

НОВЫЕ МЕТОДЫ И ТЕХНОЛОГИИ ИЗУЧЕНИЯ ГЕОЛОГИЧЕСКОЙ СРЕДЫ НЕФТЕГАЗОНОСНЫХ БАССЕЙНОВ

Оригинальная статья

УДК 550.832.6:622.234.573

<https://doi.org/10.29222/ipng.2078-5712.2025.18>

Оценка компонентного состава пород и содержания твёрдого органического вещества баженовской свиты для уточнения перспектив ее разработки на анализируемом участке по результатам исследования скважин

А.А. Рузанова, Д.Н. Гуляев ✉

РГУ нефти и газа (НИУ) имени И.М. Губкина, Россия, 119991, Москва, Ленинский пр-т, д. 65, корп. 1

Аннотация. *Актуальность.* Тема исследования является актуальной в связи с необходимостью уточнения геологического строения и оценки перспектив нефтегазоносности баженовской свиты в Западной Сибири. *Цель работы.* Модернизировать метод оценки компонентного состава и содержания твёрдого органического вещества баженовской свиты, а также проверить сходимость результатов испытания методики с данными керна путем расчета объемной модели отложений. *Материалы и методы.* Результаты расширенного комплекса геофизических исследований скважин, выполненных в интервале окончательного каротажа; результаты лабораторного анализа керна интервала баженовской свиты (плотностные, акустические, пиролизические, рентгенофазовые исследования). *Результаты.* Разработан метод по определению компонент отложений баженовской свиты, основанный на расчете содержания глинистой составляющей и твёрдого органического вещества с использованием петрофизической модели водородосодержания. Полученные результаты позволили создать детальную объемную модель аномального разреза баженовской свиты района исследования, выделить наиболее перспективные интервалы для разработки и сделать выводы о характере насыщения. Полученные заключения нашли подтверждение в результатах опытно-промышленных испытаний продуктивных пластов скважины X исследуемого участка. *Выводы.* Предложенный метод расчета содержания компонент отложений баженовской свиты позволяет с высокой степенью достоверности определить фильтрационно-емкостные параметры среды и выделить проницаемые интервалы глубин, содержащие подвижную нефть.

Ключевые слова: баженовская свита, твёрдое органическое вещество, кероген, пористость, водородосодержание, глинистость, объемная модель

Финансирование: источники финансирования отсутствовали.

* Статья написана на основе доклада на XIV Международном форуме исследователей скважин «Современные методы исследования скважин и пластов для повышения эффективности разработки нефтегазовых месторождений», 15–16 апреля 2025 г., Московский институт нефтегазового бизнеса, Клуб исследователей скважин, Экспоцентр, Москва, Россия.

✉ Гуляев Данила Николаевич, gulyaev.d@gubkin.ru

© Рузанова А.А., Гуляев Д.Н., 2025



Контент доступен под лицензией Creative Commons Attribution 4.0 License.

Для цитирования: Рузанова А.А., Гуляев Д.Н. Оценка компонентного состава пород и содержания твердого органического вещества баженовской свиты для уточнения перспектив ее разработки на анализируемом участке по результатам исследования скважин // Актуальные проблемы нефти и газа. 2025. Т. 17, № 2. С. 221–238. <https://doi.org/10.29222/ipng.2078-5712.2025.18>

Введение

Современные требования к обеспечению энергетической безопасности и эффективному освоению углеводородных ресурсов требуют непрерывного совершенствования методов геологоразведки и анализа перспектив нефтегазоносности. Особое внимание уделяется комплексным исследованиям новых и слабоизученных территорий, в том числе в пределах Западной Сибири, обладающей высоким углеводородным потенциалом. Одним из ключевых инструментов в этой области остаются методы геофизических исследований скважин (ГИС), которые, в сочетании с данными керна, позволяют детально изучать геологическое строение разреза и прогнозировать залежи углеводородов.

Актуальность темы исследования определяется необходимостью уточнения геологического строения и оценки перспектив нефтегазоносности баженовской свиты в Западной Сибири. Проведение параметрического бурения с последующим комплексным анализом данных ГИС и керна открывает новые возможности для выявления потенциально продуктивных пластов, уточнения стратиграфических и литологических границ, уточнения насыщения пласта.

Целью работы является модернизация метода оценки компонентного состава и содержания твердого органического вещества баженовской свиты, а также проверка сходимости результатов испытания

методики с данными керна путем расчета объемной модели отложений.

Материалы и методы

В исследованиях использованы результаты измерений расширенного комплекса геофизических исследований скважин в следующем составе: гамма-каротаж (ГК), нейтронный гамма-каротаж (НГК), спектрометрический гамма-каротаж (С-ГК), акустический каротаж (АК), плотностной гамма-гамма каротаж (ГГК-П), выполненных в интересующем недропользователя интервале глубин, а также результаты лабораторного анализа керна, отобранного из интервала баженовской свиты в исследуемом районе Западной Сибири (плотностные, акустические, пиролитические, рентгенофазовые исследования).

Результаты и обсуждение

Геологическая характеристика отложений

Для пород баженовской свиты типичны листоватая и тонкоплитчатая отдельность, многочисленные прослои кремнистых и известковистых аргиллитов, включая радиоляриты и глинистые известняки, иногда с признаками доломитизации. В породах повсеместно встречается пирит – как в виде мелкодисперсных агрегатов, так и в форме конкреций, линз и тонких прослоев, а также присутствует глауконит [1, 2]. Скважина вскрывает отложения баженовской свиты, приуроченные к валанжинскому, рязанскому и волжскому ярусам.

Характерной особенностью разреза является развитие рыхлых битуминозных разновидностей пород, образующих линзовидные тела и отдельные прослои мощностью от 0,2 до 5–10 м [3, 4]. Формирование отложений происходило в условиях глубоководного морского бассейна. Однако на участке исследований буровыми скважинами вскрыты аномальные разрезы баженовской свиты, где мощность увеличивается до 140–180 м за счет появления песчано-алевритовых небитуминозных отложений, потенциально нефтенасыщенных (пласт Ю0). В исследуемой скважине вскрытая толщина свиты достигает 125 м. Аномальные разрезы баженовской свиты сложены комплексом кремнисто-глинисто-керогеновых пород, формирование которых связано с оползневыми процессами, вызванными тектонической активностью и импульсным поступлением песчаного материала [5, 6].

Перспективные нефтегазоносные зоны баженовского горизонта связаны как с типичными отложениями баженовской свиты, так и с ее аномальными фациальными разновидностями [7]. На изучаемой территории аномальные разрезы баженовской свиты были зафиксированы в 11 разведочных скважинах, пробуренных на Зимнем, Заозерном, Усть-Вайском и Средне-Вайском месторождениях [8]. Эти участки представляют особый интерес для дальнейших геологоразведочных работ.

Проблематика исследований

Вопросам изучения геологического строения и оценки перспектив нефтегазоносности баженовской свиты в Западной Сибири посвящен ряд работ

известных геохимиков, например [9, 10] и др. Стандартная методика расчета содержания таких компонент отложений, как глинистая часть и твердое органическое вещество заключается в установлении связи между результатами исследований керна (рентгенофазовый анализ (РФА) и пиролитические исследования по методике Rock-Eval) с составляющими спектрометрического гамма-излучения. Однако в интервалах баженовской свиты данная методика имеет ряд недостатков:

– Необходимость учета изменяющегося по разрезу типа глинистого минерала. Выявлено, что содержание глинистых минералов в разрезе баженовской свиты не поддается зависимости ни с ториевой, ни с калиевой составляющей гамма-излучения, что говорит о богатом разнообразии глинистых минералов в составе разреза. Разбиение разреза на 2 части по преобладанию ториевой или калиевой составляющей позволило рассчитать глинистость поинтервально достаточно достоверно, однако часть образцов керна осталась не охвачена зависимостью (выделены синими овалами на рис. 1).

– Недоучет глинистости за счет вычленения из общей радиоактивности урановой составляющей.

– Невозможность расчета глинистости без спектрометрического гамма-каротажа.

Обращая внимание на перечисленные недостатки использования спектрометрического гамма-каротажа с целью количественного определения доли глинистой составляющей и твердого органического вещества пород баженовской свиты, разработана методика определения глинистости отложений баженовской свиты без использования С-ГК.

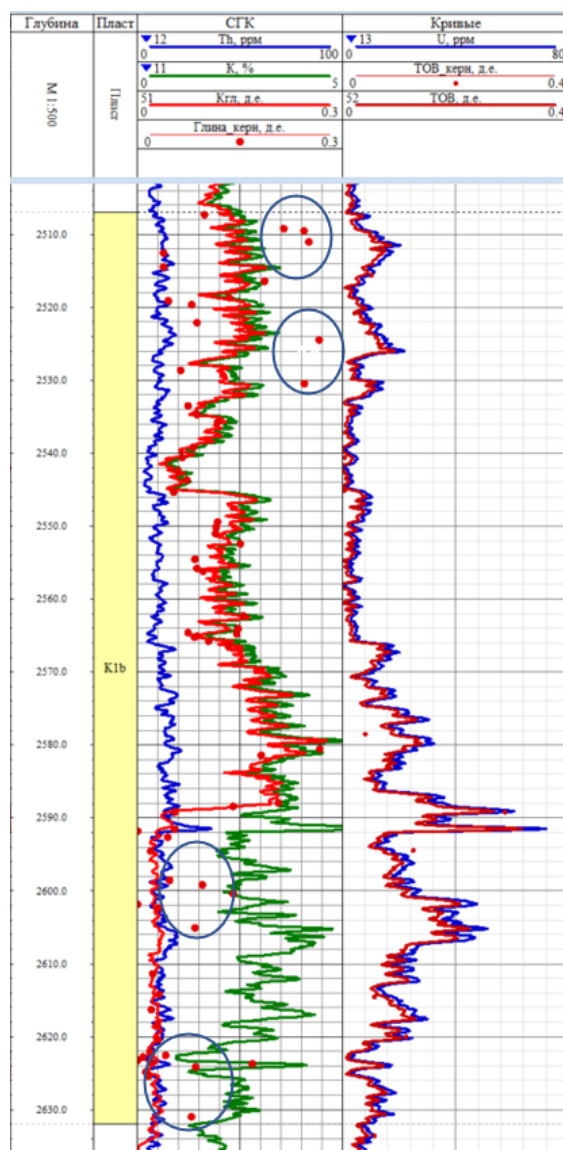


Рис. 1. Сопоставление кривой содержания твердого органического вещества с показаниями спектрометрического гамма-каротажа и керновыми данными по скважине X в исследуемом районе

Fig. 1. Correlation of the total organic carbon content curve with the spectrometric gamma-ray logging data and core data for well X of the survey area

Описание разработанной методики

В основе методики лежит петрофизическая модель водородосодержания с учетом наличия в разрезе твердого органического вещества (ТОВ). Содержание органического вещества в раз-

резе определяется путем оценки вклада твердого органического вещества и глинистости в интегральную радиоактивность.

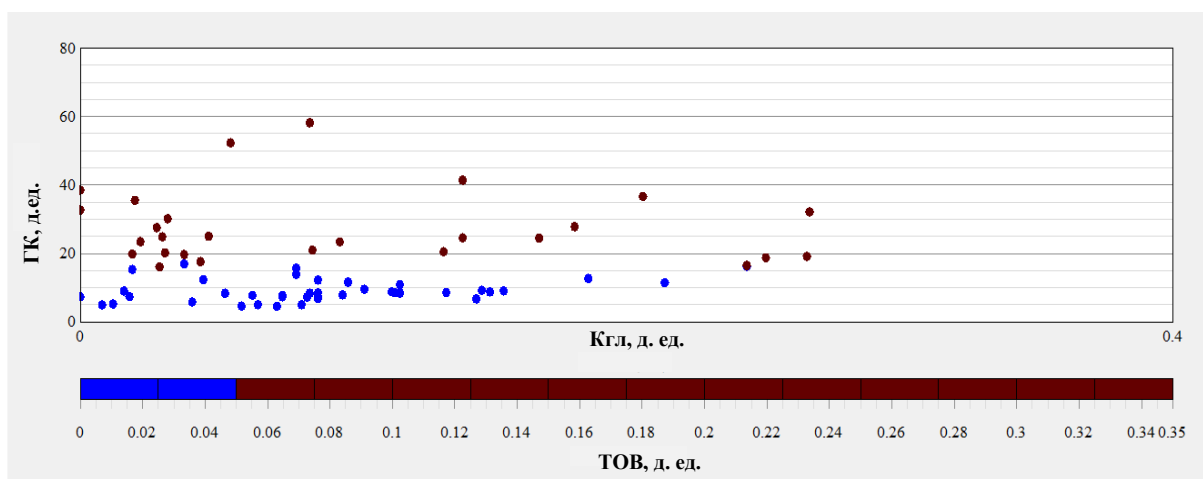
Для оценки вклада ТОВ и глинистости в интегральную гамма-активность был произведен анализ зависимости интегрального гамма-излучения от глинистости (рис. 2).

При первом рассмотрении зависимость гамма-излучения от глинистости похожа на облако точек без явной связи (рис. 2а), однако если выделить цветом точки, соответствующие низкому содержанию ТОВ в образцах, то выявляется хорошая зависимость. В образцах с низким содержанием ТОВ гамма-излучение образцов обусловлено только глинистостью. Зависимость гамма-излучения от глинистости образцов, радиоактивность которых обусловлена только глинистостью (без учета образцов с высоким содержанием ТОВ), приведена на рис. 2б.

Далее из кривой интегральной гамма-активности выполнено вычленение кривой гамма-каротажа (ГК), радиоактивность которой обусловлено содержанием глинистых минералов, и кривой, обусловленной радиоактивностью от ТОВ. Для этого рассчитана кривая глинистости в первом приближении с помощью метода нейтронного гамма-каротажа (НГК):

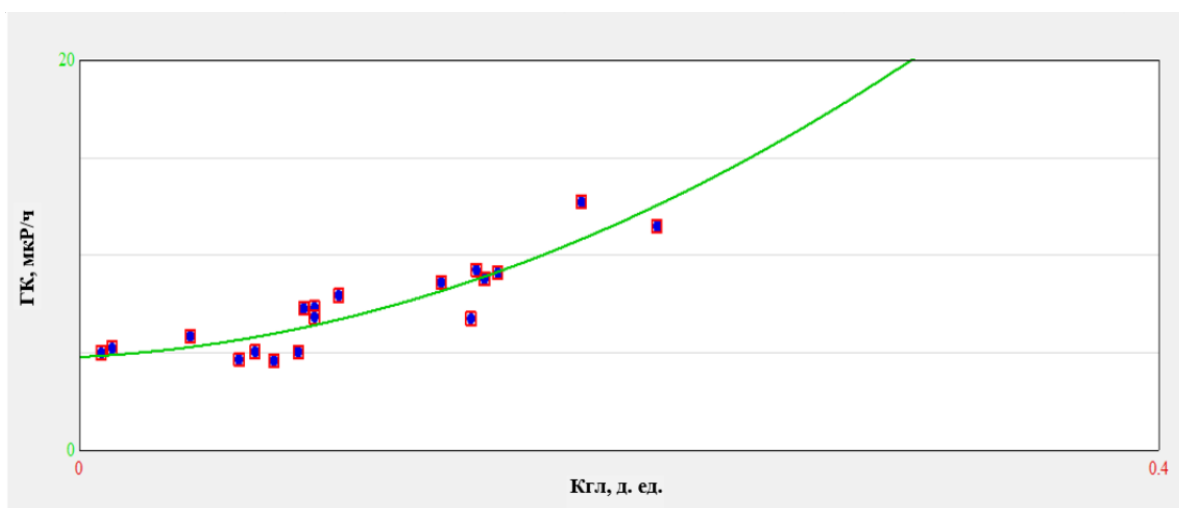
$$K_{\text{гл}} = (W - K_{\text{п}}) / W_{\text{гл}}, \quad (1)$$

где $K_{\text{гл}}$ – коэффициент глинистости;
 W – водородосодержание породы;
 $K_{\text{п}}$ – пористость породы,
 $W_{\text{гл}}$ – содержание связанной воды в глинах.



● - образцы керна с содержанием ТОВ <5%; ● - образцы керна с содержанием ТОВ >5%

а/а



б/б

Рис. 2. Зависимость содержания гамма-излучения от глинистости по скважине X в исследуемом районе

а – кросс-плот в общем виде;

б – график зависимости для образцов керна с содержанием
твёрдого органического вещества <5% с коррекцией вылетов

Fig. 2. Dependence of gamma radiation content on clay content for well X of the survey area:

а – general crossplot;

б – graph of dependence for core samples
with total organic carbon content <5% with a spike correction

В качестве пористости задается кривая, рассчитанная с помощью метода плотностного гамма-гамма каротажа (ГГК-П). В этом случае пористость завышена относительно истинной, так как плотности заполнителя пор (нефти) и ТОВ

различаются слабо. Однако пористость, определенная по ГГК-П, подходит для расчета глинистости по петрофизической модели водородосодержания в первом приближении. Результат расчета глинистости в первом приближении приведен на рис. 3.

Для расчета кривой гамма-активности, обусловленной глинистостью (именуемой в дальнейшем «ГК_глина»), используются кривая глинистости, рассчитанная по приведенной выше формуле, и зависимость, представленная на рис. 26. Далее

произведен расчет кривой гамма-излучения, обусловленной органическим веществом (именуемой в дальнейшем «ГК_ТОВ»), как разность кривых интегрального ГК и ГК_глина. Полученные кривые изображены на рис. 4.

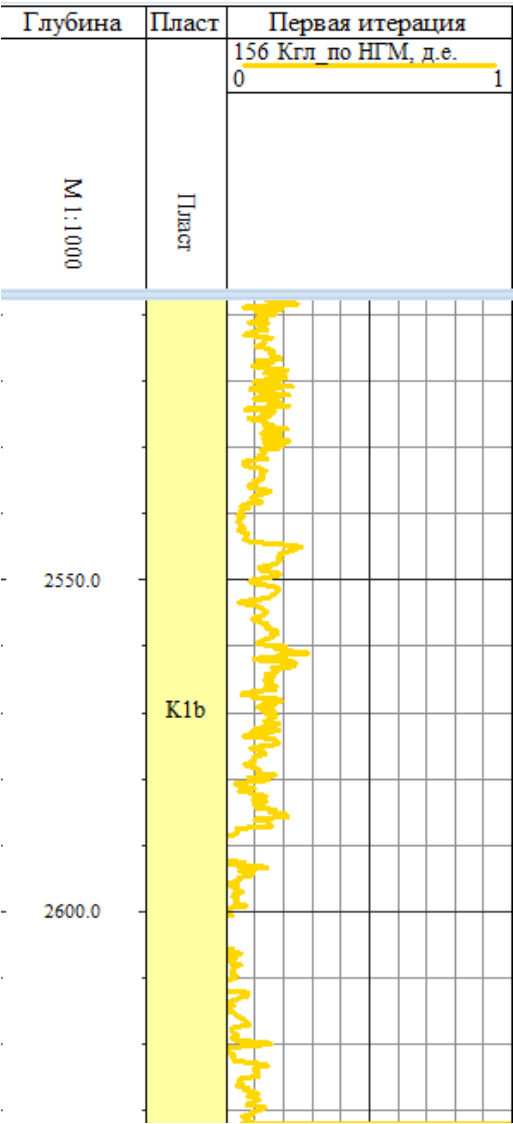


Рис. 3. Кривая глинистости в первом приближении по скважине X в исследуемом районе

Fig. 3. Clay content curve as a first approximation for well X of the survey area

С целью построения зависимости содержания твердого органического вещества от избыточного гамма-излучения выполнен пересчет массового содержания

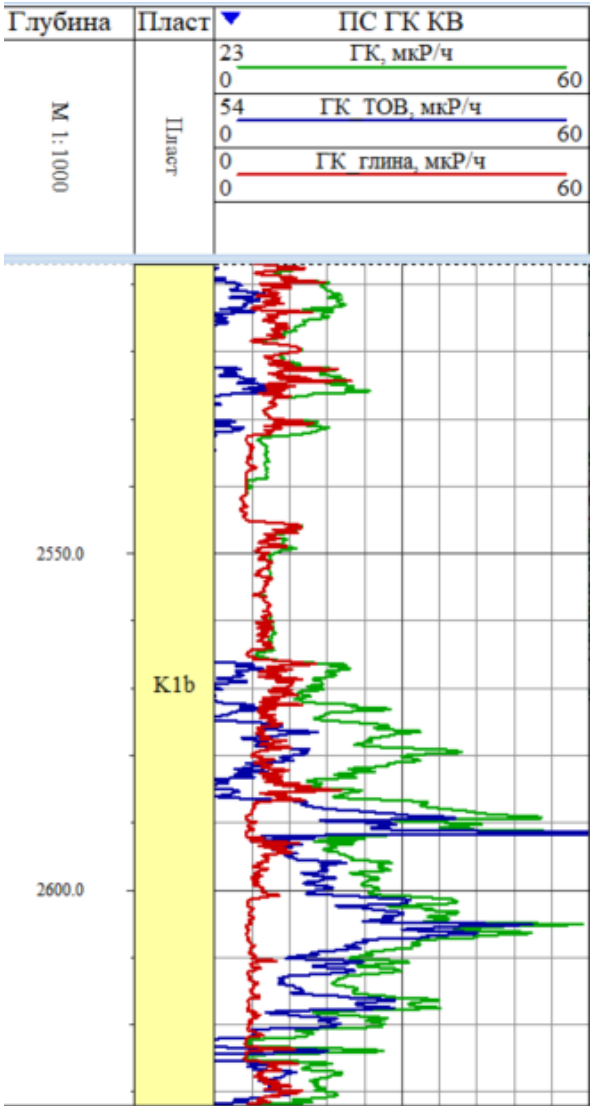


Рис. 4. Кривые ГК_глина и ГК_ТОВ по скважине X в исследуемом районе

Fig. 4. GR_clay and GR_TOC curves for well X of the survey area

ТОВ, определенного по керну с помощью методики Rock-Eval, в объемное содержание ТОВ [11]. Ниже приведена полученная зависимость (рис. 5).

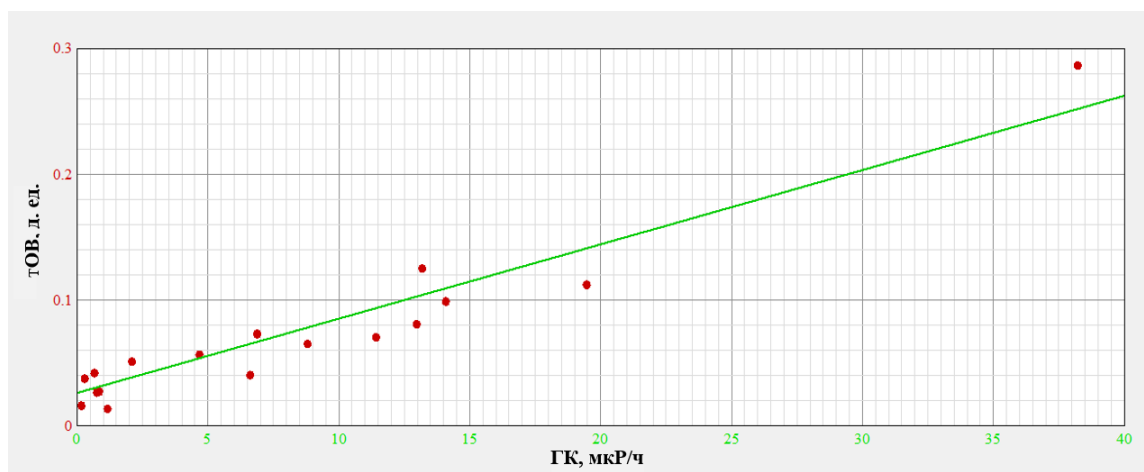


Рис. 5. Зависимость содержания твердого органического вещества от избыточной гамма-активности по скважине X в исследуемом районе

Fig. 5. Dependence of total organic carbon content on excess gamma activity for well X of the survey area

В результате сопоставления содержания твердого органического вещества с кривой избыточного гамма-излучения получено выражение для расчета кривой содержания твердого органического вещества:

$$TOB = 0,0263 + 0,0059 * GK_{TOB}, \quad (2)$$

где GK_{TOB} – кривая избыточной гамма-активности.

На рис. 6 приведен результат расчета содержания твердого органического вещества по формуле (2) и сравнительный анализ полученной кривой и кривой TOB, рассчитанной по зависимости с урановой составляющей гамма-излучения.

Кривые согласуются между собой, причем в классической части разреза содержание твердого органического вещества, рассчитанное по урану, немного занижено по сравнению с рассчитанным по гамма-каротажу.

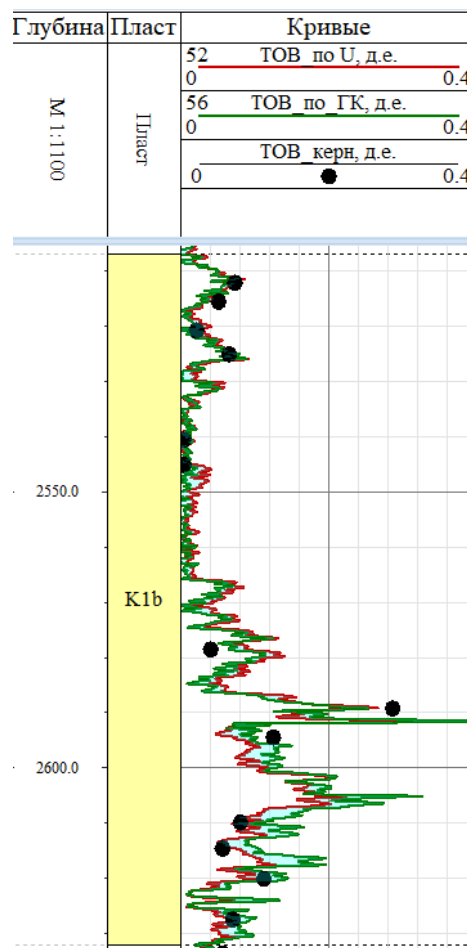


Рис. 6. Кривые содержания твердого органического вещества по скважине X в исследуемом районе

Fig. 6. Total organic carbon content curves for well X of the survey area

Для расчета глинистости использована петрофизическая модель водородосодержания с учетом содержания твердого органического вещества:

$$K_{\text{гл}} = (W - K_{\text{п}} - K_{\text{тов}} * W_{\text{тов}}) / W_{\text{гл}}, \quad (3)$$

где W – водородосодержание пород разреза по НГК;

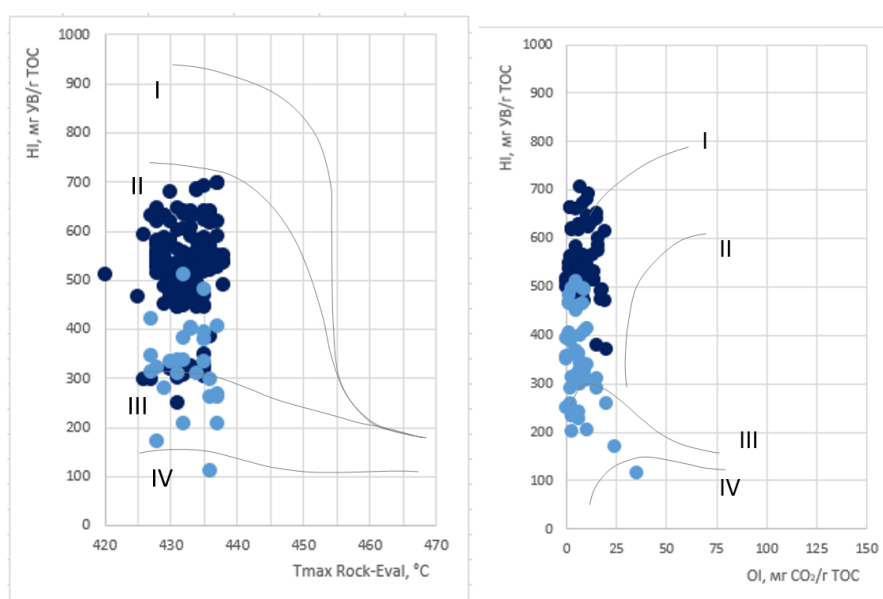
$K_{\text{тов}}$ – объемное содержание органического вещества;

$K_{\text{п}}$ – общая пористость породы;

$W_{\text{тов}}$ – водородосодержание твердого органического вещества;

$W_{\text{гл}}$ – водородосодержание связанной воды глин.

Для определения водородосодержания керогена проанализированы результаты пиролиза. Водородный и кислородный индекс для образцов керн интервала баженовской свиты вынесены на диаграмму Ван-Кревелена (рис. 7).



● – глинисто-кремнистые породы, кремнисто-глинистые породы; ● – алевро-аргиллиты

Рис. 7. Диаграмма Ван-Кревелена для различных типов керогена (I–IV) образцов керн интервала баженовской свиты в исследуемом районе

Fig. 7. Van Krevelen diagram for various types of kerogen (I–IV) in core samples from the Bazhenov Formation of the survey area

Кероген интервала баженовской свиты принадлежит типу II сапропелевому, с высоким водородным индексом и низким кислородным. На диаграмме HI-Tmax все изученные образцы керн расположены в области значений показателя отражательной способности витринита 0,5–0,6%, что свидетельствует о начале «главного окна нефтеобразования» и небольших масштабах реализации исходного генерационного потенциала, близких к 15–20%.

Для учета непостоянности водородного индекса была построена кривая изменения водородного индекса керогена (рис. 8). Используя модель водородосодержания с учетом содержания твердого органического вещества, выполнен расчет глинистости по разрезу баженовской свиты. Результаты вычисления и кривая глинистости, полученная по С-ГК, приведены на рис. 9.

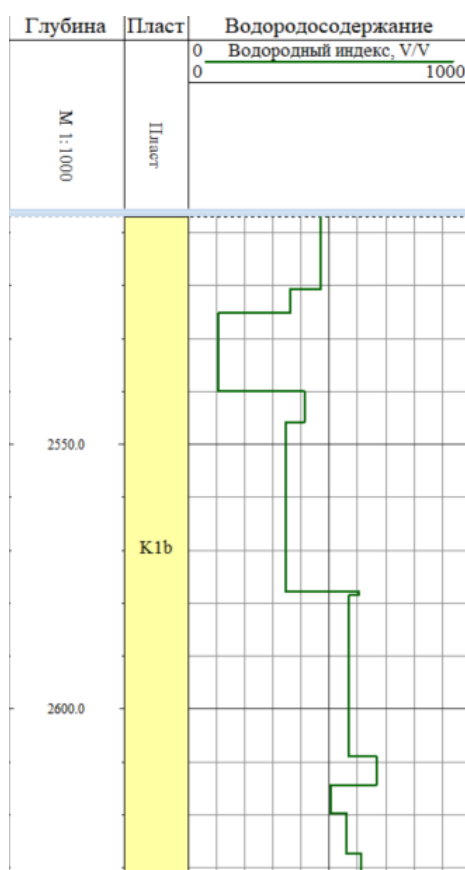


Рис. 8. Кривая водородосодержания для твердого органического вещества по скважине X в исследуемом районе

Fig. 8. Hydrogen index curve for total organic carbon for well X of the survey area

В верхней части разреза кривые глинистости повторяют друг друга. В средней части разреза глинистость, рассчитанная по калиевой составляющей гамма-излучения, завышена относительно глинистости, рассчитанной по НГК. Это может быть связано с наличием пропластков, в которых содержание калиевых полевых шпатов значительно выше, чем по разрезу. В нижней части разреза кривая Кгл, полученная в результате применения разработанной методики, сильнее согласуется с керновыми исследованиями, чем кривая глинистости, рассчитанная по С-ГК.

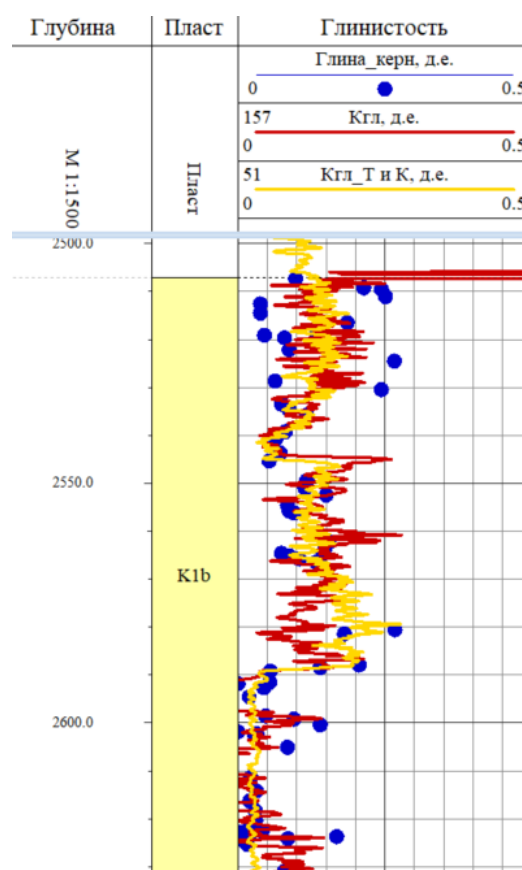


Рис. 9. Кривые глинистости по скважине X в исследуемом районе

Fig. 9. Clay content curves for well X of the survey area

Апробация методики

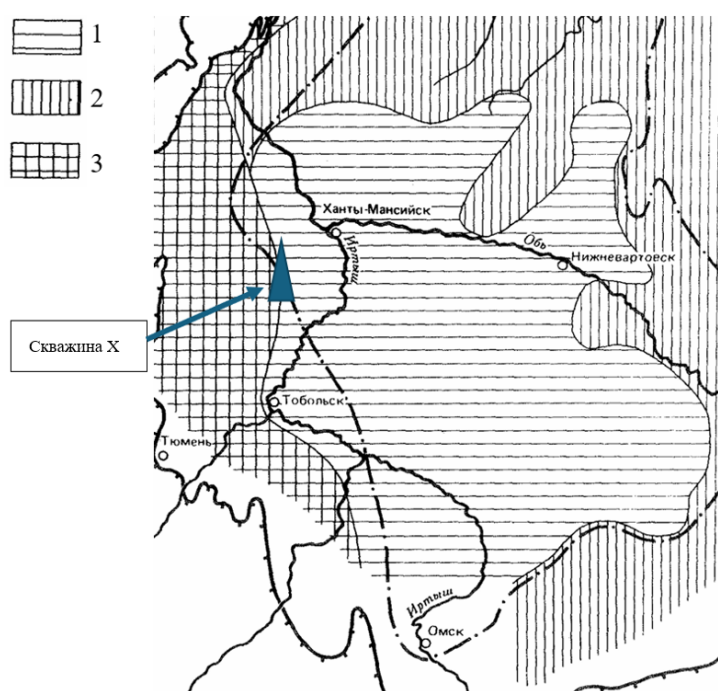
Апробация методики заключалась в построении объемной модели разреза баженовской свиты с использованием кривых глинистости и содержания твердого органического вещества, а также в оценке сходимости выходных параметров с результатами исследования керна.

Минеральный состав баженовской свиты представлен, в основном, кварцевой составляющей, с различным объемом плагиоклаза, слюды, глинистой составляющей, карбонатных разностей, пирита и органического вещества.

Проведена оценка результатов рентгенофазового анализа керна. Выявлено, что большая часть разреза сложена кварцевыми, глинистыми и карбонатными минералами. Также в разрезе присутствует пирит, наиболее отличающийся по плотностным и акустическим свойствам от остальных минералов осадочного генезиса. Для анализа компонентного состава глинистого материала разреза баженовской свиты, обратились к резуль-

татам рентгенофазового анализа керна. В целом, основным глинистым компонентом отложений является каолинит. Его содержание в разрезе составляет 75,1%.

Территориально в пределах баженовской свиты наблюдается четкая зональность в площадном распределении глинистых минералов [12]. Ниже приведена карта распространения глинистых минералов (рис. 10).



- 1 – гидрослюдисто-смешаннослойный и гидрослюдисто-монтмориллонитовый ряд;
2 – гидрослюдисто-каолинитовый с примесью хлорита и слюдисто-монтмориллонитовый ряд;
3 – гидрослюдисто-каолинитовый ряд

Рис. 10. Карта минерального состава глинистых пород баженовской свиты

Fig. 10. Mineral composition map of clay rocks in the Bazhenov Formation

Источник: [12] / Source: [12]

Согласно карте, район исследования находится на границе зон гидрослюдисто-смешаннослойно-монтмориллонитового и гидрослюдисто-каолинитового ряда. Таким образом, исследуемый участок является неоднородным по компонентному составу глинистых

минералов и отмечается преобладанием каолинита.

С целью сокращения компонент объемной модели было решено объединить минералы в минеральные группы, такие как кремнистая, глинистая, карбонатная группы и пирит (рис. 11).

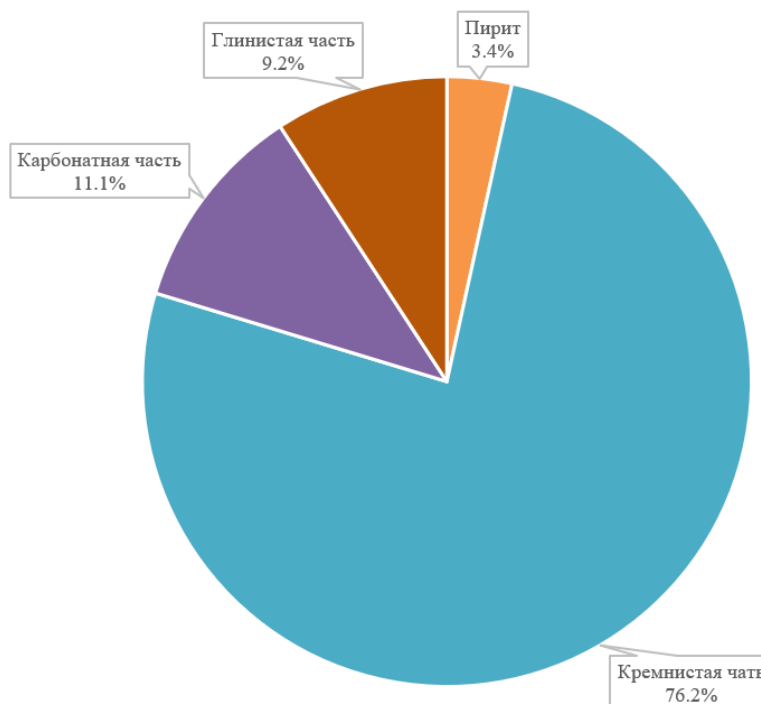


Рис. 11. Упрощенная схематичная минеральная модель баженовской свиты в исследуемом районе

Fig. 11. Simplified schematic mineral model of the Bazhenov Formation of the survey area

При разложении органического вещества в восстановительных условиях происходит образование сероводорода, который наряду с углеродом природных органических веществ способствует восстановлению шестивалентного урана до четырехвалентного и выпадению в форме тонко дисперсного окисла урана (настуран). В месторождениях осадочного генезиса настуран обычно ассоциирует в породах с органическим веществом и пиритом [13]. Также построена зависимость определенного по РФА содержания пирита в образцах керна с урановой составляющей С-ГК и получено следующее выражение:

$$PYR = 0,0086 + 0,0018 * U, \quad (4)$$

где U – урановая составляющая гамма-излучения по С-ГК.

Таким образом, в объемную модель баженовской свиты включены 6 компонент: кварцевая часть, глинистая часть, карбонатная часть, пирит, ТОВ, пористость.

В качестве исходных данных в объемной модели заданы:

- кривые акустического, плотностного и нейтронного каротажей;
- кривая содержания органического вещества;
- кривая содержания пирита;
- кривая глинистости.

Контроль качества построения объемной модели проводился сопоставлением теоретических кривых АК, ГГК-П и водородосодержания с исходными кривыми и кернавыми данными.

На рис. 12 представлены результаты интерпретации и построения объемной модели.

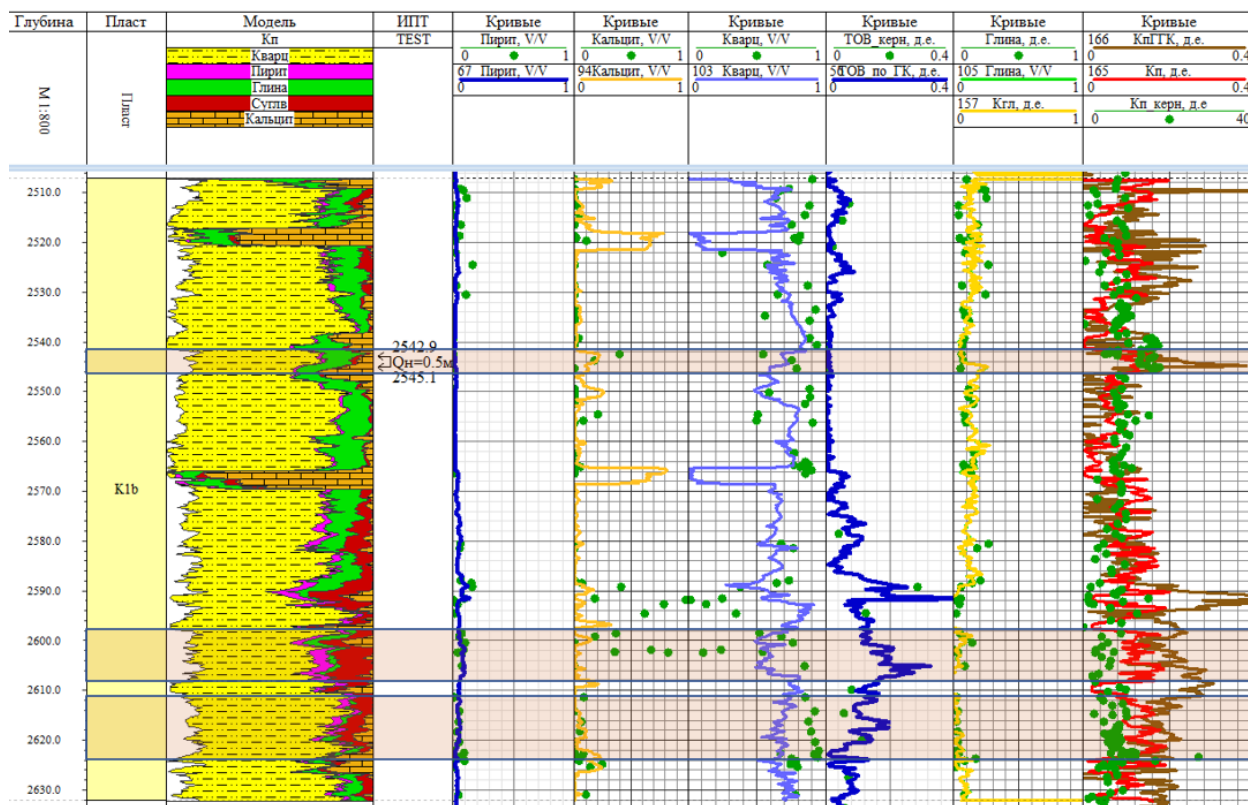


Рис. 12. Планшет результатов интерпретации ГИС – начиная с третьего поля, последовательно представлены: расчетная объемная модель отложений баженовской свиты скважины X в исследуемом районе; результаты испытаний; кривые содержания пирита, карбонатной части, кремнистой части, твердого органического вещества, глинистой составляющей, пористости

Fig. 12. Well logging interpretation results display – starting from the third track, the following are sequentially presented: calculated volumetric model of the Bazhenov Formation deposits in well X of the survey area, well test results; curves of pyrite content, carbonate fraction, siliceous fraction, total organic carbon, clay content, porosity

В результате проведенных исследований и построения объемной модели разреза скважины X в исследуемом районе выявлено, что разрез не однороден по литологическому составу. Преимущественный состав скелета породы в исследуемом интервале глубин – это кремнистая составляющая.

Условно разрез баженовской свиты можно разделить на верхнюю (аномальную) и нижнюю (классическую) части. Верхняя часть разреза слабо обогащена твердым органическим веществом. Глинистость в верхней части разреза распределена

равномерно. Обнаружены прослои карбонатов различного состава – преимущественно карбонатные и преимущественно кремнистые. Наличие кремнистой части в карбонатных прослоях может быть связано с отложениями радиоляритов [14].

Нижняя часть разреза сильно обогащена органическим веществом и сопутствующим пиритом. Содержание глинистых минералов в нижней части разреза намного меньше, чем в верхней части. Присутствуют тонкие пропластки кремнистых карбонатов, однако отсутствуют выдержанные пласты чистых карбонатов.

Продуктивность интервалов аномального разреза баженовской свиты скважины Х в исследуемом районе подтверждена испытаниями скважины после проведения гибридного ГРП в 2024 г. [15].

Проверкой качества объемной модели служит достаточное соответствие теоретических кривых акустического, плотностного, нейтронного методов каротажа с исходными и согласованность выходных кривых карбонатной и кремнистой составляющих с данными керна.

Заключение

В результате построения объемной модели получены кривые пористости, содержания кремнистой и карбонатной части. Кривые кремнистости и карбонатности соответствуют результатам РФА на керне. Кривая пористости приведена в одном поле планшета с кривой пористости, рассчитанной по ГГМ-П, и пористостью по керну. Один из высокопористых пропластков, выделенных в модели, в верхней части разреза

соответствует интервалу успешных испытаний. Анализ литолого-геохимических особенностей пород баженовской свиты, их фильтрационно-емкостных свойств и нефтеносности позволяет сделать вывод о наличии локальных проницаемых пропластков в разрезе скважины Х среди непроницаемых пород баженовской свиты.

Подтверждена работоспособность усовершенствованной методики оценки компонентного состава пород и содержания твердого органического вещества баженовской свиты.

Предложенный метод расчета содержания компонент отложений баженовской свиты дает возможность с высокой степенью достоверности определить фильтрационно-емкостные параметры среды и выделить проницаемые интервалы с подвижной нефтью. Дальнейшие исследования и уточнение критериев применимости методики позволят наиболее точно выделять продуктивные интервалы трудноизвлекаемых запасов.

Вклад авторов

А.А. Рузанова – администрирование данных, формальный анализ, проведение исследования, создание черновика рукописи.

Д.Н. Гуляев – концептуализация, методология, верификация данных, руководство исследованием, создание рукописи и ее редактирование.

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Список источников

1. Гасымов Э.Т., Рябый Н.Н., Аланкин М.С. Труднодоступные месторождения «Баженовская свита» – главный источник нетрадиционной нефти России // Актуальные проблемы социально-гуманитарного и научно-технического знания. 2023. № 1(32). С. 11–16.
2. Маркин М.А., Бородкин В.Н., Курчиков А.Р., Смирнов О.А. Промыслово-геофизическая и литологическая характеристики интервалов разреза баженовской свиты Красноленинского

свода с промышленными притоками нефти // Геология, геофизика и разработка нефтяных и газовых месторождений. 2021. № 1(349). С. 19–23. [https://doi.org/10.33285/2413-5011-2021-1\(349\)-19-23](https://doi.org/10.33285/2413-5011-2021-1(349)-19-23)

3. *Фомин М.А., Замирайлова А.Г., Саитов Р.М.* Литология баженовской свиты на Малобалыкском месторождении и соседних площадях (ХМАО, Западная Сибирь) // Интерэкспо Гео-Сибирь. 2023. Т. 2, № 2. С. 273–283. <https://doi.org/10.33764/2618-981X-2023-2-2-273-283>

4. *Хабаров В.В., Морозов В.Ю., Тимчук А.С.* Уточнение геологического строения и свойств пород баженовской свиты в параметрической скважине № 1 Салымской площади // Геология, геофизика и разработка нефтяных и газовых месторождений. 2022. № 7(367). С. 21–32. [https://doi.org/10.33285/2413-5011-2022-7\(367\)-21-32](https://doi.org/10.33285/2413-5011-2022-7(367)-21-32)

5. *Гишян А.А., Постникова О.В., Постников А.В., Казимиров Е.Т.* Структурно-текстурная характеристика аномальных разрезов баженовской свиты // Геология, геофизика и разработка нефтяных и газовых месторождений. 2025. № 3(399). С. 42–47.

6. *Синица Н.В., Прищепя О.М.* Концептуальная модель формирования зоны нефтегазонакопления в пределах палеозойского основания юго-востока Западно-Сибирского бассейна // Актуальные проблемы нефти и газа. 2023. Вып. 1(40). С. 14–26. <https://doi.org/10.29222/ipng.2078-5712.2023-40.art2>

7. *Скоробогатов В.А.* Баженовская нефть Западной Сибири: генезис, запасы, ресурсы, перспективы освоения // Вести газовой науки. 2023. № 1(53). С. 206–221.

8. *Комков И.К., Дахнова М.В., Большакова М.А., Можегова С.В.* Генерационный потенциал органического вещества верхнеюрских отложений в пределах Карабашской поисковой зоны // Георесурсы. 2021. Т. 23, № 1. С. 52–59. <https://doi.org/10.18599/grs.2021.1.5>

9. *Калмыков Г.А., Балушкина Н.С.* Модель нефтенасыщенности порового пространства пород баженовской свиты Западной Сибири и ее использование для оценки ресурсного потенциала. М.: ГЕОС, 2017. 247 с.

10. *Конторович А.Э., Богородская Л.И., Борисова Л.С.* и др. Геохимия и катагенетические превращения керогена баженовского горизонта // Геохимия. 2019. Т. 64, № 6. С. 585–593. <https://doi.org/10.31857/S0016-7525646585-593>

11. *Самохвалов Н.И., Скибицкая Н.А., Коваленко К.В.* Литолого-петрофизическое и геохимическое обеспечение интерпретации данных ГИС для определения массовых и объемных концентраций органического вещества // Труды Российского государственного университета нефти и газа имени И.М. Губкина. 2020. № 2(299). С. 27–38. [https://doi.org/10.33285/2073-9028-2020-2\(299\)-27-38](https://doi.org/10.33285/2073-9028-2020-2(299)-27-38)

12. *Филина С.И., Корж М.В., Зонн М.С.* Палеогеография и нефтеносность баженовской свиты Западной Сибири. М.: Наука, 1984. 36 с.

13. *Дымков Ю.М., Куц А.Ф., Дойникова О.А.* Образование твердого битума в процессе взаимодействия настурана и нефти при 300 °С // Доклады Академии наук. 2002. Т. 387, № 1. С. 90–94.

14. *Коточкова Ю.А., Балушкина Н.С., Богатырева И.Я., Калмыков Г.А.* Условия формирования волжских радиоляритовых отложений в баженовском эпиконтинентальном морском бассейне // Вестник Московского университета. Серия 4: Геология. 2024. Т. 63, № 5. С. 83–90. <https://doi.org/10.55959/MSU0579-9406-4-2024-63-5-83-90>

15. Козионов А.Е., Кирсанов А.М., Тышкевич И.В., Миркеримов Ф.С. Эффективность комплексного воздействия ГРП с кислотной обработкой на отложения баженовской свиты на Заозерной площади // Бурение и нефть. 2024. № 11. С. 9–11. <https://doi.org/10.62994/2072-4799.2024.73.82.003>

Информация об авторах

Анна Александровна Рузанова – РГУ нефти и газа (НИУ) имени И.М. Губкина, Москва, Россия, SPIN-код: 7247-9998, <https://orcid.org/0009-0006-3542-7372>; e-mail: annaruzan2003@gmail.com

Данила Николаевич Гуляев – к.т.н., доцент, РГУ нефти и газа (НИУ) имени И.М. Губкина, Москва, Россия, SPIN-код: 1296-5846, <https://orcid.org/0000-0002-3014-0771>; e-mail: gulyaev.d@gubkin.ru

Поступила в редакцию 15.05.2025

Принята к публикации 22.08.2025

NEW METHODS AND TECHNOLOGIES OF STUDYING THE GEOLOGICAL ENVIRONMENT OF OIL AND GAS BASINS

Original article

<https://doi.org/10.29222/ipng.2078-5712.2025.18>

Assessment of the component composition of rocks and the total organic carbon content of the Bazhenov Formation to clarify the prospects for its development in the analyzed area based on the results of well logging*

Anna A. Ruzanova, Danila N. Gulyaev ✉

National University of Oil and Gas "Gubkin University", 65 Leninsky Ave., Bldg. 1, Moscow, 119991, Russia

Abstract. *Background.* The research topic is relevant due to the need to clarify the geological structure and assess the oil and gas potential of the Bazhenov Formation in Western Siberia. *Objective.* To present a method for estimating the component composition and the total organic carbon content of the Bazhenov Formation, as well as to verify the convergence of the test results of the methodology with core data by calculating a volumetric sediment model. *Materials and methods.* Results from an extended suite of well logging operations conducted in the final logging interval; results of laboratory core analysis from the Bazhenov Formation interval (density, acoustic, pyrolysis and X-ray diffraction studies). *Results.* A method was developed for determining components of the Bazhenov Formation deposits, based on calculating clay and total organic carbon content using a hydrogen-index petrophysical model. The obtained results enabled the creation of a detailed 3D model of the anomalous section of the Bazhenov Formation of the survey area, identification of the most promising development intervals, and conclusions about saturation characteristics. The findings were confirmed by pilot production tests of productive formations in well X of the survey area. *Conclusions.* The proposed method for calculating the content of sediment components of the Bazhenov Formation makes it possible to determine with a high degree the filtration and capacity parameters of the medium with the release of solid organic matter from the pore space, which is necessary to isolate permeable intervals containing mobile oil.

Keywords: Bazhenov Formation, total organic carbon, kerogen, porosity, hydrogen content, clay content, volumetric model

Funding: the work received no funding.

* The article is based on the report presented at the 14th International Well Test Forum "Modern Well Test Analysis and Reservoir Testing Methods for Improving the Efficiency of Oil and Gas Field Development", 15–16 April 2025, Moscow Petroleum Institute, Well Test Club, Expocentre, Moscow, Russia.

✉ Danila N. Gulyaev, gulyaev.d@gubkin.ru

© Ruzanova A.A., Gulyaev D.N., 2025



The content is available under Creative Commons Attribution 4.0 License.

For citation: Ruzanova A.A., Gulyaev D.N. Assessment of the component composition of rocks and the total organic carbon content of the Bazhenov Formation to clarify the prospects for its development in the analyzed area based on the results of well logging. *Actual Problems of Oil and Gas*. 2025. Vol. 16, No. 2. P. 221–238. (In Russ.). <https://doi.org/10.29222/ipng.2078-5712.2025.18>

Author contributions

Anna A. Ruzanova – data curation, formal analysis, investigation, writing – original draft.

Danila N. Gulyaev – conceptualization, methodology, validation, supervision, writing – review & editing.

Conflict of interests

The authors declare no conflict of interest.

References

1. Gasymov E.T., Ryaby N.N., Alankin M.S. Hard-to-reach “Bazhenov Formation” fields – Russia’s main source of unconventional oil. *Aktual’nye problemy social’no-gumanitarnogo i nauchno-tehnicheskogo znaniya*. 2023. No. 1(32). P. 11–16. (In Russ.).
2. Markin M.A., Borodkin V.N., Kurchikov A.R., Smirnov O.A. Field geophysical and lithological characteristics of the Bazhenov Suite intervals of the Krasnoleninsky Arc with industrial oil inflows. *Geology, Geophysics and Development of Oil and Gas Fields*. 2021. No. 1(349). P. 19–23. (In Russ.). [https://doi.org/10.33285/2413-5011-2021-1\(349\)-19-23](https://doi.org/10.33285/2413-5011-2021-1(349)-19-23)
3. Fomin M.A., Zamirailova A.G., Saitov R.M. Lithology of the Bazhenov Formation at the Malobalykskoye field and nearby areas (Khanty-Mansi Autonomous Okrug, Western Siberia). *Interexpo Geo-Siberia*. 2023. Vol. 2, No. 2. P. 273–283. (In Russ.). <https://doi.org/10.33764/2618-981X-2023-2-2-273-283>
4. Khabarov V.V., Morozov V.Yu., Timchuk A.S. Clarification of the geological structure and rock characteristics features of the Bazhenov Formation in the parametric well No 1 of the Salymskaya area. *Geology, Geophysics and Development of Oil and Gas Fields*. 2022. No. 7(367). P. 21–32. (In Russ.). [https://doi.org/10.33285/2413-5011-2022-7\(367\)-21-32](https://doi.org/10.33285/2413-5011-2022-7(367)-21-32)
5. Gishyan A.A., Postnikova O.V., Postnikov A.V., Kazimirov E.T. Structural and textural characteristics of anomalous sections of the Bazhenov Formation. *Geology, Geophysics and Development of Oil and Gas Fields*. 2025. No. 3(399). P. 42–47. (In Russ.).
6. Sinitsa N.V., Prishchepa O.M. A conceptual model for the formation of oil and gas accumulation zone within the Paleozoic basement of the southeastern West Siberian basin. *Actual Problems of Oil and Gas*. 2023. No. 1(40). P. 14–26. (In Russ.). <https://doi.org/10.29222/ipng.2078-5712.2023-40.art2>
7. Skorobogatov V.A. Bazhenovo oil from Western Siberia: genesis, reserves, resources, prospects for recovery. *Vesti gazovoy nauki*. 2023. No. 1(53). P. 206–221. (In Russ.).
8. Komkov I.K., Dakhnov M.V., Bolshakova M.A., Mozhegova S.V. Generation potential of organic matter of the Upper Jurassic deposits within the Karabash search zone. *Georesursy*. 2021. Vol. 23, No. 1. P. 52–59. (In Russ.). <https://doi.org/10.18599/grs.2021.1.5>

9. Kalmykov G.A., Balushkina N.S. *Model of Oil Saturation in the Pore Space of the Bazhenov Formation in Western Siberia and Its Use for Resource Potential Assessment*. Moscow: GEOS, 2017. 247 p. (In Russ.).
10. Kontorovich A.E., Bogorodskaya L.I., Borisova L.S. et al. Geochemistry and catagenetic transformations of kerogen from the Bazhenov horizon. *Geochemistry International*. 2019. Vol. 57, No. 6. P. 621–634. <https://doi.org/10.1134/S0016702919060028>
11. Samokhvalov N.I., Skibitskaya N.A., Kovalenko K.V. Lithological, petrophysical and geochemical support for well logging data interpretation to determine mass and volume concentrations of organic matter. *Proceedings of Gubkin Russian State University of Oil and Gas*. 2020. No. 2(299). P. 27–38. (In Russ.). [https://doi.org/10.33285/2073-9028-2020-2\(299\)-27-38](https://doi.org/10.33285/2073-9028-2020-2(299)-27-38)
12. Filina S.I., Korzh M.V., Zonn M.S. *Paleogeography and Oil Potential of the Bazhenov Formation of Western Siberia*. Moscow: Nauka, 1984. 36 p. (In Russ.).
13. Dymkov Yu.M., Kunz A.F., Doinikova O.A. The formation of solid bitumen during pitchblende-oil interaction at 300°C. *Doklady Earth Sciences*. 2002. Vol. 387, No. 8. P. 951–954.
14. Kotochkova Yu.A., Balushkina N.S., Bogatyreva I.Ya., Kalmykov G.A. The formation conditions of Volga radiolarian deposits in the Bazhenov epicontinental marine basin. *Moscow University Geology Bulletin*. 2024. Vol. 79, No. 6. P. 775–783. <https://doi.org/10.3103/S0145875224700753>
15. Kozionov A.E., Kirsanov A.M., Tyshkevich I.V., Mirkerimov F.S. Efficiency of the integrated impact of hydraulic fracturing with acid treatment on the Bazhen Formation deposits in the Zaozernaya area. *Burenie i neft'*. 2024. No. 11. P. 9–11. (In Russ.). <https://doi.org/10.62994/2072-4799.2024.73.82.003>

Information about the authors

Anna A. Ruzanova – National University of Oil and Gas “Gubkin University”, Moscow, Russia; <https://orcid.org/0009-0006-3542-7372>; e-mail: annaruzan2003@gmail.com

Danila N. Gulyaev – Cand. Sci. (Eng.), Associate Professor, National University of Oil and Gas “Gubkin University”, Moscow, Russia; <https://orcid.org/0000-0002-3014-0771>; e-mail: gulyaev.d@gubkin.ru

Received 15 May 2025

Accepted 22 August 2025