

Анализ подтверждения критериев продуктивности доюрского комплекса результатами эксплуатационного бурения как средство раскрытия потенциала объекта

Лапшина Я.А.¹, Ермаков П.В.¹, Хазипов Р.Л.¹, Патраков Д.П.¹, Жарков А.В.², Набокин И.Р.²

¹ООО «Тюменский нефтяной научный центр», Тюмень, Россия, ²АО «РН-Няганьнефтегаз», Нягань, Россия
yalapshina@tnnc.rosneft.ru

Аннотация

Компания АО «РН-Няганьнефтегаз» разрабатывает два лицензионных участка (ЛУ) уникального по запасам Краснотеннинского НГКМ: Ем-Еговский + Пальяновский и Каменный (Западная часть).

Изучение и разработка объекта доюрского комплекса (ДЮК) связана с рядом осложнений:

- низкой изученностью керновыми исследованиями;
- отсутствием однозначных методов выделения коллекторов объекта ДЮК по данным РИГИС;
- низкой зависимостью продуктивности скважин от нефтенасыщенной толщины пласта с учетом трещиноватости, что осложняет прогнозирование запускных дебитов;
- контрастностью полученных результатов по запуску скважин, пробуренных на небольшом расстоянии в схожих геологических условиях.

Материалы и методы

Одним из объектов разработки является ДЮК. Несмотря на незначительные начальные извлекаемые запасы объекта 0,6 % от общих запасов Каменного ЛУ запускные дебиты ННС до 80 т/сут (средние показатели запускных дебитов по скважинам ННС около 20–25 т/сут) по ряду скважин говорят о существенном потенциале разработки этого объекта.

Ключевые слова

каменный лицензионный участок, объект ДЮК, трещиноватость, обработка призабойной зоны кислотным составом, сейсмические атрибуты

Для цитирования

Лапшина Я.А., Ермаков П.В., Хазипов Р.Л., Патраков Д.П., Жарков А.В., Набокин И.Р. Анализ подтверждения критериев продуктивности доюрского комплекса результатами эксплуатационного бурения как средство раскрытия потенциала объекта // Экспозиция Нефть Газ. 2022. № 8. С. 44–47. DOI: 10.24412/2076-6785-2022-8-44-47

Поступила в редакцию: 07.11.2022

GEOLOGY

УДК 550.822.2 | Original paper

Analyzing confirmation of productivity criteria of the pre-jurassic complex by operational drilling results as a means of unlocking the target potential

Lapshina Ya.A.¹, Ermakov P.V.¹, Khazipov R.L.¹, Patrakov D.P.¹, Zharkov A.V.², Nabokin I.R.²

¹“Tyumen petroleum research center” LLC, Tyumen, Russia, ²“RN-Nyaganneftegaz” JSC, Nyagan, Russia
yalapshina@tnnc.rosneft.ru

Abstract

“RN-Nyaganneftegaz” JSC is developing two license blocks within Krasnoleninskoye oil and gas condensate field with unique reserves: Em-Egovsky + Palyanovsky and Kamenny (Western part) blocks.

The study and development of the pre-jurassic complex is associated with a number of complications:

- low coverage by core studies;
- the lack of unambiguous methods for interpreting net-reservoirs within the complex based on well logging data;
- low correlation between well productivities and oil net pays, taking into account fracturing, which complicates the estimation of start-up flow rates;
- high variability in the startup performance of wells drilled at a short distance at similar geological conditions.

Materials and methods

One of the development targets is the pre-jurassic complex which is being developed within the Kamenny (Western part) license block. Despite the insignificant initial recoverable reserves of the target, 0,6 % of the total Kamenny block reserves, the startup flow rates of up to 80 t/day (the average startup rates for directional wells are

about 20–25 t/day) produced by some directional wells indicate a significant development potential of this target.

Keywords

kamenny license block, pre-jurassic complex, fracturing, BH acid treatment, seismic attributes

For citation

Lapshina Ya.A., Ermakov P.V., Khazipov R.L., Patrakov D.P., Zharkov A.V., Nabokin I.R. Analyzing confirmation of productivity criteria of the pre-jurassic complex by operational drilling results as a means of unlocking the target potential. Exposition Oil Gas, 2022, issue 8, P. 44–47. (In Russ). DOI: 10.24412/2076-6785-2022-8-44-47

Received: 07.11.2022

Геологические особенности объекта ДЮК

По мере разбуривания и выработки основных объектов возникла потребность в изучении перспектив второстепенных объектов. Но в пределах Краснотеннинского НГКМ объект ДЮК является малоизученным, его разработка связана с большим перечнем неопределенностей. Поэтому долгое время данный объект не вводился в активную разработку.

Геологическое строение объекта ДЮК обладает рядом особенностей:

- ловушки углеводородов (УВ) в доюрском интервале формировались принципиально иначе, чем в осадочном чехле. В результате керновых исследований установлено, что наиболее благоприятными для формирования коллекторов являются гранитоиды, метапесчаники, кварциты и кварцсодержащие сланцы;
- пустотное пространство коллекторов представлено трещинами, кавернами и пустотами растворения. Матричная пористость практически отсутствует;
- движение флюида происходит в основном по трещинам;
- отмечена приуроченность залежей к зонам средних и умеренно пониженных значений локальной составляющей поля силы тяжести [1];
- нет однозначных критериев для выделения коллекторов по данным РИГИС.

Анализ расположения открытых залежей относительно зон развития различных формационных комплексов показывает, что в большинстве случаев они приурочены к среднепалеозойским апотерригенным сланцам начальных стадий метаморфизма и высокометаморфизованным кварцево-сланцевым сланцам раннего палеозоя и, возможно, докембрия вблизи их контакта с позднепалеозойскими гранитными массивами [1].

Основным источником информации для анализа послужила 3D-сейсмика как традиционно применяющийся метод локального прогноза зон разуплотнения ДЮК [2, 3]. В 2016–2021 гг. выполнен анализ информативности сейсмических атрибутов и их пригодности для прогноза. Изучены неопределенности, влияющие на качество прогноза: состав пород и связанная с ним структура пустотного пространства, геологическая природа акустических неоднородностей, разрешающая способность и ограничения стандартных сейсмических методик. Комплексный подход с использованием наиболее информативных сейсмических атрибутов позволил выполнить картирование и ранжирование перспективных зон.

Проблематика разработки объекта

Геологические особенности формирования коллекторов в ДЮК выработали ряд предпосылок к подходам в разработке объекта:

- использование нерегулярной сетки скважин. В связи с высокой изменчивостью объекта по площади отмечаются значительные риски неуспешного бурения. Поэтому при планировании бурения на объект основным критерием для определения местоположения забоя скважин является выбор наиболее перспективных зон с наличием нефтенасыщенного коллектора;
- разбуривание объекта наклонными скважинами. Высокая твердость пород приводит к низкой скорости проходки и, как следствие, высокой стоимости бурения на объект. С учетом сложности прогноза продуктивных зон и рисков неполучения

запланированных показателей использование горизонтальных скважин на объекте нецелесообразно, т.к. не позволит в случае неподтверждения геологии перебурить скважину с минимальными затратами;

- разработка объекта на естественном режиме. В связи с тем, что коллектор представлен преимущественно трещиноватым типом, организация закачки предполагает высокий риск прорыва воды в добывающие скважины по высокопроницаемым каналам.

Указанные подходы в разработке объекта легли в основу реализуемых в настоящий момент проектных решений и позволяют обеспечивать наиболее эффективное вовлечение в разработку запасов ДЮК. При этом ключевой задачей для освоения объекта остается прогноз продуктивных зон для планирования бурения.

Фактор неоднородности при разбуривании объекта

Главной особенностью объекта ДЮК по факту эксплуатации является резкая изменчивость продуктивности по скважинам, расположенным на небольшом расстоянии друг от друга. Пример по району двух скважин, которые располагаются на расстоянии 800 м в схожих геологических условиях: в скв. 1 получили дебит нефти 56 т/сут после кислотной обработки призабойной зоны, а в скв. 2 при применении гидроразрыва пласта с массой пропанта 80 т получен дебит 11 т/сут.

Таким образом, пробуренные поблизости друг от друга скважины обладают значительно различающимися каротажными характеристиками, по которым отсутствуют достоверные критерии для выделения коллекторов в ДЮК по стандартному ГИС (рис. 1). Кроме того, данные промыслово-геофизических исследований в скважинах (без гидроразрыва пласта) зачастую показывают несоответствие притока интервалам коллекторов. Это свидетельствует о высокой роли подключения трещин и высокопроводящих каналов.

Такие резкие изменения продуктивности скважин невозможно объяснить только

вариациями мощности продуктивных пластов или их выклиниванием. Для объяснения этих явлений выдвинута гипотеза о наличии в этих отложениях системы открытых сообщающихся трещин и каверн, резко меняющих их проницаемость (таких же, как продуктивные объекты в трещинно-кавернозных отложениях абалакской свиты).

Зоны распространения коллекторов трещинно-кавернозного типа приурочены к тем частям структуры, которые в большей степени подвержены трещинообразованию при воздействии тектонических нагрузок и гипсометрически приподнятых участков:

- места сгущения разрывных нарушений;
- высокоамплитудные зоны (в структурном плане такие зоны расположены преимущественно на сводах и крыльях локальных поднятий).

Также стоит отметить, что трещины пород очищаются именно проведением объемных ОПЗ, а при необходимости проводится дополнительная стимуляция ГРП при получении низких притоков. Положительно зарекомендовала себя технология ГРП HiWay за счет создания более проводимой трещины при закачке пропанта меньшего объема (до 50 %).

Для повышения успешности ввода новых скважин на объект ДЮК были разработаны критерии прогноза перспективных зон к бурению.

Критерии прогноза перспективных зон

В 2018 г. по результатам бурения четырех скважин в районе высокодебитной скважины по запуску и динамике работы положительные результаты показала лишь одна скважина, соответственно успешность бурения составила 25 %. Бурение закладывалось в зонах локальных поднятий вблизи разломов, что предполагало развитие зон разуплотнения и трещиноватости.

В 2019 г. существующие представления были дополнены формализованными десяти критериями прогноза перспективных зон, которые основывались на:

- приуроченности к формациям среднего палеозоя и контактам древних комплексов с массивами гранитоидов;
- преобладании в составе ДЮК

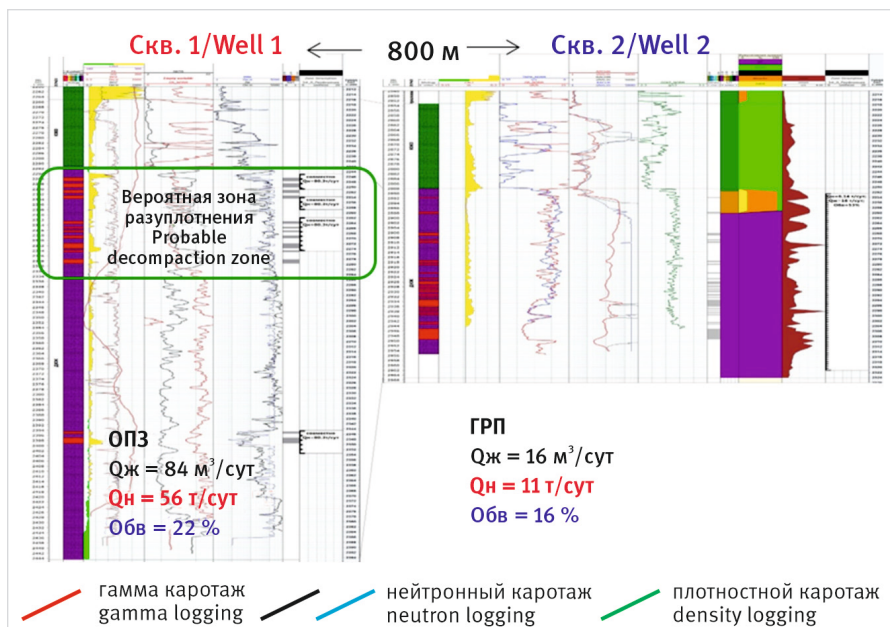


Рис. 1. Данные каротажа по соседним скважинам, запущенным на объект ДЮК
Fig. 1. Logging data on offset wells launched at the pre-jurassic complex

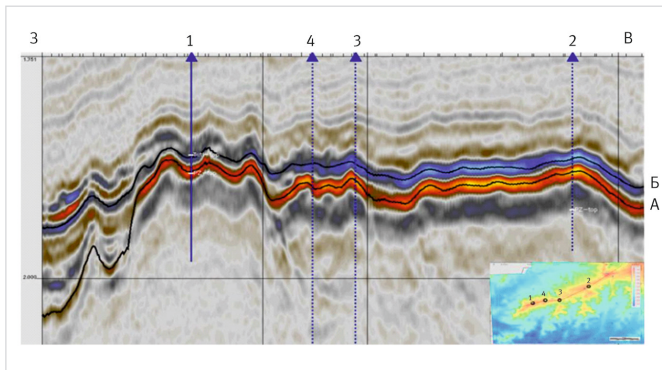


Рис. 2. Композитный временной сейсмический разрез по скважинам 1–4

Fig. 2. Composite time seismic section for wells 1–4

- метапесчаников, глинисто-кремнистых сланцев, кислых магматических пород;
- принадлежности к сводам и присводовым частям поднятий в зонах сжатия и борта прогибов в зонах растяжения;
- приуроченности залежей к зонам умеренно пониженного гравитационного поля;
- узлах пересечения крупных разнонаправленных разломов;
- перекрытии зон разуплотнения глинистыми юрскими толщами, что способствует удержанию нефти, ранее мигрировавшей из юрских толщ;
- расположении выше уровня ВНК налегающих юрских залежей;
- сокращенной мощности перекрывающих юрских отложений;
- аномалии сейсмических атрибутов, связанных с наличием трещиноватости (DIP, когерентность) на склонах и с разуплотнением (амплитудные параметры) в сводовых частях поднятий;
- хаотической или максимально нарушенной разломами слоистой волновой картины (рис. 2, скв. 1).

Успешность бурения в 2019 г. по выделенным критериям (рис. 3) составила 50 % (одна из двух скважин). В дальнейшем было рекомендовано к бурению девять скважин.

В августе 2019 г. пробурена успешная скважина куста № 3 — и по ее результатам

с учетом уточненных критериев прогноза подготовлены рекомендации к дополнительному бурению на ДЮК на этом кусте в 2020 г. Всего на кусте № 3 пробурено четыре скважины на ДЮК, все оказались успешными.

В 2022 г. пробурены три скважины, из них одна введена в эксплуатацию с запускным дебитом нефти 48 т/сут при обводненности 10 %, что в 2–3 раза превышает дебит на основных объектах разработки (викуловская и тюменская свиты). Две скважины на текущий момент в освоении (рис. 4).

Дополнительно с целью снижения рисков неэффективных скважин при бурении на ДЮК траектории стволов вписаны в систему ППД на вышележащие викуловские отложения, тем самым сокращаются затраты на бурение проектного фонда.

Установлена большая роль в прогнозе продуктивных зон тектонического критерия (наличия разломов) и близкого расположения зон выклинивания юрских продуктивных пластов, обеспечивающих приток нефти в ДЮК. Предложены дополнительные цели к бурению, определена их приоритетность по степени уверенности (рис. 5).

Получена общая карта совокупности критериев, выделены 4 приоритетности по зонам. Участки, выделенные по сейсмогеологическому анализу, в целом подтверждаются запускными показателями от большого к меньшему.

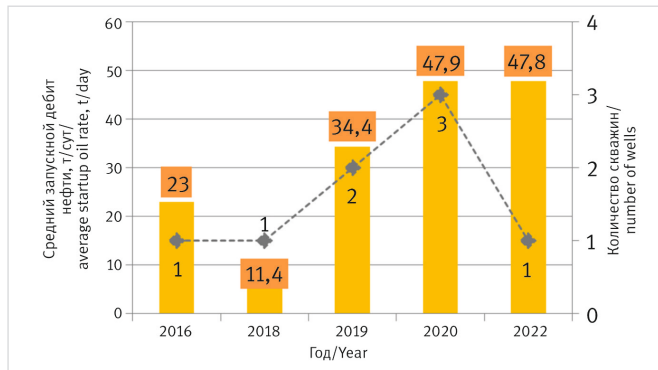


Рис. 4. Хронология ввода новых скважин на объект ДЮК с 2016 г. по 2022 г.

Fig. 4. New wells commissioning history at the pre-jurassic complex from 2016 to 2022

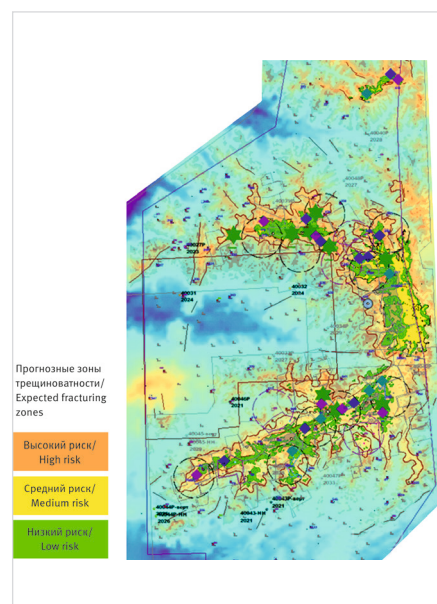


Рис. 5. Структурный план поверхности ДЮК с зонами рисков (прогнозные зоны трещиноватости)

Fig. 5. Structural map of the pre-jurassic complex surface with risk zones (expected fracturing zones)

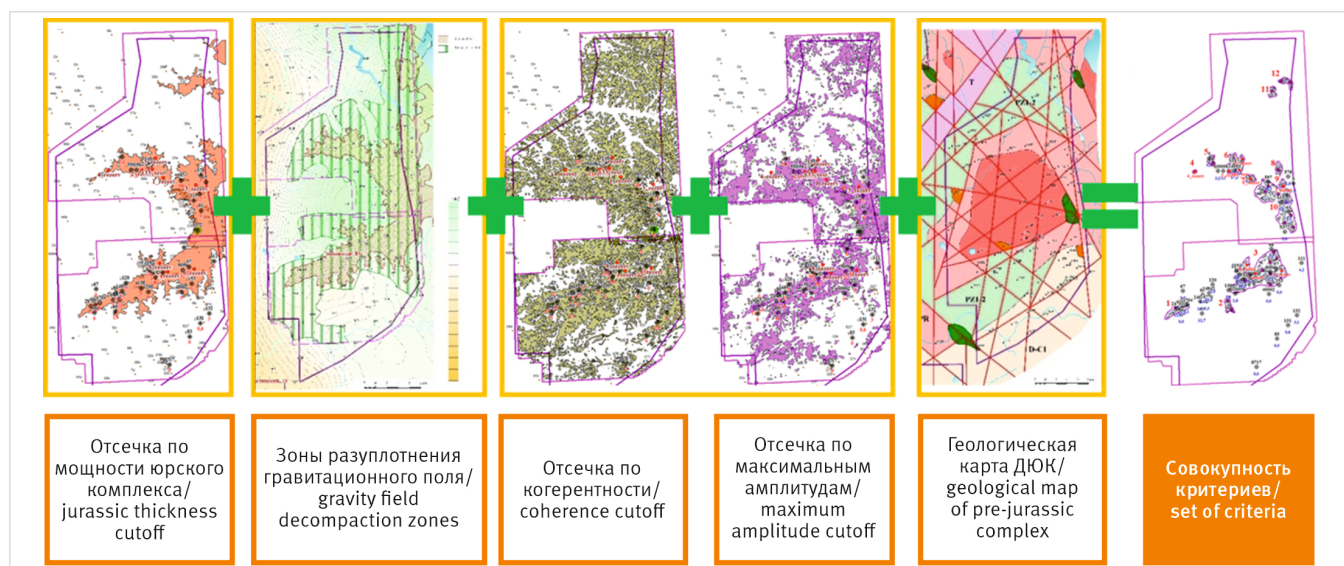


Рис. 3. Результат применения критериев перспективности

Fig. 3. The result of applying the value criteria

Итоги

Результаты бурения подтверждают высокую прогнозирующую способность разработанного подхода — достигнута максимальная успешность бурения скважин на ДЮК с куста № 3 (100 %). Дальнейшая оценка перспектив возможна после получения результатов по большинству плановых точек для получения статистических связей и возможности количественного прогноза. Всего предложено 37 проектных точек под бурение на ДЮК, каждая из которых имеет свой критерий уверенности и зависимости.

Выводы

Доюрский комплекс относится к нетрадиционным коллекторам и отличается высокой неоднородностью коллекторских свойств. Это приводит к высоким рискам при планировании бурения на объект. В рамках выполненной работы определены критерии выбора перспективных зон для разбуривания.

При этом объект ДЮК остается достаточно сложным для планирования его разбуривания. Для выделения новых перспективных областей необходимо дальнейшее изучение объекта: бурение, испытание, расширенный комплекс ГИС (АКШ + ГГКп; ЯМК, имиджеры), отбор и исследование керна, в том числе на упругие свойства, выполнение объектно-ориентированной обработки сейсмических данных с последующей комплексной интерпретацией всех геолого-геофизических данных. В результате выполненного анализа и применения разработанных критериев по результатам бурения подтвержден потенциал рассматриваемого объекта (доюрского комплекса).

Литература

1. Холманских Н.В., Сидоров Д.А., Лапина Л.В., Яневиц Р.Б., Фищенко А.Н., Емельянов Д.В., Мельников Л.П. Прогноз продуктивных зон в доюрском комплексе на Краснотенском месторождении //

Геология и недропользование. 2022. № 8. С. 4–16.

2. Курышева Н.К. Прогноз перспектив нефтегазоносности доюрских образований Западной Сибири на основе комплексной интерпретации материалов сейсморазведки и бурения // Технологии сейсморазведки. 2004. № 2. С. 113–116.
3. Бембель С.Р., Цепляева А.И. Поиск и картирование залежей нефти и газа в доюрском комплексе западной части ХМАО-Югры комплексом геофизических и геохимических методов // Нефть и газ Западной Сибири: материалы международной научно-технической конференции. Т. 1. 2015. С. 45–48.
4. Иванов К.С., Федоров Ю.Н., Ерохин Ю.В., Пономарев В.С. Геологическое строение фундамента приуральской части Западно-Сибирского нефтегазоносного бассейна. Екатеринбург: ИГГ УрО РАН, 2016. 302 с.

ENGLISH

Results

The drilling results confirm the high predictive ability of the developed approach – the maximum drilling success at the pre-jurassic complex at well pad № 3 (100 %) has been achieved. Further potential assessment is possible after obtaining results for most of the planned points to build statistical correlations and perform quantitative forecasting. In total, 37 design drilling points at the pre-jurassic complex have been proposed, each having its own criterion of confidence and contingency.

Conclusions

The pre-jurassic complex belongs to unconventional reservoirs and is characterized by a high heterogeneity of reservoir properties.

This leads to high risks associated with drilling planning. Within this study, the criteria for selecting promising drilling locations were determined. At the same time, the Pre-Jurassic Complex remains rather complicated for planning drilling activities. To identify new promising areas, further study is necessary: drilling, testing, extended logging complex (Full-Wave Sonic + RHOB; NMR, FMI), core taking and studies, including elastic properties, object-oriented processing of seismic data followed by a comprehensive interpretation of all geological and geophysical data. As a result of the analysis and application of the developed criteria based on the drilling results, the potential of the target in question (the pre-jurassic complex) was confirmed.

References

1. Kholmanskih N.V., Sidorov D.A., Lapina L.V., Yanevits R.B., Fishchenko A.N., Emelyanov D.V., Melnikov L.P. Forecast of productive zones in the pre-jurassic complex at the Krasnoleninskoye field. *Geology and Subsoil Use Journal*, 2022, issue 8, P. 4–16. (In Russ).
2. Kuryшева N.K. Forecast of prospects for oil and gas potential of pre-jurassic formations

in Western Siberia based on the integrated interpretation of seismic and drilling data. *Technologies of seismic exploration*. 2004, issue 2, P. 113–116. (In Russ).

3. Bembel S.R., Tseplyaeva A.I. Search and mapping of oil and gas reservoirs in the Pre-Jurassic Complex of the western part of the KhMAO-Yugra region via a complex of geophysical and geochemical methods. *Oil and Gas of West Siberia: proceeding*

of the international scientific and technical conference. Vol. 1, Tyumen: TSOGU, 2015, P. 45–48. (In Russ).

4. Ivanov K.S., Fedorov Yu.N., Erokhin Yu.V., Ponomarev V.S. Geological structure of the of Pre-Ural basement in the West Siberian Petroleum Basin. *Yekaterinburg: Institute of Geology and Geochemistry of the Ural Branch of RAS*, 2016, 302 p. (In Russ).

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ | INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Лапшина Яна Алексеевна, ведущий специалист отдела сопровождения бурения, ООО «Тюменский нефтяной научный центр», Тюмень, Россия
Для контактов: yalapshina@tnnc.rosneft.ru

Lapshina Yana Alexeyevna, lead specialist of the drilling support department, “Tyumen petroleum research center” LLC, Tyumen, Russia
Corresponding author: yalapshina@tnnc.rosneft.ru

Ермаков Павел Викторович, начальник отдела сопровождения бурения, ООО «Тюменский нефтяной научный центр», Тюмень, Россия

Ermakov Pavel Viktorovich, head of drilling support department, “Tyumen petroleum research center” LLC, Tyumen, Russia

Хазипов Ренат Лябибович, специалист отдела сопровождения бурения, ООО «Тюменский нефтяной научный центр», Тюмень, Россия

Khazipov Renat Lyabibovich, specialist of drilling support department, “Tyumen petroleum research center” LLC, Tyumen, Russia

Патраков Дмитрий Павлович, начальник управления геологии и разработки, ООО «Тюменский нефтяной научный центр», Тюмень, Россия

Patrakov Dmitry Pavlovich, head of subsurface division, “Tyumen petroleum research center” LLC, Tyumen, Russia

Жарков Артем Владимирович, начальник управления геологического сопровождения бурения скважин, АО «РН-Няганьнефтегаз», Нягань, Россия

Zharkov Artem Vladimirovich, head of well drilling geological support division, “RN-Nyaganneftegaz” JSC, Nyagan, Russia

Набокин Илья Роландович, начальник отдела геологического сопровождения бурения скважин, АО «РН-Няганьнефтегаз», Нягань, Россия

Nabokin Ilya Rolandovich, head of well drilling geological support department, “RN-Nyaganneftegaz” JSC, Nyagan, Russia