового типа в составе средне-франско-турнейского комплекса, в которых за последние 10 лет ФБУ «ГКЗ» после проведения экспертизы поставила на Государственный баланс 4 месторождения в Оренбургской и Самарской областях и 2 месторождения в Республике Татарстан (Ромашкинское — залежи 444 и 570, Бавлинское). Запасы нетрадиционных залежей в Оренбургской и Самарской областях составляют (геологические/извлекаемые), тыс. т: Троицкого месторождения — 516 177/15 485; Красногорского месторождения — 427 569/12 827; Лещевского месторождения — 976 291/101 534; Южно-Неприковского месторождения — 601 161/60 117. Общие суммарные геологические ресурсы перечисленных месторождений превышают 3 млрд т нефти [1].

Продуктивные отложения доманикового типа — это высокоуглеродистые карбонатно-кремнистые породы со сланцеватой текстурой, а также углеродистые брекчии, известняки и доломиты в количестве более 0,5 % ОВ. Выделение в разрезе пород доманикового типа по указанному критерию контролируется результатами прямых геохимических исследований ядра и данными ГИС. Рассматриваемые отложения одновременно являются нефтематеринскими породами и источниками нетрадиционных УВ [2, 3].

Целенаправленное изучение верхнедевонских пород доманикового типа как нетрадиционных источников УВ, проведенное в последние годы коллективами исследователей разных организаций — института «ТатНИПИнефть» [4, 5], ФГБУ «ВНИГНИ» [1–3, 6–11], МГУ имени М.В. Ломоносова [12], АО «ВНИГРИ» [13, 14] и др. — позволило установить следующие их характерные признаки и свойства:

- 1) карбонатно-кремнистый состав отложений и низкое содержание (2–15 %) глинистых минералов, что дает основание не рассматривать эту формацию как «сланцевую»;
- 2) отсутствие традиционных пород-коллекторов;
- 3) отсутствие в этих отложениях корреляционной связи между пористостью и проницаемостью;

4) низкие значения проницаемости, не превышающие $(0,01–0,1) \cdot 10^{-3}$ мкм²;

5) наличие подвижных УВ в отложениях доманикового типа, что определяется наличием зон или областей активной генерации УВ (по данным Rock-Eval, значения $T_{\max} > 425^{\circ}\text{C}$).

Залежи нефти в отложениях доманикового типа, в отличие от традиционных, не контролируются структурным планом или локальными ловушками и не содержат подошвенных и законтурных вод. Резервуары, вмещающие эти залежи, имеют широкое площадное распространение, приурочены к нефтематеринским толщам, первично обогащенным ОВ, и носят название «протяженных» или «непрерывных» резервуаров (continuous reservoirs). Таким образом, целью региональных поисково-разведочных работ является выделение в разрезе и на площади комплекса отложений доманикового типа, который можно рассматривать как «непрерывный» резервуар, содержащий нефть, и в пределах которого должна проводиться оценка нелокализованных ресурсов УВ категории D₁. Учитывая особенности залегания нефти в нетрадиционных резервуарах, при проведении поисковых работ в доманиковых отложениях нет необходимости выявлять локальные ловушки и проводить работы по подготовке их к поисковому бурению. Соответственно не надо оценивать ресурсы категорий D₁ и D₀. В случае положительного результата при поисковом бурении (получение притока нефти, подтверждающего наличие промышленного скопления УВ) на изученном лицензионном участке в границах прослеживания продуктивных пластов запасы оцениваются по категории C₂. В качестве эффективной части разреза доманиковых продуктивных отложений рассматриваются интервалы углеродистых пород, содержащие подвижные УВ.

Доманиковые продуктивные отложения на территории Волго-Уральской нефтегазоносной провинции развиты в составе верхнедевон-турнейского нефтегазоносного комплекса. Максимальный стратиграфический интервал их распространения во франских и фаменских отложениях характерен для разрезов осевых, прибортовых зон палеогибов Камско-Кинельской системы прогибов и внешних зон склонов палеосводов. По направлению к центральным частям палеосводов углеродистые отложения доманикового типа евлановского, ливенского горизонтов франского и фаменского ярусов

последовательно замещаются карбонатами склонового и мелководного генезиса.

Результаты исследований

В 2017–2018 гг. авторами статьи были проведены исследования по актуализации стратиграфической схемы верхнего девона Волго-Уральского субрегиона. В результате этих работ, а также исследований доманикового комплекса были выделены свиты, содержащие углеродистые отложения доманикового типа, дана их послойная литологическая и геохимическая характеристика, определен возраст этих отложений в различных структурно-фациальных зонах, выделены комплексы конодонтов, коррелируемых со стандартными конодонтовыми зонами, определен характер взаимоотношений свит с одновозрастными карбонатными отложениями (Унифицированная ..., Фортунатова Н.К., Зайцева Е.Л., Кононова Л.И., 2018). В центральной части Волго-Уральской нефтегазоносной провинции отложения доманикового типа распространены в пределах следующих стратиграфических подразделений. Во франском ярусе (рис. 1–4) — в доманиковом (семилукском) горизонте (доманиковая альметьевская, тлянчи-тамакская свиты) (см. рис. 1); в речицком (мендымском) горизонте (трудолюбовская, мендымская свиты); в воронежском (мендымском) горизонте (алпаровская, мендымская свиты) (см. рис. 2); в евлановском и ливенском горизонтах (янчиковская, аскынская свиты). В фаменском ярусе (см. рис. 3) — байтуганская и малочеремшанская свиты, включающие: волгоградский, задонский, елецкий горизонты (нижнефаменский подъярус), лебедянский оптуховский и плавский горизонты (среднефаменский подъярус), озерский, хованский, зиганский горизонты (заволжский надгоризонт верхнефаменского подъяруса).

Отложения доманикового типа на рассматриваемой территории Республики Татарстан (см. рис. 4) широко распространены в осевой и прибортовых зонах Усть-Черемшанского палеопргиба Камско-Кинельской системы прогибов и в пределах внешних зон склонов Южно-Татарского палеосвода, где они слагают средне-верхнефранский и фаменский интервалы разрезов. Во внутренних зонах склонов палеосвода стратиграфическое распространение углеродистых карбонатно-кремнистых пород ограничено средним и верхним франом, а в центральных частях только доманиковым и речицким горизонтами. Выделение свит углеродистых карбонатно-кремнистых отложений доманикового типа, их детальная стратиграфическая характеристика позволили более точно провести корреляцию разрезов в зонах их замещения мелководными карбонатными комплексами, а также выделить и охарактеризовать участки с однотипным строением разрезов.

Геохимические исследования являются необходимым видом работ при изучении и прогнозе нефтеносности отложений доманикового типа, так

как только они позволяют получить прямую информацию о распределении в породах различных форм ОВ и наличии подвижных УВ. С помощью геохимических исследований можно получить информацию для моделирования процессов нефтегазообразования и их масштабов в изучаемом регионе, для подсчета запасов и оценки ресурсов УВ в отложениях рассматриваемого типа.

Проведенные геохимические исследования в образцах скважин Березовские-32923, 27395 и Черемшано-Бастрыкская-1046, Алькеевская-30486, Азнакаевская-24673, Западно-Коробковская-2258, Архангельская-12026, Мелекеская-1, Южно-Мухоморские-1027, 1080 (рис. 5–7; см. рис. 4) позволили установить следующие характеристики ОВ для этого типа отложений: сапропелевый тип ОВ с содержаниями 0,5–25 %, градации катагенетической преобразованности ОВ $МК_1$ – $МК_2$ (T_{max} достигает 425–445 °С, метод Rock-Eval).

Для выделения нефтенасыщенных интервалов в отложениях доманикового типа по данным геохимических исследований ядра принято использовать индекс нефтенасыщенности S_1/TOC . По современным представлениям граничное значение показателя S_1/TOC , превышение которого является признаком нефтенасыщенных интервалов, равно 100 мг УВ/г ТОС, поскольку именно это значение является пороговым для насыщения сорбционной емкости материнского керогена и содержащих его пород для большинства изученных нефтематеринских отложений. Однако допускается, что это значение может меняться в зависимости от зрелости керогена, концентрации $C_{орг}$ и литологического состава пород. Известно также, что часть свободных относительно высокомолекулярных компонентов нефти может выходить с пиком S_2 . Оценить содержание таких компонентов в породах можно при сравнении результатов анализа ядра методом Rock-Eval и после экстракции. Центральные районы Волго-Уральской нефтегазоносной провинции — Мелекесская впадина, Южно-Татарский свод и северные районы Актаныш-Чишминского прогиба относятся к зонам катагенеза ОВ в отложениях доманикового типа, соответствующего началу $МК_1$ ($T_{max} = 425$ – 435 °С).

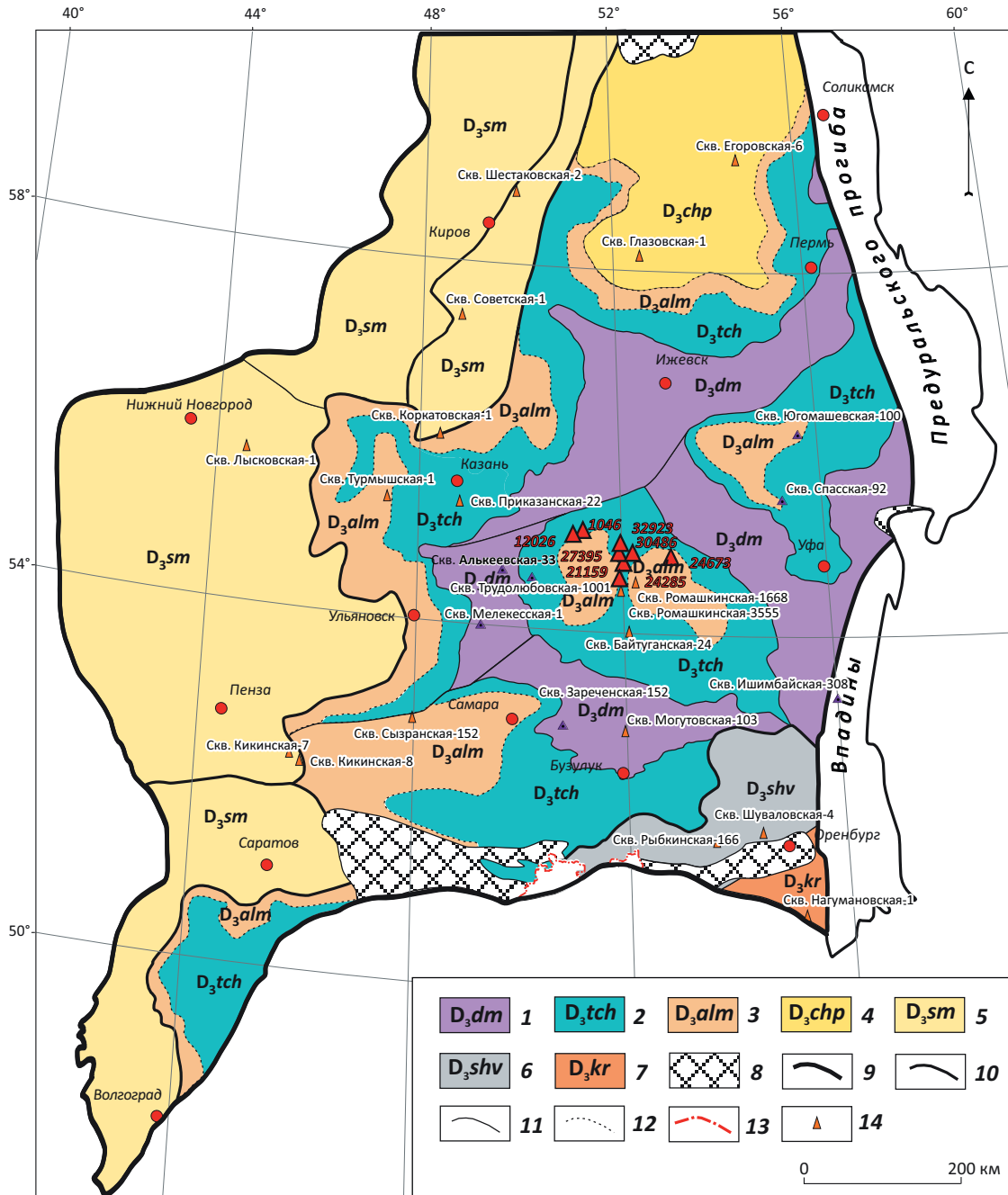
Органический углерод (ТОС) отложений доманикового типа характеризуется высоким генерационным потенциалом (НГ) (500–600 мг УВ/г ТОС). Расчеты, основанные на изменении водородного индекса ОВ отложений этого типа, показали, что с ростом катагенеза к середине градации $МК_1$ ОВ на 30 % реализует свой УВ-генерационный потенциал. Однако большая часть продуктов генерации керогена остается внутри толщи, поскольку они в основном представлены относительно высокомолекулярными компонентами нефти.

Зоны высокого катагенеза ($МК_2$ и выше, $T_{max} > 440$ °С) характеризуются заметным снижением общего содержания ОВ в породах и его генерационного потенциала. В большинстве проанализи-



HC HARD-TO-RECOVER RESERVES AND UNCONVENTIONAL SOURCES

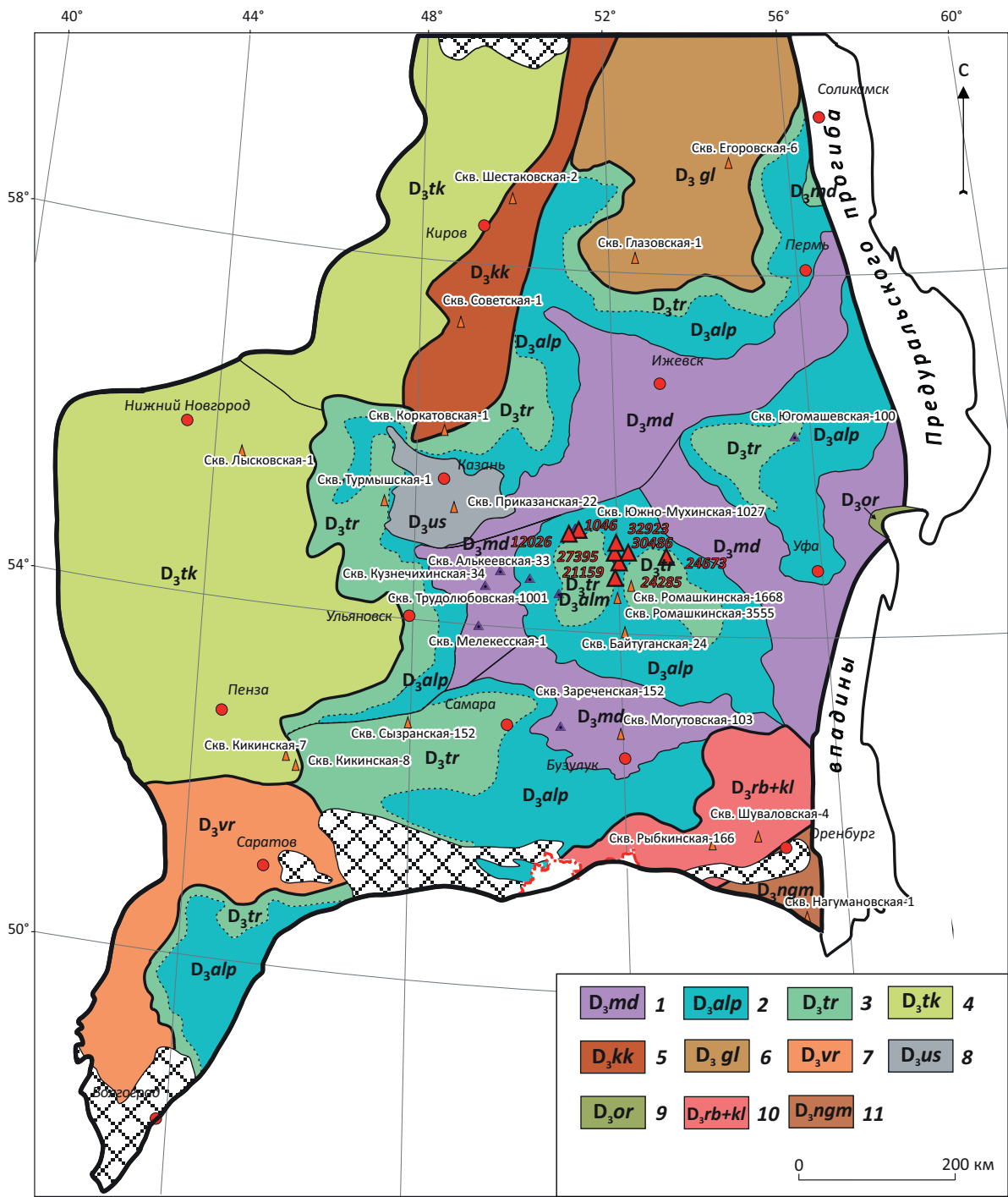
Рис. 1. Карта распространения свит углеродистых пород доманикового типа и синхронных им карбонатных отложений доманикового горизонта Волго-Уральского региона
Fig. 1. Map of occurrence of carbonaceous domanik-type formations and contemporaneous carbonate deposits of the Domanik horizon, Volga-Urals region



Отложения доманикового типа, свиты (1–3): 1 — доманиковская, 2 — тлянчи-тамакская, 3 — алимовская; **карбонатные отложения центральных зон палеосводов и их склонов, свиты (4–7):** 4 — чепецкая, 5 — семилукская, 6 — шуваловская, 7 — куралинская; 8 — области отсутствия отложений; **границы (9–13):** 9 — субрегионов, 10 — структурно-фациальных областей, 11 — структурно-фациальных зон, 12 — структурно-фациальных подзон, 13 — Российской Федерации; 14 — скважины, по которым выделены стратотипы свит

Domanik-type deposits, formations (1–3): 1 — Domanik, 2 — Tlyanchi-Tamaksky, 3 — Alimovsky; **carbonate deposits of central zones of paleo-arches and their slopes, formations (4–7):** 4 — Chepetsky, 5 — Semiluksky, 6 — Shuvalovsky, 7 — Kuralinsky; 8 — areas where the deposits are absent; **boundaries (9–13):** 9 — subregions, 10 — structural and facies areas, 11 — structural and facies zones, 12 — structural and facies subzones, 13 — Russian Federation; 14 — wells where type sections of the formations are identified

Рис. 2. Карта распространения свит углеродистых пород доманикового типа и синхронных им карбонатных отложений воронежского горизонта Волго-Уральского региона
Fig. 2. Map of occurrence of carbonaceous domanik-type formations and contemporaneous carbonate deposits of the Voronezhsky horizon, Volga-Urals region



Отложения доманикового типа, свиты (1–3): 1 — мендымская, 2 — алпаровская, 3 — турмышская; карбонатные отложения центральных зон палеосводов и их склонов, свиты (4–11): 4 — токмовская, 5 — коркатовская, 6 — глазовская, 7 — воронежская, 8 — услонская, 9 — орловская, 10 — колганская и рыбкинская, 11 — нагумановская.

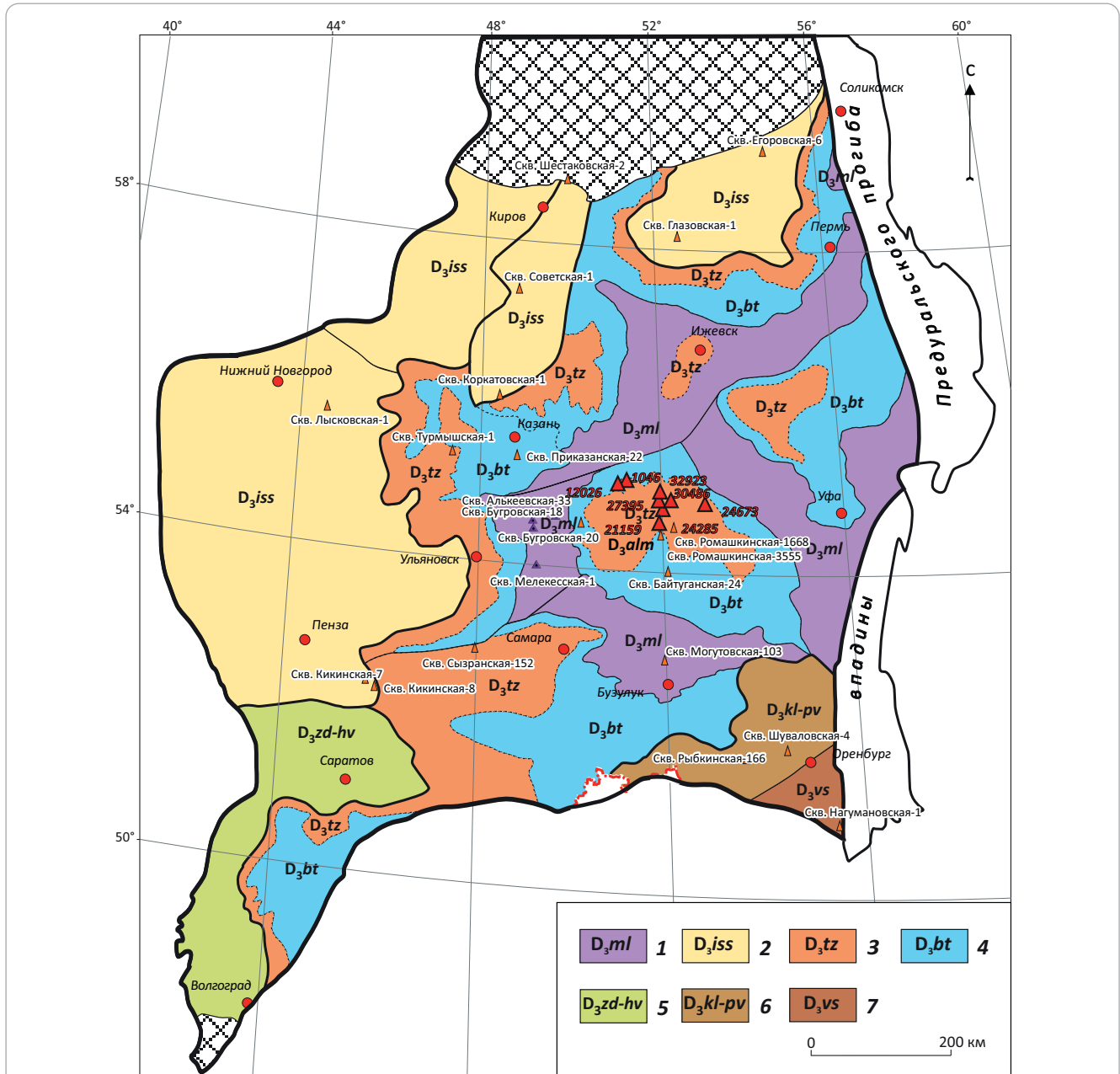
Остальные усл. обозначения см. на рис. 1

Domanik-type deposits, formations (1–3): 1 — Mendymsky, 2 — Alparovsky, 3 — Turmyshsky; carbonate deposits of central zones of paleo-arches and their slopes, formations (4–11): 4 — Tokmovsky, 5 — Korkatovsky, 6 — Glazovsky, 7 — Voronezhsky, 8 — Uslonsky, 9 — Orlovsky, 10 — Kolgansky and Rybkinsky, 11 — Nagumanovsky.

For other Legend items see Fig. 1



Рис. 3. Карта распространения свит углеродистых пород доманикового типа и синхронных им карбонатных отложений фаменского яруса Волго-Уральского субрегиона
Fig. 3. Map of occurrence of carbonaceous domanik-type formations and contemporaneous carbonate deposits of the Famennian Stage, Volga-Urals subregion



1 — отложения доманикового типа, свита малочеремшанская; карбонатные отложения центральных зон палеосводов и их склонов, свиты (2–7): 2 — иссинская, 3 — туймазинская, 4 — байтуганская, 5 — задонская, елецкая, лебедянская, зимовская, сенинская, хованская, 6 — колганская и перволоцкая, 7 — веселовская.
 Остальные усл. обозначения см. на рис. 1

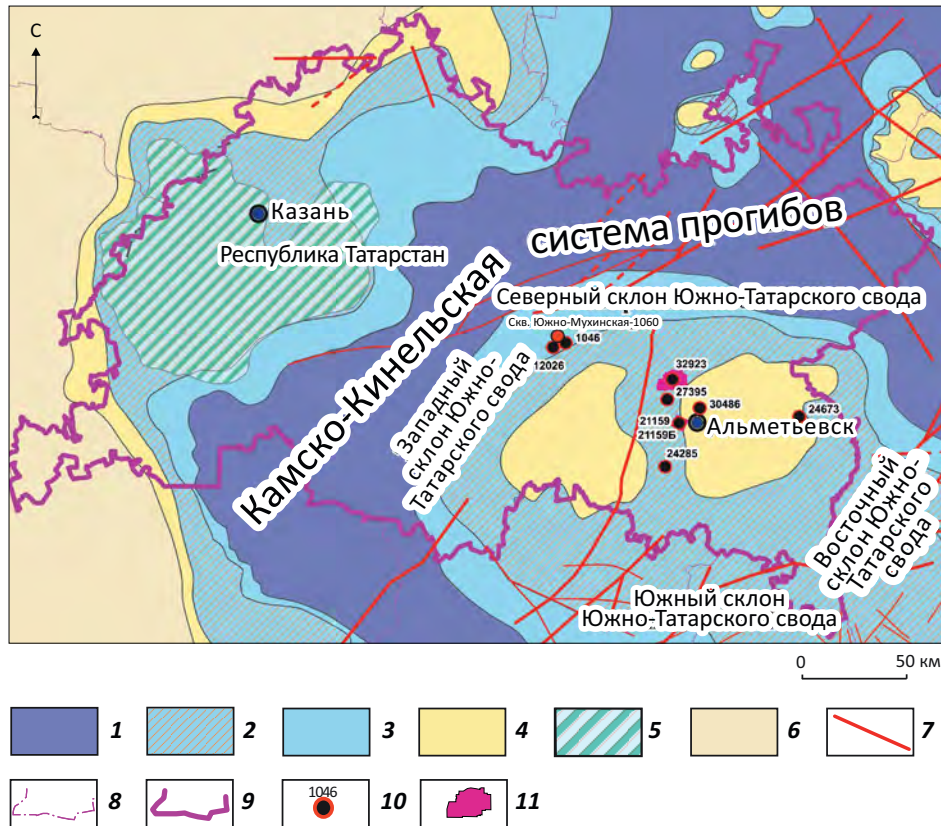
1 — domanik-type deposits, Malocheremshansky Formation; carbonate deposits of central zones of paleo-arches and their slopes, formations (2–7): 2 — Issinsky, 3 — Tuimazinsky, 4 — Baitugansky, 5 — Zadonsky, Eletsy, Lebedyansky, Zimovsky, Sennovskiy, Khovansky, 6 — Kolgansky and Perevolotsky, 7 — Veselovsky.

For other Legend items see Fig. 1

рованных образцов керна из этой зоны катагенеза содержание ТОС редко превышает 10 %. В пределах территории Республики Татарстан, в кернах проанализированных скважин, ОВ отложений доманикового типа соответствует средней степени катагенеза ($T_{max} = 418-430\text{ }^{\circ}\text{C}$, см. рис. 5–7).

Наиболее сложной задачей при изучении отложений этого типа является выделение в скважинах интервалов углеродистых пород доманикового типа, содержащих подвижные (паравтохтонные) УВ до проведения испытаний в пластах. Для этой цели используются два подхода. Первый — гео-

Рис. 4. Расположение анализируемых скважин в пределах Южно-Татарского свода, вскрывших отложения доманикового типа
Fig. 4. Location of the wells analysed within the South Tatarsky Arch, which encountered the domanik-type deposits



1 — Камско-Кинельская система прогибов (зона развития отложений доманикового типа в интервале от D_3f_2dm до D_3fm_3 , свиты: доманиковская, мендымская, аскынская, малочеремшанская); **2** — внешняя зона склона палеосвода (зона развития отложений доманикового типа в интервале от D_3f_2dm до D_3f_3ev-lv , свиты: тлянчи-тамакская, трудолюбовская, алпаровская, янчиковская); **3** — внутренняя зона склона палеосвода (зона развития отложений доманикового типа в интервале от D_3f_2dm до D_3f_3vr , свиты: тлянчи-тамакская, трудолюбовская, алпаровская); **4** — зона развития глинистых пород услонской свиты в верхней части воронежского горизонта; **5** — центральная часть палеосвода с рифовыми постройками (зона развития отложений доманикового типа в интервале от D_3f_2dm до D_3f_3rc , свиты: альметьевская, трудолюбовская); **6** — зона отсутствия отложений доманикового типа; **7** — разрывные нарушения; **8** — административные границы; **9** — административная граница Республики Татарстан; **10** — скважины Ромашкинского месторождения; **11** — залежь 444 (Березовская площадь)

1 — Kamsky-Kinel'sky system of troughs (zone of the domanik deposits occurrence in the interval from D_3f_2dm to D_3fm_3 , formations: Domanik, Mendymsky, Askynsky, Malocheremshansky); **2** — outer zone of the paleoarch slope (outer zone of the domanik deposits occurrence in the interval from D_3f_2dm to D_3f_3ev-lv , formations: Tlyanchi-Tamaksky, Trudolyubovsky, Alparovsky, Yanchikovsky); **3** — inner zone of the paleoarch slope (zone of the domanik deposits occurrence in the interval from D_3f_2dm to D_3f_3vr , formations: Tlyanchi-Tamaksky, Trudolyubovsky, Alparovsky); **4** — zone of argillaceous Uslonsky rocks occurrence in the upper part of Voronezhsky Horizon; **5** — central part of the paleo-arch with reef buildups (zone of the domanik deposits occurrence in the interval from D_3f_2dm to D_3f_3rc , formations: Almetievsky, Trudolyubovsky); **6** — zone of the domanik-type deposits absence; **7** — faults; **8** — administrative boundaries; **9** — administrative boundary of the Republic of Tatarstan; **10** — wells of the Romashkovsky field; **11** — pool 444 (Berezovsky area)

химический, проводимый на образцах пород методом Rock-Eval до и после экстракции битумоидов по параметру $S_1/TOC > 100$ мг УВ/г [7].

Второй — по данным геолого-технологических исследований скважин, по аномалии на кривых газового каротажа, связанной с поступлением растворенного в нефти газа при разбуривании интервалов, содержащих потенциально подвижную нефть [2]. Очень важно, что второй подход основывается на прямых признаках наличия подвижной нефти, проявляющихся в скважинных условиях. В скважинах Черемшано-Бастрыкская-1046, Березовские-32923,

27395, Алькеевская-30486, Азнакаевская-24673, Архангельская-12026 (см. рис. 4) отложения доманикового типа франского яруса охарактеризованы керном в интервале развития трудолюбовской свиты речицкого горизонта и алпаровской свиты воронежского. Приведем послойное описание строения этих свит в разрезе скв. Березовская-32923, наиболее охарактеризованном керном (см. рис. 5).

Трудолюбовская свита, речицкий горизонт (интервал глубин 1842,3–1855,5). Нижняя граница трудолюбовской свиты проведена на глубине 1855,5 м по подошве карбонатного пласта, соответ-



Рис. 5. Геолого-геохимический разрез средне-верхнефранских отложений скв. Березовская-32923
Fig. 5. Geological and geochemical cross-section of the Middle-Upper Frasnian deposits, Berzovskaya-32923 well

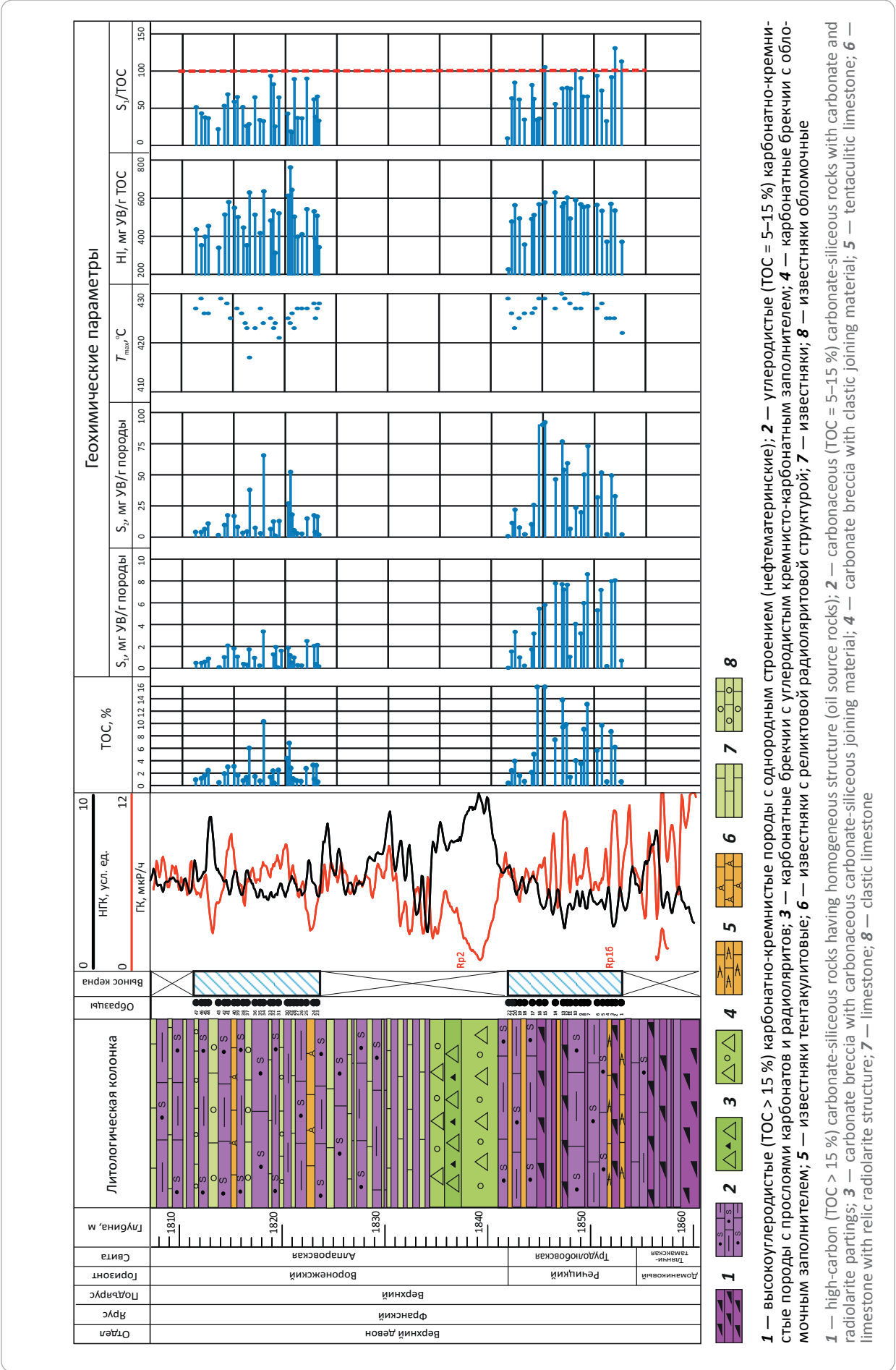
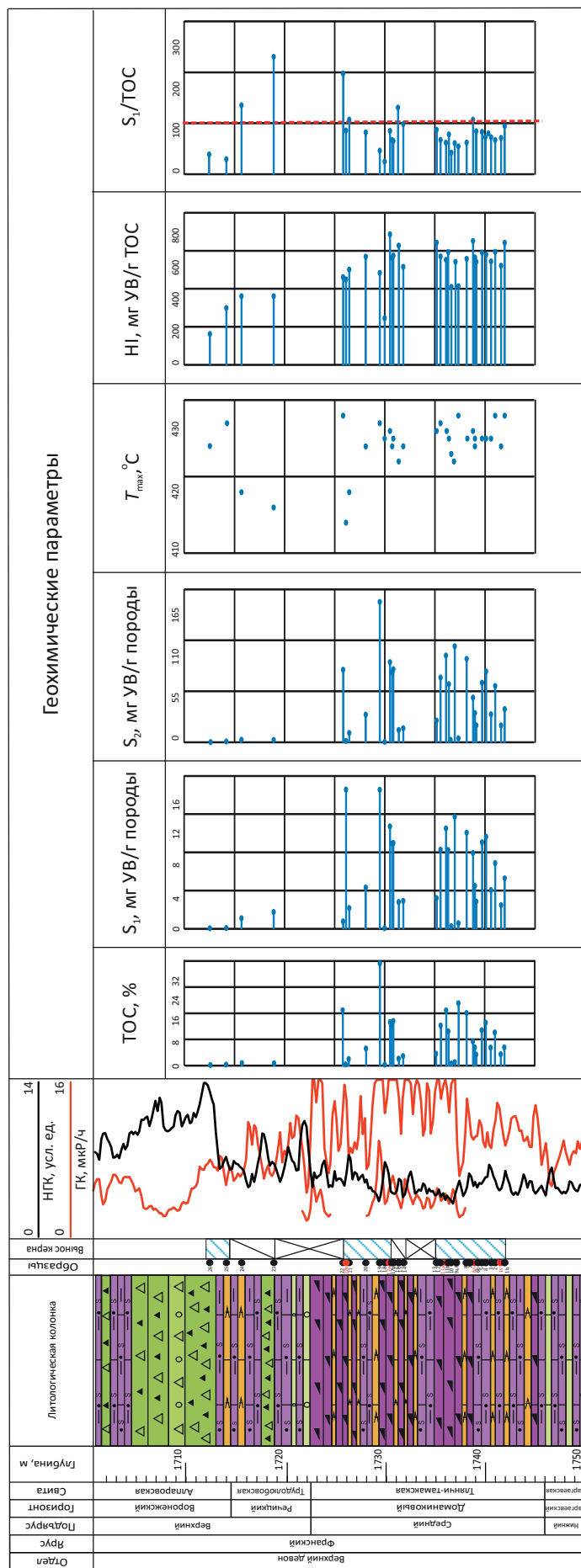




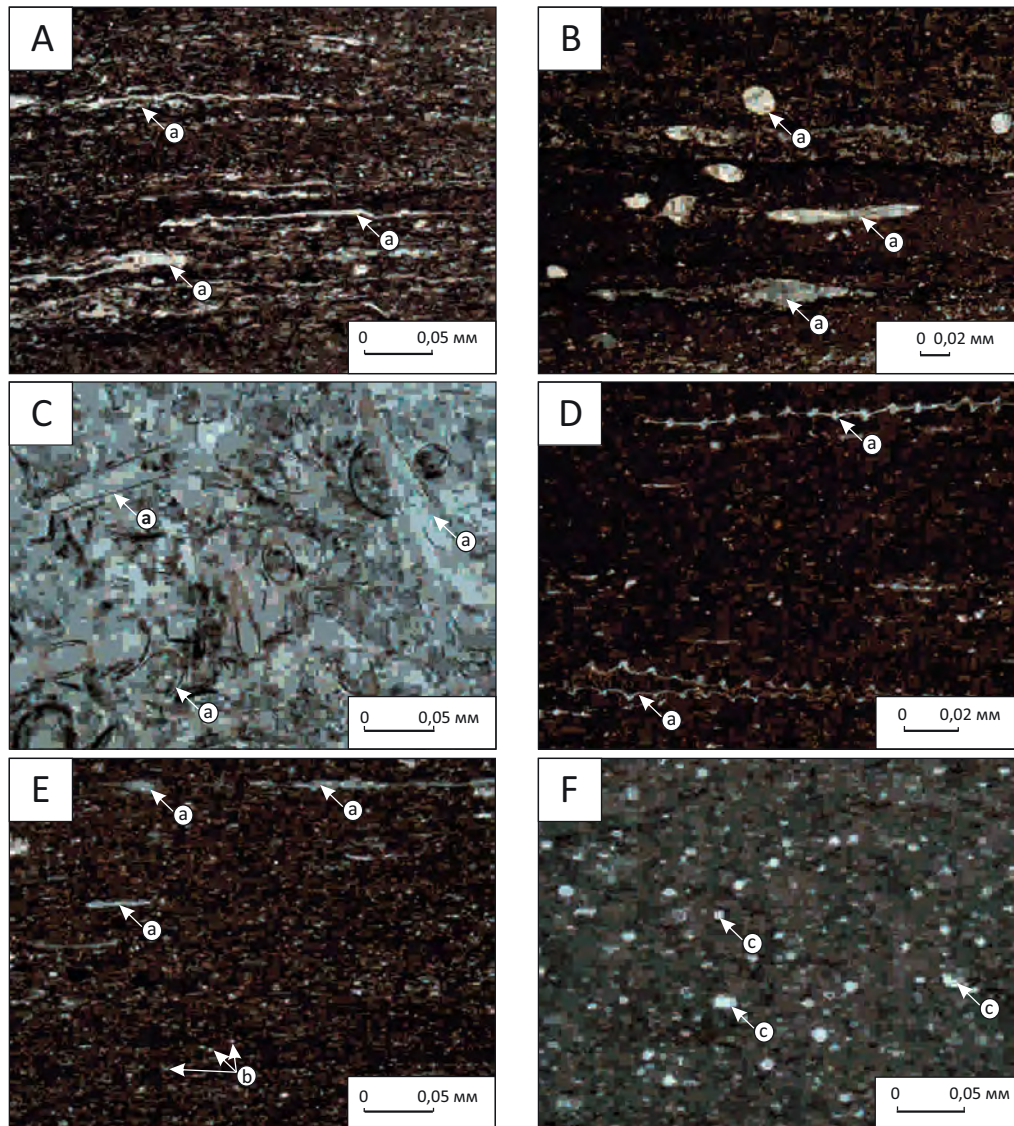
Рис. 7. Геолого-геохимический разрез средне-верхнефранских отложений скв. Архангельская-12026
Fig. 7. Geological and geochemical cross-section of the Middle-Upper Frasnian deposits, Arkhangelskaya-12026 well



Усл. обозначения см. на рис. 5

For legend see Fig. 5

Рис. 8. Литологические типы пород доманикового комплекса скв. Березовская-32923 (фото шлифов, николи II)
Fig. 8. Lithological types of the rocks of the Domanik sequence, Berezovskaya-32923 well (photo of thin sections, II nicols)



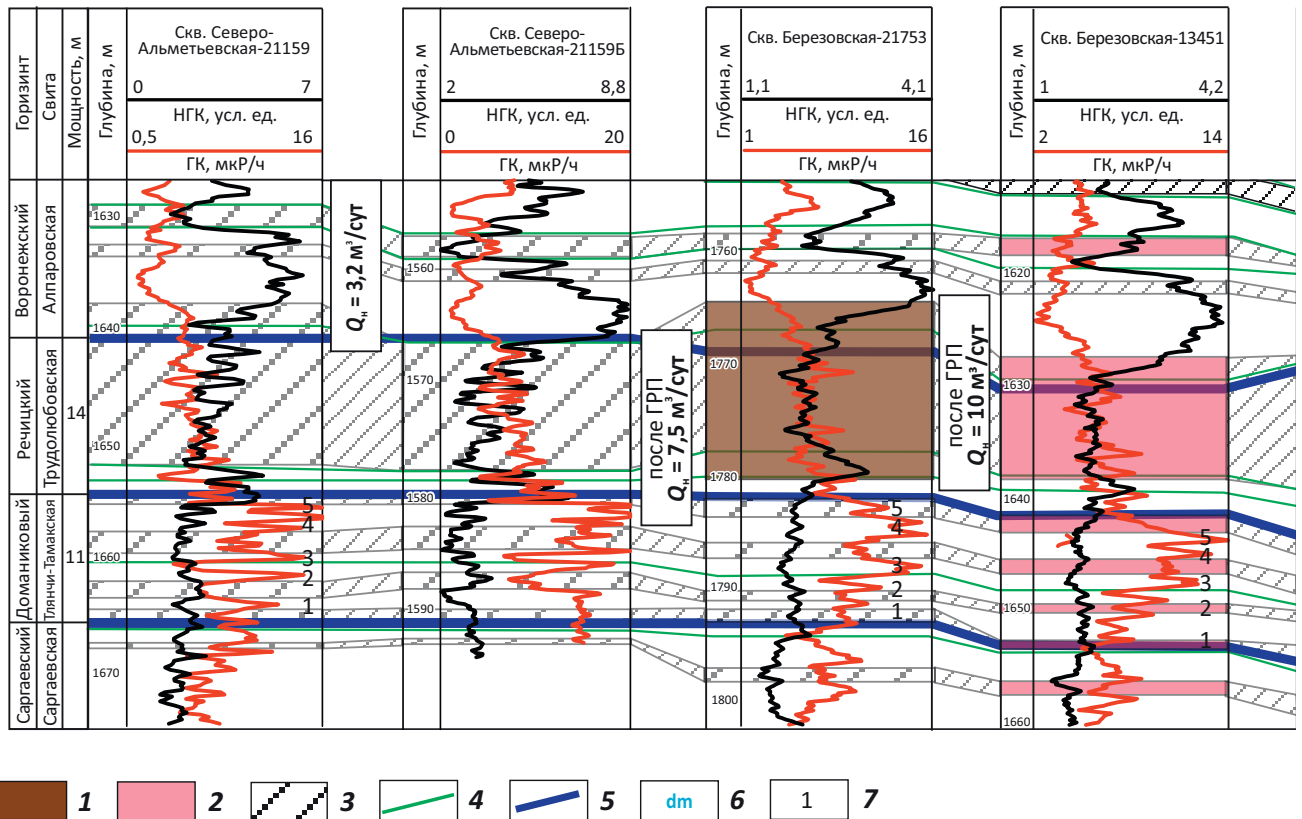
A–D — трудюбовская свита: А — высокоуглеродистая карбонатно-кремнистая сланцеватая порода, вторично окремненная, с реликтами остатков тентакулитов, глубина 1850,7 м (C_{org} — 9,7 %), пачка 2; В — высокоуглеродистая карбонатно-кремнистая сланцеватая порода с перекристаллизованными остатками раковин тентакулитов и микролинзами тонкокристаллического карбоната, глубина 1846,4 м (C_{org} — 7,4 %); С — известняк углеродистый тентакулитовый, глубина 1852,9 м (C_{org} — 0,6 %); D — высокоуглеродистая карбонатно-кремнистая сланцеватая порода с остатками тентакулитов, глубина 1844,35 м (C_{org} — 5,1 %); E–F — алпаровская свита: E — высокоуглеродистая карбонатно-кремнистая сланцеватая порода с перекристаллизованными остатками тентакулитов и мелкими включениями кристаллического кальцита, глубина 1823,9 м (C_{org} — 3,3 %); F — известняк углеродистый, неравномерно окремненный, микрокристаллический, с реликтовой структурой радиолярит, глубина 1812,15 м (C_{org} — 1 %): а — реликты тентакулитов, b — включения кристаллического кальцита, с — реликты радиолярий

A–D — Trudolyubovsky Formation: A — high-carbon carbonate-siliceous shaly, secondarily silicified, with tentaculite remain ghosts, depth 1850.7 m (C_{org} — 9.7 %), member 2; B — high-carbon carbonate-siliceous shaly rock with recrystallized remains of tentaculite shells and microlenses of finely crystalline carbonate, depth 1846.4 m (C_{org} — 7.4 %); C — carbonaceous tentaculitic limestone, depth 1852.9 m (C_{org} — 0.6 %); D — high-carbon carbonate-siliceous shaly rock with tentaculite remains, depth 1844.35 m (C_{org} — 5.1 %); E–F — Alparovsky Formation: E — high-carbon carbonate-siliceous shaly rock with recrystallized remains of tentaculites and small inclusions of crystalline calcite, depth 1823.9 m (C_{org} — 3.3 %); F — carbonaceous limestone, non-uniformly silicified, microcrystalline, with relic radiolarite structure, depth 1812.15 m (C_{org} — 1 %): a — tentaculite ghosts, b — inclusions of crystalline calcite, c — radiolaria ghosts



Рис. 9. Схема сопоставления скважин Северо-Альметьевской и Березовской (залежь 444) площадей Ромашкинского месторождения

Fig. 9. Correlation scheme of wells from North Almetievsky and Berezovsky (pool 444) areas of the Romashkinsky field



1 — приток нефти по результатам испытаний, гидроразрыв пласта; 2 — нефтенасыщенные интервалы по результатам интерпретации С/О-каротажа; 3 — перспективные интервалы по сопоставлению скважин; 4 — линии корреляции; 5 — границы горизонтов; 6 — индекс горизонта; 7 — пласты, соответствующие этапам накопления повышенных концентраций $C_{орг}$

1 — oil inflow according to test results, hydraulic fracturing; 2 — oil saturated intervals according to C/O logging data interpretation; 3 — promising intervals according to well correlation; 4 — tracing lines; 5 — boundaries of horizons; 6 — index of horizon; 7 — layers corresponding to the respective stages of accumulation of higher $C_{орг}$ concentration

ствующего реперу Rp 16 непосредственно над пачкой высокоуглеродистых карбонатно-кремнистых пород, характеризующейся высокими значениями гамма-активности, залегающей в кровле тлянчи-тамакской свиты доманикового горизонта. Верхняя граница свиты проведена на глубине 1908,35 м по подошве карбонатного пласта, залегающего непосредственно под карбонатным репером Rp 2 (см. рис. 5). По данным керн и ГИС, в составе свиты выделяется три пачки.

Первая пачка (интервал глубин 1853,5–1855,5 м) керном не охарактеризована. По данным каротажа, сложена углеродистыми известняками с прослоями высокоуглеродистых карбонатно-кремнистых пород.

Вторая пачка (интервал глубин 1844,9–1853,5 м) охарактеризована керном. Пачка представлена высокоуглеродистыми карбонатно-кремнистыми породами (рис. 8 А, В) с тонкими (до 1 см) прослоями радиоляритов и тентакулитовых известняков (см. рис. 8 С). Мощность последних изменяется от

0,5 до 10 см. Прослои распределены неравномерно и составляют до 20 % пачки. Породы послойно окремнены. Содержание $C_{орг}$ в среднем меняется от 5,68 до 9,86 % (см. рис. 5), в отдельных прослоях содержание $C_{орг}$ достигает 13,82–16,07 %. По результатам геохимических исследований в толще отмечаются следы перемещения УВ, признаком чего являются повышенные относительно соседних интервалов значения параметра $S_1/ТОС$, не всегда превышающие 100 мг УВ/г ТОС, но близкие к этому значению. В некоторых образцах значения T_{max} заметно понижены, а HI повышены, что свидетельствует о возможном присутствии в породе свободных высокомолекулярных УВ, выходящих с пиком S_2 .

Третья пачка (интервал глубин 1842,3–1844,9 м) сложена углеродистыми породами (см. рис. 8 Д) с микроскопически тонкими прослоями радиоляритов, а также линзами и прослоями (до 10 см) тентакулитовых и микрокристаллических известняков. Породы сильно и неравномерно окремнены, в результате чего общее содержание в них $C_{орг}$ состав-

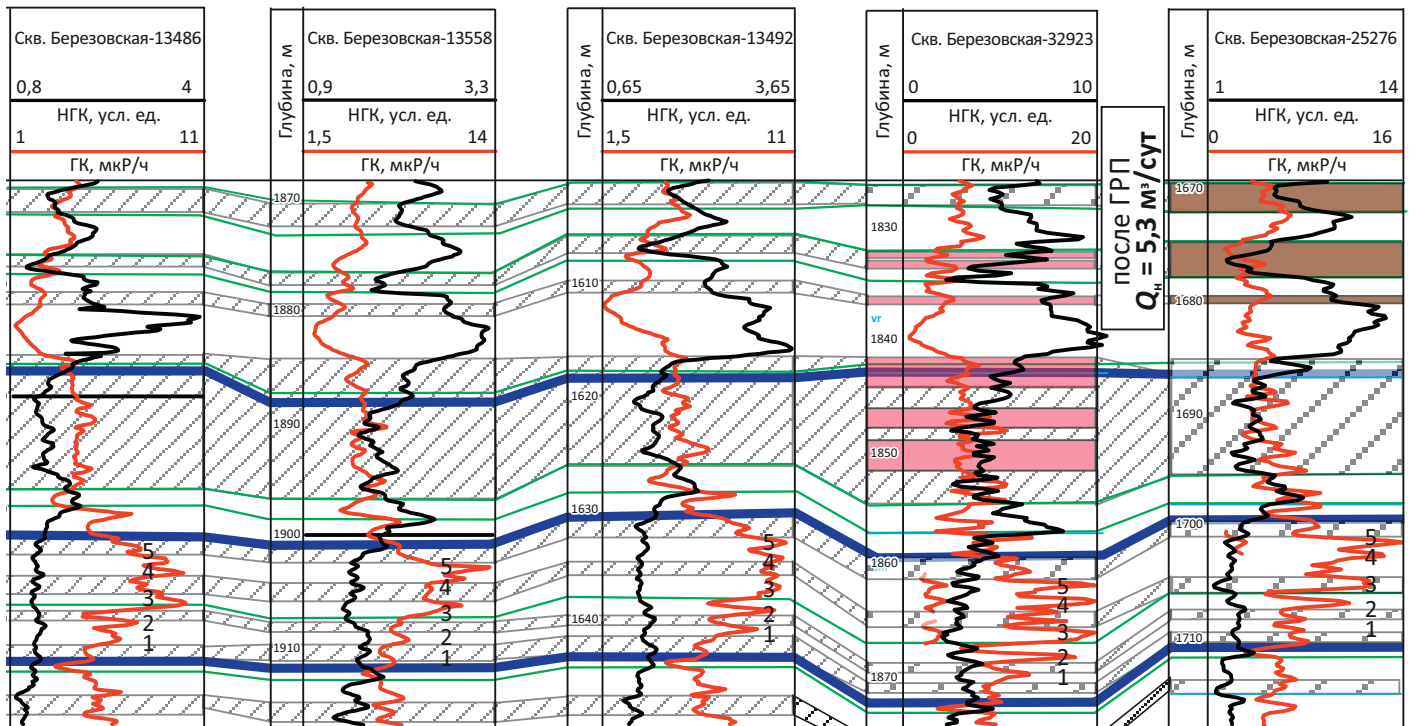


Рис. 9, окончание

Fig. 9, end.

ляет 2,8–5,07 % в углеродистых карбонатно-кремнистых породах и только 0,4–1,6 % в прослоях известняков.

По литологическому составу, значениям общего содержания $C_{орг}$ и присутствию в разрезе интервалов с подвижными УВ отложения трудлюбовской свиты отнесены к нетрадиционным источникам УВ доманикового типа.

Алпаровская свита охарактеризована керном в интервале глубин 1841,9–1842,3 и 1811,3–1823,8 м. Нижняя граница свиты проведена на глубине 1842,3 м в подошве тентакулитовых известняков, содержащих прослой углеродистых карбонатно-кремнистых пород. Верхняя граница (глубина 1805 м) свиты проводится в основании пласта тентакулитовых углеродистых известняков. В составе свиты выделяется шесть пачек. Первая пачка (интервал глубин 1841,9–1842,3 м) представлена известняками тентакулитовыми с тонкими (1–2 см) прослоями углеродистых карбонатно-кремнистых пород. На диаграммах ГИС эта маломощная пачка

характеризуется повышенными значениями гамма-активности нефтегазоносного комплекса по сравнению с нижележащими породами трудлюбовской свиты.

Вторая пачка (интервал глубин 1841–1841,9 м) керном не охарактеризована. По данным каротажа, интервал сложен высокоуглеродистыми карбонатно-кремнистыми породами с прослоями известняков и радиоляритов.

Третья пачка (интервал глубин 1834,4–1841 м) керном не охарактеризована. На каротажных кривых пачке соответствует так называемый воронежский репер, представленный в разрезах этой структурно-фациальной зоны (см. рис. 4) известняковой конгломератобрекчией со слабоуглеродистым карбонатным заполнителем, с прослоями высокоуглеродистых карбонатно-кремнистых пород.

Четвертая пачка (интервал глубин 1820,8–1834,4 м) охарактеризована керном только в верхней части, где она представлена тонким переслаиванием высокоуглеродистых карбонатно-кремнистых

пород с единичными маломощными (до 10 см) линзами известняков (см. рис. 8 Е). Содержание $C_{орг}$ (ТОС) изменяется от 0,6 до 3,32 %.

Пятая пачка (интервал глубин 1814,3–1820,8 м) — тонкое переслаивание (0,05–0,2 м) высокоуглеродистых карбонатно-кремнистых пород, обломочных микрозернистых известняков и радиоляритов. Известняки слагают линзовидные прослои и линзы. Участками породы имеют брекчиевидную структуру. Значения $C_{орг}$ (ТОС) в высокоуглеродистых породах изменяется от 4,42 до 10,33 %, в прослоях известняков и радиоляритов — от 0,76 до 2,51 %.

Шестая пачка (интервал глубин 1805–1814,3 м) сложена высокоуглеродистыми карбонатно-кремнистыми породами с прослоями тентакулитовых и микрокристаллических известняков с реликтовой радиоляриевой структурой (см. рис. 8 F). Содержание $C_{орг}$ (ТОС) изменяется от 0,5 до 2,45 %.

Тлянчи-тамакская свита (доманиковый горизонт) охарактеризована наиболее представительным керном в скв. Архангельская-12026 (см. рис. 6). Здесь, в интервале глубин 1722–1746 м, развиты высокоуглеродистые тонкослоистые, сланцеватые карбонатно-кремнистые породы с содержанием $C_{орг}$ (ТОС) от 8 до 32 %. Несмотря на высокие содержания $C_{орг}$, наблюдается отсутствие в них интервалов развития подвижных УВ ($S_1/ТОС > 100$), за исключением самой верхней части свиты.

Изучение разрезов трудолюбовской и алпаровской свит в скважинах Ромашкинского месторождения (32923, 30486, 24673, 12026, 27395, 1046) позволило обосновать наличие отложений доманикового типа с содержаниями $C_{орг}$ от 0,5 до 30 %. Судя по T_{max} (Rock-Eval), зрелость ОВ верхнедевонских отложений в пределах Южно-Татарского свода соответствует верхам главной зоны нефтеобразования. Несмотря на невысокую зрелость ОВ, признаки перемещения свободных УВ внутри толщи отмечают практически во всех изученных разрезах скважин. Интервалы развития трудолюбовской и алпаровской свит в пределах Южно-Татарского свода характеризуются чрезвычайной выдержанностью на площади строения разрезов: последовательностью литологических типов пород, толщинами пластов и пачек, геохимическими параметрами, низкими значениями пористости, отсутствием взаимозависимости пористости и проницаемости.

Нефтеносность трудолюбовской и алпаровской свит в пределах Ромашкинского месторождения доказана (кроме положительных геохимических характеристик) испытаниями в открытом стволе и колонне. Наличие притоков нефти от 0,1 до 5,3 и 10 м³/сут свидетельствует об их промышленной нефтеносности.

В июне-августе 2018 г. на Северо-Альметьевской площади Ромашкинского месторождения пробурена эксплуатационная скв. 21159 на продуктивные отложения кыновского и пашийского горизонтов. При бурении скважины в интервале

глубин 1630–1632 м в промывочной жидкости наблюдались признаки УВ. При забое 1646 м в открытом стволе выполнено испытание КИИ-146 интервала 1580–1646 м верхнефранских отложений. При испытании поднято в трубах 8,8 м³ жидкости, из них 3,7 м³ нефти плотностью 0,980 г/см³ при средней депрессии 12,1 МПа. Сопоставление разрезов тлянчи-тамакской, трудолюбовской и алпаровской свит (средний – верхний фран) в пределах площади Ромашкинского месторождения, иллюстрирующее прослеживание продуктивных интервалов по результатам интерпретации данных ГИС и испытаний, показано на рис. 9.

По результатам испытания скв. 21159 было принято решение о бурении скважины-дублера 21159Б с отбором керна в нефтеперспективных интервалах и с горизонтальным окончанием по тлянчи-тамакской и трудолюбовской свитам (средний – верхний фран). Проведенные литолого-петрографические, геохимические и петрофизические исследования керна показали, что разрез сложен высокоуглеродистыми карбонатно-кремнистыми сланцеватыми породами с содержанием $C_{орг}$ (ТОС) от 0,5 до 40 %, породы отличаются низкими значениями пористости и отсутствием зависимости между пористостью и проницаемостью. Вышеперечисленные признаки позволяют уверенно отнести эти отложения к доманиковому типу.

В результате испытания в горизонтальном стволе после кислотного продавливания получен приток нефти 7,5 м³/сут.

Заключение

Проведенное сопоставление разрезов скважин на Северо-Альметьевской площади 21159 и 21159Б с залежью 444 Березовской площади, поставленной на баланс в качестве нетрадиционной (скв. 21753, 13451, 13486, 13558, 13492, 32923, 25276) (см. рис. 9), позволило сделать вывод о том, что залежь, установленная в скважинах 21159 и 21159Б, как и залежь 444, находится в углеродистых карбонатно-кремнистых породах трудолюбовской и алпаровской свит, характеризует единый протяженный резервуар в пределах центральной части Южно-Татарского свода, запасы которого относятся к нетрадиционному типу. Таким образом, в пределах центральной части Южно-Татарского свода в разрезах большого числа скважин установлено наличие продуктивных отложений доманикового типа с общими содержаниями $C_{орг}$ от 0,5 % и более в следующих интервалах разрезов: в тлянчи-тамакской свите (доманиковый горизонт, средний фран), в трудолюбовской свите (речицкий горизонт, верхний фран) и в алпаровской свите (воронежский горизонт, верхний фран).

При проведении дополнительных геолого-разведочных работ отложения доманикового типа могут стать существенным источником наращивания ресурсной базы УВ в центральной части Южно-Татарского свода.

Литература

1. *Фортунатова Н.К., Варламов А.И., Канев А.С., Пороскун В.И., Баранова А.В., Бушуева М.А.* Структура и оценка перспектив нефтеносности углеродистых карбонатно-кремнистых отложений доманикового типа Волго-Уральской НГП // Геология и геофизика. – 2021. – Т. 62. – № 8. – С. 1132–1154. DOI: 10.15372/GiG2021131.
2. *Варламов А.И., Петерсилье В.И., Пороскун В.И., Фортунатова Н.К., Комар Н.В., Швец-Тэнэта-Гурий А.Г.* Методика оценки запасов нефти в отложениях доманикового типа // Геология нефти и газа. – 2017. – № 5. – С. 51–65.
3. *Варламов А.И., Петерсилье В.И., Пороскун В.И., Фортунатова Н.К., Комар Н.В., Швец-Тэнэта-Гурий А.Г.* Временные методические рекомендации по подсчету запасов нефти в доманиковых продуктивных отложениях // Недропользование XXI век. – 2017. – Т. 67. – № 4. – С. 104–115.
4. *Хисамов Р.С., Губайдуллин А.А., Базаревская В.Г., Юдинцев Е.А.* Геология карбонатных сложно построенных коллекторов девона и карбона Татарстана. – Казань : Фэн, 2010. – 283 с.
5. *Хисамов Р.С., Базаревская В.Г., Михайлова О.В., Подовалов В.Б.* Доманиковые продуктивные отложения Татарстана — аналог "сланцевых плевей" США // Недропользование XXI век. – 2016. – Т. 60. – № 3. – С. 82–91.
6. *Варламов А.И., Мельников П.Н., Пороскун В.И., Фортунатова Н.К., Петерсилье В.И., Иутина М.М., Дахнова М.В., Виценовский М.Ю., Канев А.С., Соболева Е.Н., Шаломеенко А.В.* Результаты изучения и перспективы освоения нетрадиционных залежей нефти в высокоуглеродистых карбонатно-кремнистых отложениях доманиковой формации Волго-Уральской провинции // Геология нефти и газа. – 2020. – № 6. – С. 33–52. DOI: 10.31087/0016-7894-2020-6-33-52.
7. *Дахнова М.В., Киселева Ю.А., Можегова С.В., Пайзанская И.Л.* Задачи геохимических исследований для оценки перспектив нефтеносности отложений доманикового и баженовского типов // ВНИГНИ-65. Люди, результаты и перспективы. – М. : ФГБУ «ВНИГНИ», 2018. – 520 с.
8. *Дахнова М.В., Можегова С.В., Назарова Е.С.* Методы органической геохимии в связи с изучением проблемы нефтегазоносности доманикитно-доманикоидных толщ // Геология нефти и газа. – 2013. – Специальный выпуск, октябрь. – С. 108–113.
9. *Фортунатова Н.К., Зайцева Е.Л., Бушуева М.А. и др.* Унифицированная субрегиональная стратиграфическая схема верхнедевонских отложений Волго-Уральского субрегиона. Объяснительная записка. – М. : ВНИГНИ, 2018. – 63 с.
10. *Фортунатова Н.К., Зайцева Е.Л., Кононова Л.И., Баранова А.В., Бушуева М.А., Михеева А.И., Афанасьева М.С., Обуховская Т.Г.* Литолого-фациальная и биостратиграфическая характеристика верхнедевонских отложений опорной скважины 1 Мелекесская (Мелекесская впадина, Волго-Уральская область) // Бюллетень московского общества испытателей природы. Отдел геологический. – 2018. – Т. 93. – Вып. 5–6. – С. 3–49.
11. *Фортунатова Н.К., Швец-Тэнэта-Гурий А.Г., Канев А.С., Баранова А.В., Асташкин Д.А., Дахнова М.В., Мирнов Р.В.* Обоснование методики комплексного изучения отложений доманикового типа по материалам новых скважин Ухтинского района (Южный Тиман) // Геология нефти и газа. – 2020. – № 4. – С. 45–64. DOI: 10.31087/0016-7894-2020-4-45-64.
12. *Ступакова А.В., Калмыков Г.А., Коробова Н.И., Фадеева Н.П., Гатовский Ю.А., Сулова А.А., Сауткин Р.С., Пронина Н.В., Большакова М.А., Завьялова А.П., Чупахина В.В., Петракова Н.Н., Мифтахова А.А.* Доманиковые отложения Волго-Уральского бассейна – типы разреза, условия формирования и перспективы нефтегазоносное // Георесурсы. – 2017. – № 5. – С. 112–124. DOI: 10.18599/grs.19.12.
13. *Прищеп О.М., Аверьянова О.Ю., Ильинский А.Л., Морариу Д.* Нефть и газ низкопроницаемых сланцевых толщ – резерв сырьевой базы углеводородов России // Сер. Труды ВНИГРИ: сб. науч. тр. – СПб. : ФГУП «ВНИГРИ», 2014. – 323 с.
14. *Прищеп О.М., Суханов А.А., Макарова И.Р.* Подходы к оценке доманиковых отложений Тимано-Печорской нефтегазоносной провинции как нетрадиционных источников углеводородов [Электронный ресурс] // Нефтегазовая геология. Теория и практика. – 2014. – Т. 9. – № 4. – Режим доступа: https://ngtr.ru/rub/12/46_2014.pdf (дата обращения 09.07.2022).

References

1. *Fortunatova N.K., Varlamov A.I., Kanev A.S., Poroskun V.I., Baranova A.V., Bushueva M.A.* Structure and Assessment of the Oil Potential of Carbonaceous Carbonate-Siliceous Domanik Deposits in the Volga-Ural Oil and Gas Province. *Russian Geology and Geophysics*. 2021;62(8):929–946. DOI: 10.2113/RGG20214351.
2. *Varlamov A.I., Petersil'e V.I., Poroskun V.I., Fortunatova N.K., Komar N.V., Shvets-Teneta-Gurii A.G.* Technique of oil reserves estimation in Domanik deposits. *Geologiya nefi i gaza*. 2017;(5):51–65. In Russ.
3. *Varlamov A.I., Petersil'e V.I., Poroskun V.I., Fortunatova N.K., Komar N.V., Shvets-Teneta-Gurii A.G.* Vremennye metodicheskie rekomendatsii po podschetu zapasov nefi v domanikovykh produktivnykh otlozheniyakh [Temporary methodological recommendations on the calculation of oil reserves in Domanic Productive sediments]. *Nedropol'zovanie XXI vek*. 2017;67(4):104–115. In Russ.
4. *Khisamov R.S., Gubaidullin A.A., Bazarevskaya V.G., Yudinsev E.A.* Geologiya karbonatnykh slozhno postroennykh kolektorov devona i karbona Tatarstana [Geology of carbonate complex reservoirs of the Devonian and the Carboniferous of Tatarstan]. Kazan: Fen; 2010. 283 p. In Russ.
5. *Khisamov R.S., Bazarevskaya V.G., Mikhajlova O.V., Podovalov V.B.* Domanik pay zones in Tatarstan as analogs of shale plays in USA. *Nedropol'zovanie XXI vek*. 2016;60(3):84–93. In Russ.
6. *Varlamov A.I., Mel'nikov P.N., Poroskun V.I., Fortunatova N.K., Petersil'e V.I., Iutina M.M., Dakhnova M.V., Vitsenovskii M.Yu., Kanev A.S., Soboлева E.N., Shalomeenko A.V.* Unconventional oil reservoirs in high-carbon carbonate-siliceous Domanik formations, Volga-Urals Province: results of studies and future development trends. *Geologiya nefi i gaza*. 2020;(6):33–52. DOI: 10.31087/0016-7894-2020-6-33-52. In Russ.
7. *Dakhnova M.V., Kiseleva Yu.A., Mozhegova S.V., Paizanskaya I.L.* Zadachi geokhimicheskikh issledovaniy dlya otsenki perspektiv neftenosnosti otlozhenii domanikovogo i bazhenovskogo tipov [Problems of geochemical studies aimed at oil potential evaluation of formations of Domanik and Bazhenov type]. In: VNIIGNI-65. Lyudi, rezul'taty i perspektivy. Moscow: Izd-vo VNIIGNI; 2018. 520 p. In Russ.
8. *Dakhnova M.V., Mozhegova S.V., Nazarova E.S.* Metody organicheskoi geokhimii v svyazi s izucheniem problemy neftegazonosnosti domanikitnodomanikoidnykh tolshch [Methods of organic geochemistry and studies of the oil and gas occurrence of domanikite-domanicoid formations]. *Geologiya nefi i gaza*. 2013;(5):108–113. In Russ.

9. Fortunatova N.K., Zaitseva E.L., Bushueva M.A. et al. Unifitsirovannaya subregional'naya stratigraficheskaya skhema verkhnedevonskikh otlozhenii Volgo-Ural'skogo subregiona. Ob'yasnitel'naya zapiska [Unified subregional stratigraphic chart of Upper Devonian formations in Volga-Urals subregion. Explanatory note]. Moscow: VNIGNI; 2018. 63 p. In Russ.
10. Fortunatova N.K., Zaitseva E.L., Kononova L.I., Baranova A.V., Bushueva M.A., Mikheeva A.I., Afanas'eva M.S., Obukhovskaya T.G. Upper Devonian lithology and biostratigraphy of referenceborehole 1 Melekess (Melekess depression, Volga-Ural region). *Byulleten' moskovskogo obshchestva ispytatelej prirody. Otdel geologicheskij*. 2018;93(5–6):3–49. In Russ.
11. Fortunatova N.K., Shvets-Teneta-Gurii A.G., Kanev A.S., Baranova A.V., Astashkin D.A., Dakhnova M.V., Mirnov R.V. Substantiation of methodology for integrated studies of Domanik-type formations using materials from new wells (Ukhtinsky Region, Southern Timan). *Geologiya nefti i gaza*. 2020;(4):45–64. DOI: 10.31087/0016-7894-2020-4-45-64. In Russ.
12. Stoupakova A.V., Kalmykov G.A., Korobova N.I., Fadeeva N.P., Gatovskii Yu.A., Suslova A.A., Sautkin R.S., Pronina N.V., Bolshakova M.A., Zavyalova A.P., Chupakhina V.V., Petrakova N.N., Miftakhova A.A. Oil-Domanic deposits of the Volga-Ural basin — types of section, formation conditions and prospects of oil and gas potential. *Georesursy = Georesources*. 2017;(5):112–124. DOI: 10.18599/grs.19.12. In Russ.
13. Prishchepa O.M., Aver'yanova O.Yu., Il'inskii A.L., Morariu D. Tight oil and gas shale formations — Russia's hydrocarbons future resources. In: Ser. Trudy VNIGRI: sb. nauch. tr. St. Petersburg: FGUP "VNIGRI"; 2014. 323 p. In Russ.
14. Prishchepa O.M., Sukhanov A.A., Makarova I.R. Approaches to evaluation of Domanik sequences of Timan-Pechora province as unconventional hydrocarbon source. *Neftegazovaya Geologiya. Teoriya i Praktika*. 2014;9(4). Available at: https://ngtp.ru/rub/12/46_2014.pdf (accessed 09.07.2022). In Russ.

Информация об авторах

Афлятунов Ринат Ракипович

Главный геолог

ПАО «Татнефть»,

423450 Республика Татарстан, Альметьевск, ул. Ленина, д. 75

e-mail: afliatunovrr@tatneft.ru

SCOPUS ID: 57221493277

Бачков Альберт Петрович

Начальник управления

ПАО «Татнефть»,

423450 Республика Татарстан, Альметьевск, ул. Ленина, д. 75

e-mail: bachkovap@tatneft.ru

SCOPUS ID: 36442291600

Веденина Наиля Габдулхаеровна

Заместитель начальника центра

Татарское геолого-разведочное управление ПАО «Татнефть»,

420021 Республика Татарстан, Казань, ул. Татарстан, д. 14/59

e-mail: vedeninang@tatneft.ru

Войтович Сергей Евгеньевич

Главный геолог

Татарское геолого-разведочное управление ПАО «Татнефть»,

420021 Республика Татарстан, Казань, ул. Татарстан, д. 14/59

e-mail: voytovich@tatneft.ru

SCOPUS ID: 55747476200

Чернышова Марина Геннадиевна

Начальник центра

Татарское геолого-разведочное управление ПАО «Татнефть»,

420021 Республика Татарстан, Казань, ул. Татарстан, д. 14/59

e-mail: gghm.tgru@tatneft.ru

Фортулатова Наталья Константиновна

Доктор геолого-минералогических наук,

заместитель генерального директора

ФГБУ «Всероссийский научно-исследовательский геологический нефтяной институт»,

105118 Москва, ш. Энтузиастов, д. 36

e-mail: fortunatova@vnigni.ru

SCOPUS ID: 16068336000

ORCID ID: 0000-0001-7948-4842

Information about authors

Rinat R. Aflyatunov

Chief Geologist

PAO "Tatneft",

75, ul. Lenina, Almetyevsk, 423450, Republic of Tatarstan

e-mail: afliatunovrr@tatneft.ru

SCOPUS ID: 57221493277

Albert P. Bachkov

Head of Administration

PAO "Tatneft",

75, ul. Lenina, Almetyevsk, 423450, Republic of Tatarstan

e-mail: bachkovap@tatneft.ru

SCOPUS ID: 36442291600

Nailya G. Vedenina

Deputy Head of Center

Tatar Geology and Prospecting Administration of TATNEFT

14/59, ul. Tatarstan, Kazan, 420021, Republic of Tatarstan

e-mail: vedeninang@tatneft.ru

Sergei E. Voitovich

Chief Geologist

Tatar Geology and Prospecting Administration of TATNEFT

14/59, ul. Tatarstan, Kazan, 420021, Republic of Tatarstan

e-mail: voytovich@tatneft.ru

SCOPUS ID: 55747476200

Marina G. Chernyshova

Head of Center

Tatar Geology and Prospecting Administration of TATNEFT

14/59, ul. Tatarstan, Kazan, 420021, Republic of Tatarstan

e-mail: gghm.tgru@tatneft.ru

Natalya K. Fortunatova

Doctor of Geological and Mineralogical Sciences,

Deputy Director General

All-Russian Research Geological Oil Institute,

36, Shosse Entuziastov, Moscow, 105118, Russia

e-mail: fortunatova@vnigni.ru

SCOPUS ID: 16068336000

ORCID ID: 0000-0001-7948-4842

Канев Александр Сергеевич

Заведующий сектором
ФГБУ «Всероссийский научно-исследовательский геологический нефтяной институт»,
105118 Москва, ш. Энтузиастов, д. 36
e-mail: alexandr_kanev@bk.ru
SCOPUS ID: 57265029900

Дахнова Марина Виссарионовна

Доктор геолого-минералогических наук,
заведующая отделом
ФГБУ «Всероссийский научно-исследовательский геологический нефтяной институт»,
105118 Москва, ш. Энтузиастов, д. 36
e-mail: dakhnova@vnigni.ru
SCOPUS ID: 6508341149
ORCID ID: 0000-0001-7948-4842

Петерсилье Виктор Иосифович

Доктор геолого-минералогических наук,
советник генерального директора
ФГБУ «Всероссийский научно-исследовательский геологический нефтяной институт»,
105118 Москва, ш. Энтузиастов, д. 36
e-mail: vipetersilie@mail.ru
SCOPUS ID: 57194714163

Можегова Светлана Васильевна

Старший научный сотрудник
Филиал «Апрелевское отделение «ВНИГНИ»
143360, Московская область, г. Апрелевка, ул. 1-я Кетрица, д. 1
e-mail: mozhegova@vnigni.ru
SCOPUS ID: 56184104800

Aleksandr V. Kanev

Acting Head of Sector
All-Russian Research
Geological Oil Institute,
36, Shosse Entuziastov, Moscow, 105118, Russia
e-mail: alexandr_kanev@bk.ru
SCOPUS ID: 57265029900

Marina V. Dakhnova

Doctor of Geological and Mineralogical Sciences,
Department Supervisor
All-Russian Research
Geological Oil Institute,
36, Shosse Entuziastov, Moscow, 105118, Russia
e-mail: dakhnova@vnigni.ru
SCOPUS ID: 6508341149
ORCID ID: 0000-0001-7948-4842

Viktor I. Petersil'e

Doctor of Geological and Mineralogical Sciences,
Advisor to Director General
All-Russian Research
Geological Oil Institute,
36, Shosse Entuziastov, Moscow, 105118, Russia
e-mail: vipetersilie@mail.ru
SCOPUS ID: 57194714163

Svetlana V. Mozhegova

Senior Researcher
Aprelevka Division of All-Russian Research Geological Oil Institute,
1, ul. 1 Ketritsa, Aprelevka, 143363, Russia
e-mail: mozhegova@vnigni.ru
SCOPUS ID: 56184104800