

На правах рукописи



ШАРАФУТДИНОВ АЛМАЗ ФАРИТОВИЧ

**ПРОГНОЗИРОВАНИЕ НЕФТЕГАЗОНОСНОСТИ НЕТРАДИЦИОННЫХ
КОЛЛЕКТОРОВ В ВЕРХНЕЮРСКО-НИЖНЕМЕЛОВЫХ ОТЛОЖЕНИЯХ
В ПРЕДЕЛАХ СУРГУТСКОГО И НИЖНЕВАРТОВСКОГО СВОДОВ**

Специальность 1.6.11. Геология, поиски, разведка и эксплуатация нефтяных
и газовых месторождений

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание ученой степени
кандидата геолого-минералогических наук

Уфа – 2026

Работа выполнена на кафедре «Геология и разведка нефтяных и газовых месторождений» Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Уфимский государственный нефтяной технический университет».

**Научный
руководитель:**

Доктор технических наук, профессор
Котенёв Юрий Алексеевич

**Официальные
оппоненты:**

Галкин Владислав Игнатьевич
доктор геолого-минералогических наук, профессор
ФГАОУ ВО «Пермский национальный
исследовательский политехнический университет» /
Кафедра «Геология нефти и газа», профессор
Базаревская Венера Гильмеахметовна
кандидат геолого-минералогических наук
ПАО "Татнефть" им. В.Д. Шашина / Институт
«ТатНИПИнефть», заместитель директора по
научной работе в области геологии
трудноизвлекаемых запасов

**Ведущая
организация:**

Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«Российский государственный геологоразведочный
университет имени Серго Орджоникидзе» г. Москва

Защита диссертации состоится «16» июня 2026 года в 16:00 на заседании диссертационного совета 24.2.428.07, созданного на базе ФГБОУ ВО «Уфимский государственный нефтяной технический университет» по адресу: 450064, Республика Башкортостан, г. Уфа, ул. Космонавтов, 1.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке ФГБОУ ВО «Уфимский государственный нефтяной технический университет» и на сайте <https://rusoil.net/>.

Автореферат диссертации разослан «___» _____ 2026 года.

Ученый секретарь
диссертационного совета



Махмутов Алмаз Аксанович

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы исследования

В условиях истощения традиционных запасов углеводородов возрастает актуальность изучения и освоения нетрадиционных источников. Примером таких источников являются верхнеюрско-нижнемеловые отложения баженовской свиты Сургутского и Нижневартовского сводов Западной Сибири.

Несмотря на то, что баженовские отложения изучаются уже более шестидесяти лет, они продолжают привлекать пристальное внимание исследователей, благодаря своему уникальному составу и свойствам, отличающимся от типичных пород региона. Однако до сих пор отсутствуют проверенные критерии прогнозирования нефтяных залежей, методы оценки вскрытых скважинами разрезов и эффективные технологии освоения баженовской свиты. Формирование залежей связано с сочетанием нескольких геологических факторов, которые можно рассматривать как систему прогнозных критериев. Эти критерии делятся на региональные – для выделения зон с высокой вероятностью наличия ловушек, и локальные – для детального оконтуривания перспективных участков бурения.

Возрастающий интерес к трудноизвлекаемым запасам обусловил необходимость комплексных геологических, геофизических, геолого-технологических и геохимических исследований отложений баженовской свиты в пределах Сургутского и Нижневартовского сводов с целью оценки генерационного потенциала отложений и выделения наиболее перспективных зон.

Степень разработанности темы

Значительный вклад в изучение баженовской свиты был сделан научными школами ряда крупных отечественных геологов, среди которых Ф. Г. Гурари, О. А. Важенина, А. Э. Конторович, В. В. Хабаров, В. Д. Немова, Т. А. Коровина, С. Г. Неручев, М. Ю. Зубков, Н. С. Балуткина, Г.А. Калмыков, А.Ю. Бычков, А.В. Ступакова, Ю. В. Бладучан, К. А. Черников и другие исследователи. Их работы заложили основу современных представлений о строении, составе и нефтегазоносности пород баженовской свиты.

Исследования баженовской свиты долгое время фокусировались преимущественно на площадях Красноленинского и Салымского сводов. В пределах Сургутского и Нижневартовского сводов аналогичные работы проводились в значительно меньшем объёме, что определило выбор именно этой недостаточно изученной территории в качестве объекта исследования.

Цель диссертационной работы – комплексное обоснование нефтеносности отложений баженовской свиты в условиях Сургутского и Нижневартовского сводов на основе идентификации материнских пород, ранжирования керогена по типам и уточнения ключевых геологических, геофизических, геолого-технологических и геохимических характеристик.

Основные задачи исследования:

1. Анализ, обобщение и систематизация результатов геологоразведочных работ, направленных на изучение нефтегазогенерационного потенциала

баженовских отложений.

2. Комплексная оценка перспектив баженовских отложений на основе анализа геологических (пластовая температура, толщина продуктивных отложений и флюидоупоров), геофизических (естественная радиоактивность, объемная плотность, удельное электрическое сопротивление горных пород) характеристик, а также геолого-технологических (газовые) и геохимических (пиролитические и их производные) параметров.

3. Определение ключевых геологических, геофизических, геолого-технологических и геохимических параметров в пределах изучаемой территории и ранжирование зон нефтегазонакопления баженовской свиты по перспективности в районе Сургутского и Нижневартовского сводов.

Объект и предмет исследования

Объектом исследования являются нетрадиционные коллекторы в верхнеюрско-нижнемеловых отложениях Сургутского и Нижневартовского сводов. Предметом исследования – ключевые геологические, геофизические, геолого-технологические параметры, а также геохимические характеристики органического вещества, влияющие на перспективность отложений баженовской свиты.

Научная новизна результатов работ

1. Впервые применен комплексный анализ геологических (пластовая температура, толщина продуктивных отложений и флюидоупоров) и геофизических (естественная радиоактивность, объемная плотность, удельное электрическое сопротивление горных пород) параметров, геолого-технологических (газовые) и геохимических (пиролитические и их производные) исследований, определяющих перспективность баженовской свиты.

2. Уточнены граничные значения геологических, геофизических, геолого-технологических и геохимических параметров для построения карт вероятности существования благоприятных условий наличия коллектора, флюидоупора и нефтегенерирующих пород на территории Сургутского и Нижневартовского сводов.

3. Построены детализированные вероятностные карты перспектив нефтеносности баженовской свиты в пределах Сургутского и Нижневартовского сводов с использованием геологических, геофизических, геолого-технологических и геохимических параметров.

Теоретическая и практическая значимость работы

Теоретическая значимость исследования состоит в обосновании перспектив нефтеносности баженовской свиты в пределах Сургутского и Нижневартовского сводов Западной Сибири посредством комплексного анализа геологических, геофизических, геолого-технологических и геохимических характеристик отложений.

Практическая значимость работы заключается в комплексном анализе геологических, геофизических и геолого-технологических данных, а также в обобщении ранее выполненных геохимических исследований (с использованием пиролитического анализатора), дополнении новыми данными по вновь пробуренным скважинам. Выявление набора критериев с последующим

построением прогнозных карт, позволяющие оценить перспективность верхнеюрско-нижнемеловых отложений в пределах Сургутского и Нижневартовского сводов.

Результаты диссертационной работы внедрены в учебный процесс в рамках лабораторных и практических занятий по курсам: «Геохимические методы поиска нефти и газа» и «Геология и геохимия нефти и газа», а также при выполнении дипломных проектов студентами горно-нефтяного факультета по направлениям: 21.05.02 «Прикладная геология», 05.03.01 «Геология».

Фактический материал и методы решения поставленных задач

Для решения поставленных задач использовался комплекс методов и инструментов, включая обобщение, систематизацию и статистический анализ геолого-промысловой информации, геологическое моделирование месторождения, а также пиролитические исследования.

В работе обобщены результаты 4526 пиролитических измерений по 124 скважинам, выполненных специалистами ИНГГ СО РАН (Е. А. Костырева, В. Г. Эдер, М. А. Фомин, А. Н. Фомин, И. С. Сотнич, А. Э. Конторович, В. А. Конторович, Б. Н. Шурыгин и др.), ООО «ЗапСибГЦ» (М. В. Зубков и др.), ООО «ЛУКОЙЛ-Инжиниринг» (В. Д. Немова, Д. А. Спиридонов, С. В. Астаркин, А. С. Шахов, В. Ф. Шарафутдинов и др.) и НАЦ РН им. В. И. Шпилемана (Е. Ф. Оксенойда и др.). Дополнительно использованы 489 каротажных диаграмм, 256 отчётов о проведении ГТИ в процессе бурения, а также материалы опытно-промышленной разработки по 8 скважинам, включающие результаты испытаний и динамику притоков.

Однако не все собранные данные были признаны для дальнейшего анализа и выявления закономерностей. Аналогично из анализа были удалены интервалы по перекрывающим и подстилающим отложениям баженовской свиты. Более детально в работе рассмотрены 195 пиролитических исследований из 5 скважин, пробуренных в пределах Сургутского и Нижневартовского сводов Западной Сибири, которые характеризуются максимальным процентом выноса кернового материала. В ходе исследования были задействованы программные комплексы, такие как IRAP RMS (ROXAR) для построения геологических моделей месторождений, система Прайм (PrimeGeo) для обработки геолого-геофизических данных, Microsoft Excel для формирования аналитической базы данных.

Положения, выносимые на защиту

1. Граничные значения геологических, геофизических, геолого-технологических и геохимических критериев, позволяющие выявить наиболее перспективные участки для поиска и оконтуривания зон развития углеводородных скоплений баженовской свиты в пределах Сургутского и Нижневартовского сводов.

2. Нефтегазogeологическое районирование с дифференцированием территории по перспективам нефтегазоносности и выделение первоочередных зон для проведения геологоразведочных работ.

Степень достоверности и апробации результатов

Достоверность полученных результатов обеспечивается значительным объёмом собранных геологических материалов, широким охватом изученных

разрезов, проверкой полученных данных, применением комплексного подхода и статистических методов, а также использованием современной аналитической базы. Основные положения и результаты исследования апробированы на ряде научных форумов, включая международные научно-практические конференции: «Актуальные проблемы науки и техники» (г. Уфа, 2021–2023 гг.), «Современные технологии в нефтегазовом деле» (г. Уфа, 2022 г.), «Актуальные проблемы научного знания. Новые технологии ТЭК» (г. Сургут, 2022 г.), «TatarstanUpExPro 2022» (г. Казань, 2022 г.), «Освоение углеводородного потенциала — зелёные технологии» (г. Уфа, 2024 г.), «Междисциплинарный форум: трансформация науки и общества» (г. Саратов, 2026 г.); «РОССИЯ МОЛОДАЯ» (г. Кемерово, 2026 г.), «Современные вопросы устойчивого развития общества в эпоху трансформационных процессов» (Москва, 2026 г.), «Актуальные проблемы науки: взгляд на будущее» (г. Сарапул, 2026 г.), 64-я Международная научная студенческая конференция (г. Новосибирск, 2026 г.); 72-я, 73-я и 77-я научно-техническая конференция студентов, аспирантов и молодых ученых УГНТУ (г. Уфа, 2021 г., 2022 г., 2026 г.); XIX Межрегиональная научно-техническая конференция молодых специалистов ПАО «НК «Роснефть» (г. Москва, 2024 г.).

Соответствие диссертации паспорту научной специальности

Указанная область исследований соответствует паспорту специальности 1.6.11. «Геология, поиски, разведка и эксплуатация нефтяных и газовых месторождений», а именно п. 1 «Условия образования месторождений нефти и газа» и п. 2: «Прогнозирование, поиски, разведка и оценка месторождений».

Апробация работы

В рамках темы диссертационной работы автором представлено 9 научных работ, включая статьи и тезисы докладов на конференциях, в том числе 4 публикаций в изданиях, входящих в перечень ВАК РФ.

Структура и объём работы

Диссертационная работа состоит из введения, трех глав, заключения и списка использованных источников. Объём работы – 122 страниц, включая 68 рисунков и 9 таблиц.

Автор выражает благодарность научному руководителю – профессору, доктору технических наук Котенёву Юрию Алексеевичу; профессору, доктору технических наук Султанову Шамилю Ханифовичу; доценту, кандидату геолого-минералогических наук Атсе Яо Доминику Бернабэ Григорьевичу; кандидатам геолого-минералогических наук Душину Андрею Саитхужевичу, Мирнову Роману Викторовичу и Шабрину Никите Владиславовичу за помощь в написании работы, формировании научной концепции и консультации по исследованиям.

Работа выполнена при поддержке Министерства науки и высшего образования Российской Федерации в рамках реализации программы развития НЦМУ (№ 075-15-2022-297).

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во введении обоснована актуальность темы, определены цель, задачи и защищаемые положения исследования, сформулирована научная новизна и показана теоретическая и практическая значимость результатов.

В первой главе диссертационной работы проведено обобщение материалов по геолого-геофизической изученности исследуемой территории, стратиграфия, литологическая характеристика разреза, тектоническое строение, нефтеносность нетрадиционных верхнеюрско-нижнемеловых отложений в пределах Сургутского и Нижневартовского сводов.

В рамках исследования рассматривается группа месторождений Среднеобской нефтегазоносной области, расположенная в административных границах Сургутского района Ханты-Мансийского автономного округа – Югры. В непосредственной близости от изучаемых площадей располагается ряд населённых пунктов, из которых наиболее близко расположен город Когалым. Производственную деятельность на рассматриваемой территории осуществляет ООО «Лукойл-Западная Сибирь», в пределах района работ функционируют два территориально-производственных предприятия: «Когалымнефтегаз» и «Повхнефтегаз». Большинство месторождений в пределах территории исследования находится на завершающей стадии разработки (Рисунок 1).

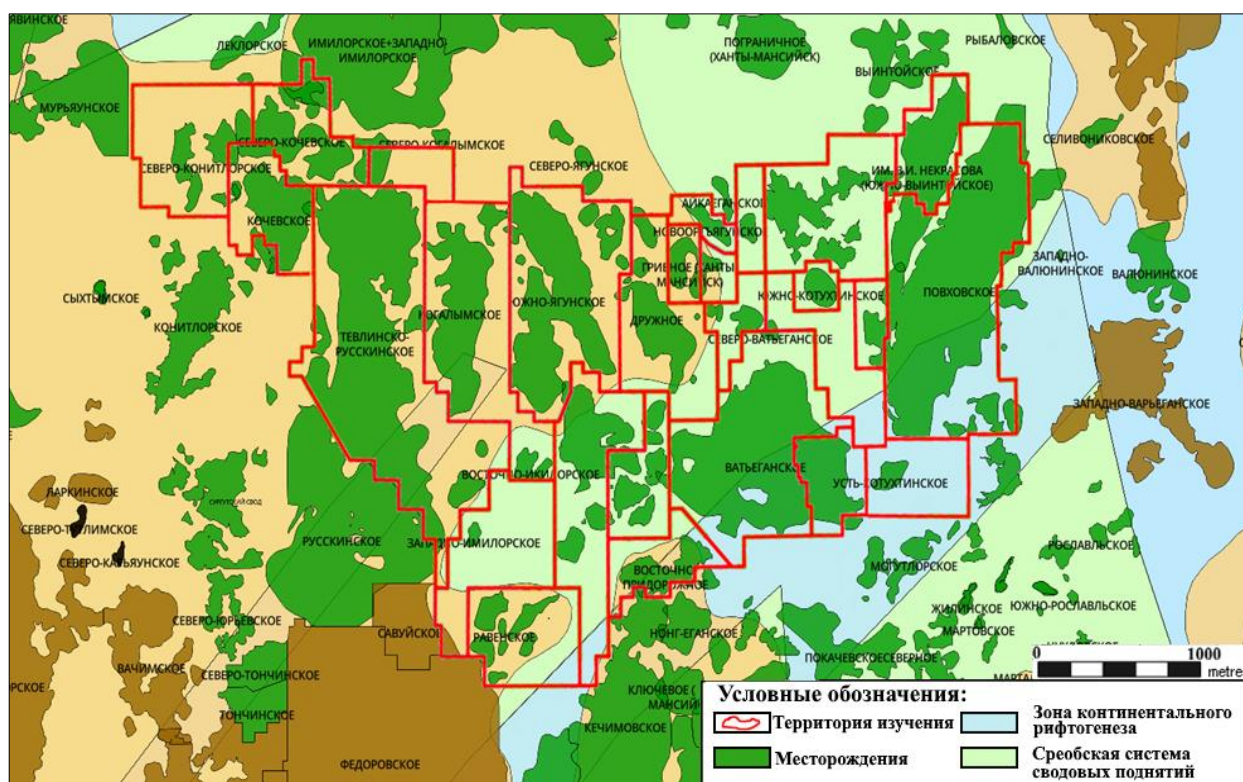


Рисунок 1 – Карта-схема исследуемого района

Баженовская свита в центральной части Западно-Сибирского нефтегазоносного бассейна прослеживается в пределах Фролово-Тамбейского, Пурпейско-Васюганского, Сильгинского и Омского районов. На западе фациально

замещается отложениями тутлеймской и мулымьинской свит, тогда как на восточной окраине переходит в яновстанскую свиту. В южных и юго-восточных частях баженовская свита сменяется марьяновской свитой, а на северо-западе – верхнеданиловской.

Обобщение материалов по геолого-геофизической изученности баженовской свиты свидетельствует о сложности выделения литотипов в пределах баженовского горизонта, что связано с тонкодисперсностью породообразующего материала, частым переслаиванием сходных по строению, но различающихся по составу пород, высоким содержанием органического вещества и кремнезёма, а также переменной интенсивностью и многообразием постседиментационных преобразований (Рисунок 2).

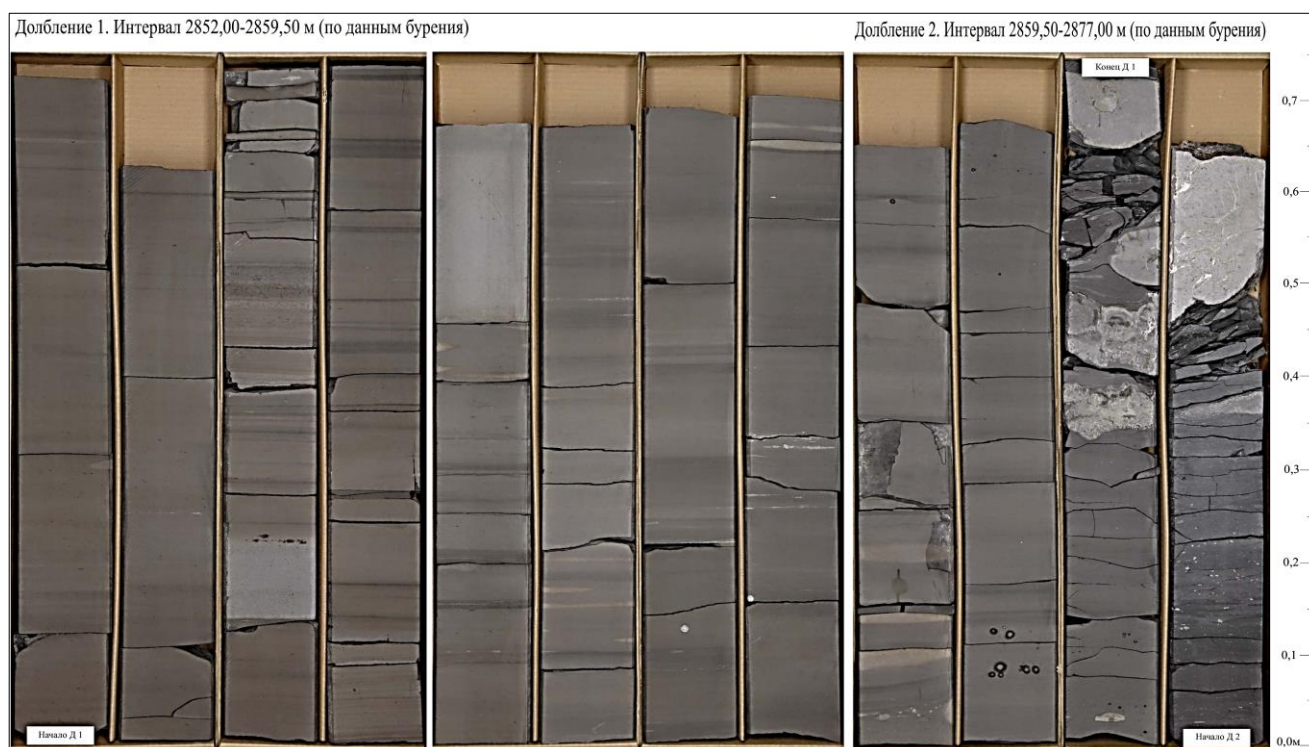


Рисунок 2 – Фотографии керна по скважине Северо-Ватъеганского месторождения (по материалам ООО «Лукойл-Западная Сибирь»)

Автор считает, что наиболее подходящей классификацией для определения перспектив нефтегазоносности баженовской свиты является классификация, разработанная О. М. Макаровой, Н. С. Балускиной, Н. И. Коробовой и др. на основе комплексного литолого-петрофизического изучения керна, которая предусматривает выделение основных литологических разностей баженовского горизонта: силициты (радиоляриты, опоки), карбонатные породы (известняки, доломиты), а также породы с переменным содержанием компонентов: глинисто-кремнистые, кремнисто-глинистые, карбонатно-кремнистые, кремнисто-карбонатные и глинисто-карбонатно-кремнистые породы

По соотношению основных компонентов на территории исследования выделяются четыре литотипа: карбонатно-кремнистые, глинисто-кремнистые, карбонатные и глинисто-кремнисто-карбонатные. Карбонатно-кремнистые

породы отличаются относительно низким содержанием карбонатов при преобладании кремнезёма и нередко сохраняют реликтовую биоморфную радиоляриевую структуру, тогда как глинисто-кремнистые, особенно обогащённые керогеном, доминируют в разрезе и содержат не менее 10 % глинистых минералов. Карбонатные породы представлены преимущественно известняками с реликтовой радиоляриевой структурой и апорадиоляритовыми разностями, а глинисто-кремнисто-карбонатные характеризуются серой или тёмно-серой окраской, нечетко выраженной горизонтальной и горизонтально-линзовидной слоистостью, микро-тонкокристаллической и пелито-глобулярной структурой.

Коллектор баженовской свиты рассматривается не как произвольный «сланцевый» резервуар, а как тонкослойный литологически и генетически обособленный интервал баженовской свиты, приуроченный к радиоляритовым и апорадиоляритовым кремнисто-карбонатным толщам, в пределах которых вторичные процессы (окремнение, карбонатизация/доломитизация, перекристаллизация радиолярий, автофлюидоразрыв и трещинообразование) формируют устойчивую систему пор, микрокаверн и трещин, обеспечивающих промышленно значимую пористость и проницаемость. При этом такие коллекторы носят локальный характер, имеют мощность от первых десятков сантиметров до нескольких метров и приурочены к отдельным слоям внутри общей глинисто-кремнисто-карбонатной толщи, характеризующейся крайне низкими фильтрационно-ёмкостными свойствами и, в большинстве случаев, не рассматриваемой в качестве коллектора.

Ключевым критерием при оценке перспектив нефтеносности отложений баженовской свиты являются результаты испытаний этого объекта. Однако проведенный анализ полученных данных по испытаниям скважин показал, что в большинстве случаев опробование баженовской свиты в Западной Сибири осуществлялось в совокупности с другими объектами, либо исследовался «аномальный» разрез баженовской свиты. Таким образом, к сожалению, нельзя всегда полностью доверять результатам испытаний и использовать их в полном объеме для прогноза нефтеносности отложений баженовской свиты.

В связи с этим возникла необходимость комплексного изучения баженовской свиты в пределах территории исследования с использованием геологических, геохимических, геофизических и промысловых методов для оценки генерационного потенциала отложений и выявления наиболее перспективных зон нефтегазоаккумуляции.

Во **второй главе** приведены геологические, геофизические, промысловые и геохимические характеристики, влияющие на перспективность пород баженовской свиты. Для формирования залежей в отложениях баженовской свиты требуется благоприятное сочетание ряда геологических факторов, которые могут быть систематизированы в набор критериев прогнозирования зон развития углеводородных скоплений.

При оценке перспективности нефтегазоносных отложений баженовской свиты решающее значение имеет пластовая температура, поскольку именно она определяет входение отложений в зону нефтегенерации. Для выявления закономерностей между пластовой температурой и дебитом нефти целесообразно

рассмотреть районы, где ведётся разработка баженовской свиты, в частности Красноленинский и Салымский своды. На месторождениях группы Большого Салыма установлена устойчивая корреляционная связь между удельной продуктивностью пласта Ю₀ и начальной пластовой температурой (Рисунок 3), с её увеличением возрастает удельная продуктивность скважин. Отмечается высокая продуктивность в интервале температур от 90 до 115 °С. Если исходить из предположения, что повышенная пластовая температура выступает катализатором формирования в керогене порового пространства, заполненного нефтью, то данный параметр может рассматриваться в качестве поисково-разведочного критерия зон повышенной удельной продуктивности в пределах единых блоков баженовской свиты.

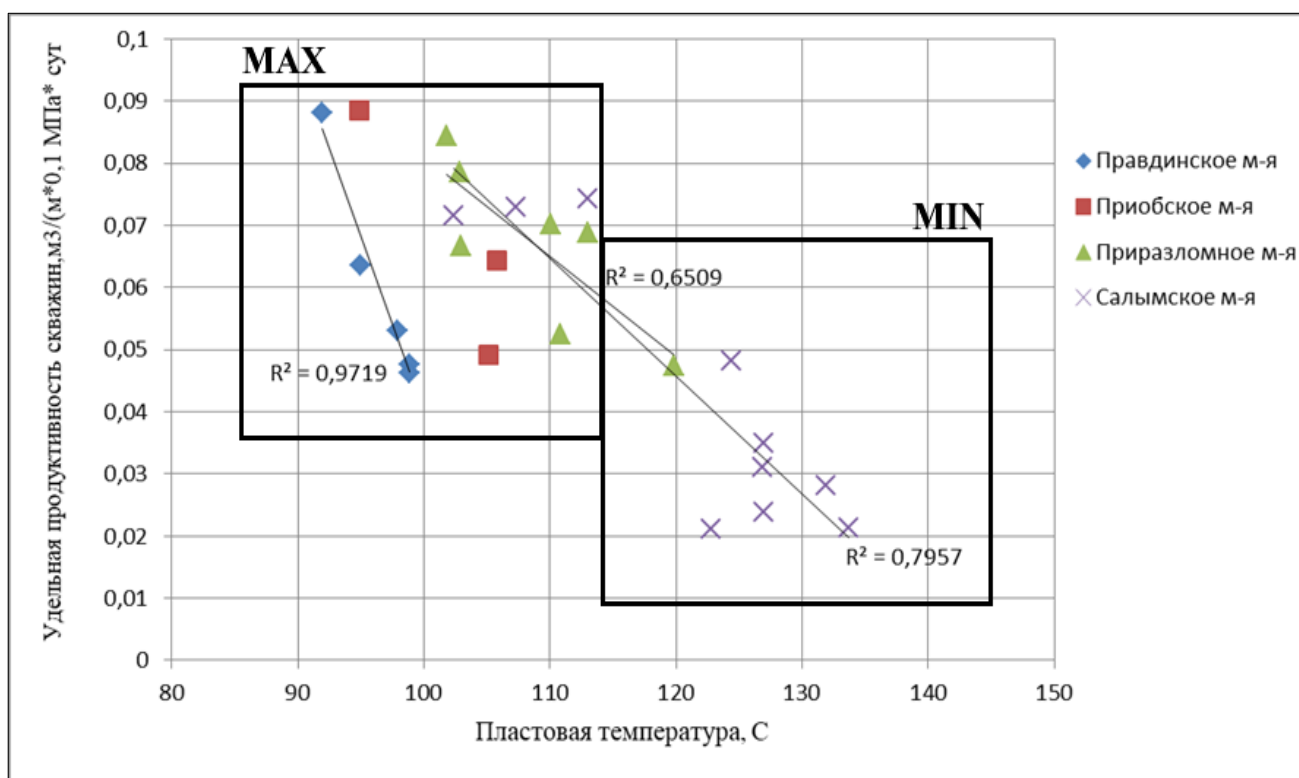


Рисунок 3 – Зависимость между удельной продуктивностью скважин, опробованных в интервале баженовской свиты, и пластовой температурой в пределах разных блоков месторождения Большой Салым (по данным Немовой В.Д.)

Нормальный разрез баженовской свиты на территории Когалымского региона испытан в 53 поисково-разведочных скважинах в пределах Тевлинско-Русскинского, Кустового, Кочевского, Дружного, Ватъеганского участков, а также Новоортьягунского лицензионного участка, по которым получены притоки нефти от 1,02 до 28 м³/сут. Пластовая температура в этих скважинах варьируется от 87 до 95 °С, среднее значение составляет 89,5 °С.

Следующим значимым критерием при оценке перспектив нефтегазоносности баженовской свиты выступает толщина отложения и флюидоупоров, подстилающих и перекрывающих отложения. Специально обоснованные значения минимальной толщины, позволяющие однозначно относить участки к

перспективным или бесперспективным, в литературе отсутствуют. С точки зрения изоляции нефти толщина баженовской свиты не является определяющим фактором, но она влияет на объём генерируемых углеводородов: чем больше мощность свиты, тем выше потенциальный объём образованной нефти и, соответственно, перспективы нефтегазоносности. Толщина и литологические свойства этих покрышек определяют, как степень сохранности сформировавшихся в свите углеводородов, так и характер их возможной миграции в прилегающие коллекторы, что необходимо учитывать при выделении потенциально продуктивных зон. Минимальная толщина флюидоупоров может быть установлена анализом геолого-геофизических данных и результатами скважинных испытаний продуктивных объектов, где фиксируется наименьшая наблюдаемая мощность подстилающего и/или перекрывающего флюидоупора в продуктивных структурах, которая принимается за граничное значение.

Следующим параметром, находящим широкое применение при количественной оценке потенциала нефтегазоносности баженовской свиты, является геохимическая характеристика разреза. В диссертационной работе детально проанализирована коллекция кернового материала баженовской свиты, отобранных из керна 19 скважин. Часть из них рассматривались ранее в работах М. Ю. Зубкова, В. Г. Эдера, Е. А. Костыревой, В. Д. Немова, И. С. Сотнич и др. Результаты предыдущих исследований были собраны, проанализированы, проинтерпретированы согласно средним значениям геохимических параметров по территории исследования, а также дополнены информацией по вновь пробуренным и действующим скважинам. Наибольшими мощностями баженовской свиты и интервалами отбора керна из баженовской толщи характеризуются скважины Дружного (27,35 м), Новоортъягунского (21,81 м), Повховского (27,65 м), Южно-Ягунского (35,17 м), Свободного (12,24 м) месторождений (Рисунок 4), которые будут представлены для более детального геохимического анализа, поскольку характеризуются большим процентом отбора керна относительно общей толщины баженовской свиты. Остальные образцы в связи с малым процентом отбора керна от общей толщины, будут использованы для площадной характеристики изучаемой территории. Суммарная мощность изученного интервала составляет 131,68 м.

Анализ содержания органического вещества в отложениях баженовской свиты показывает, что при прочих равных условиях его более высокая концентрация способствует увеличению генерационного потенциала углеводородов. В большинстве продуктивных интервалов содержание органического вещества в керне составляет не менее 7-10 %. Большинство выявленных залежей нефти в баженовской свите приурочено к области катагенеза МК₂–МК₃. Температурный параметр $T_{\max}$ в зависимости от глубины варьируется в диапазоне 432-454 °С, что соответствует изменению степени катагенеза органического вещества баженовской свиты от поздней незрелой стадии – начала нефтяного окна (ПК₃–МК₁) – до развитой стадии нефтяного окна и позднего катагенеза (МК₂–МК₃), но ещё не достигает типичных значений газогенерационной стадии МК₄.

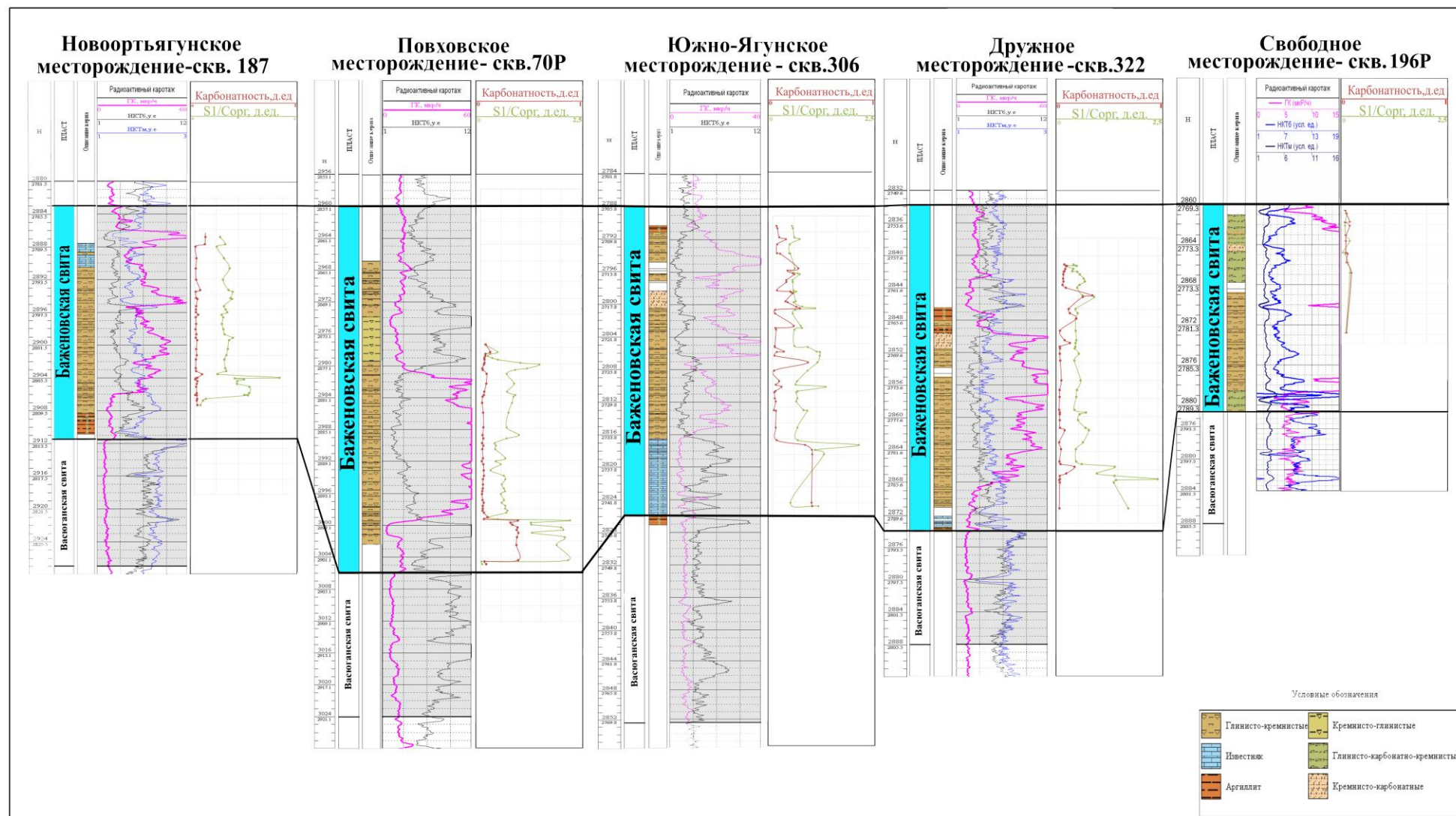


Рисунок 4 – Зависимость параметра S_1/C_{org} от карбонатности по глубине на примере 5 скважин, расположенных в Новоортьягунском, Повховском, Южно-Ягунском, Дружном, Свободном месторождении

В региональном плане органическое вещество баженовской свиты на лицензионных участках в центральной части Сургутского и Нижневартовского сводов характеризуется средними значениями $T_{\max}$ порядка 430-445 °С, что соответствует интервалу отражательной способности витринита примерно 0,5-0,85 % R_o . Отражательная способность витринита определялась математическим методом, далее по сводной шкале катагенеза Н. Б. Вассоевича установлена градации катагенеза. На территории исследования катагенез варьируется от поздней стадии МК₁–МК₂ до начала главной зоны нефтегенерации (Рисунок 5). При таких значениях температурного параметра основная часть разреза находится в пределах нефтеобразующей зоны, тогда как условия, характерные для развитой газогенерационной стадии, ещё не достигаются.

Выделенные геохимические ключевые критерии позволяют провести количественную оценку нефтегенерационных свойств и рассчитать удельную генерацию углеводородов на основе содержания органического вещества и степени его катагенетического преобразования. С ростом степени преобразования органического вещества увеличивается остаточное количество генерируемых углеводородов, повышая перспективность отложений, таким образом, удельная генерация углеводородов становится ключевым критерием прогноза их нефтегазоносности.

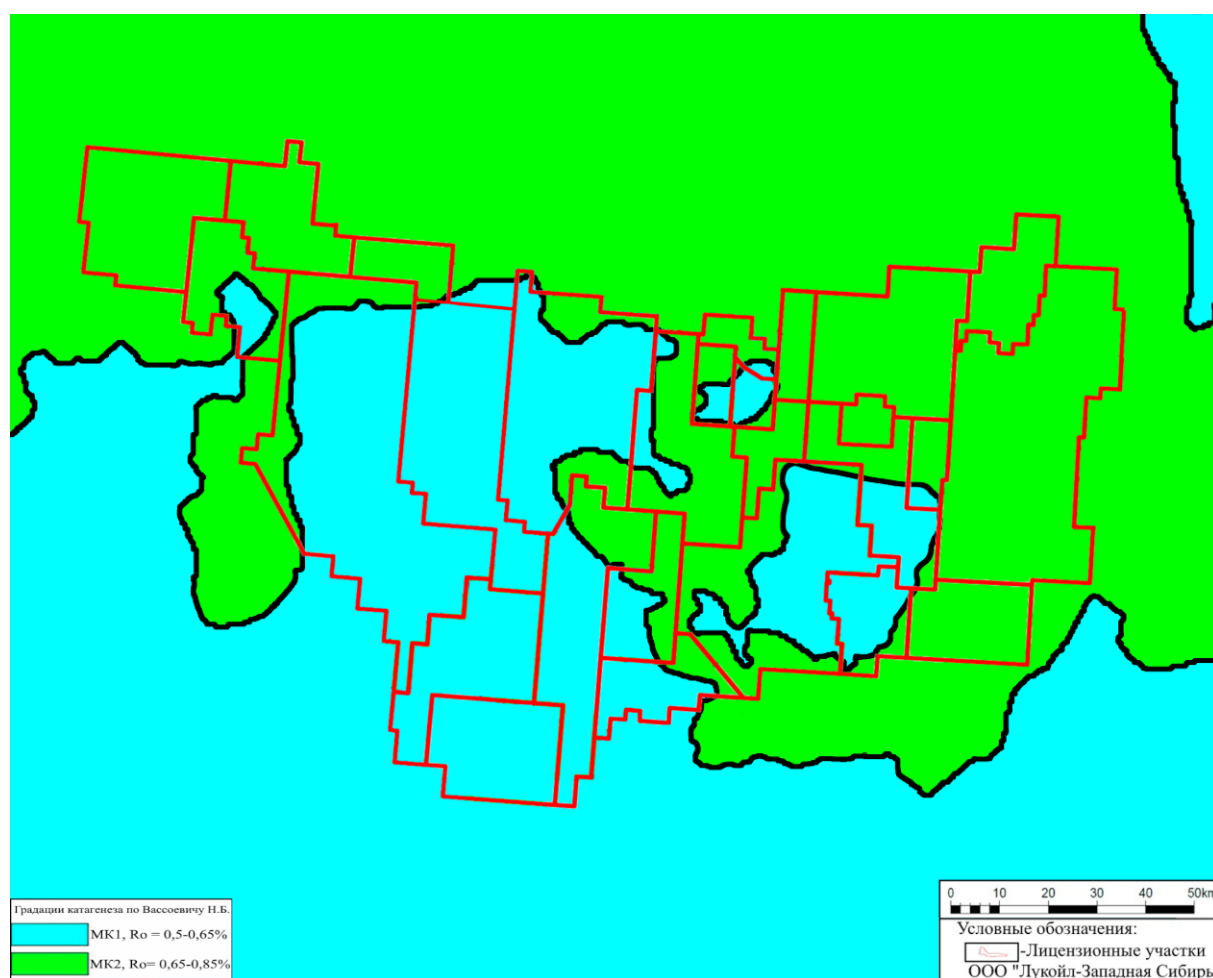


Рисунок 5 – Карта катагенетической преобразованности органического вещества по шкале катагенеза Н. Б. Вассоевича

Следующим значимым критерием при оценке перспектив нефтегазоносности баженовской свиты является геофизическая характеристика пород. По результатам анализа 489 скважин, пробуренных в пределах Сургутского и Нижневартовского сводов, естественная радиоактивность баженовских пород варьируется от 20 до 60 мкР/ч (в среднем 25-30 мкР/ч), а в аномальных зонах достигает 200-250 мкР/ч. Электрическое сопротивление колеблется от 150 до 250 Ом · м (в среднем 170-200 Ом · м), местами достигая до 1000 Ом · м. Объёмная плотность пород (ГГКп) находится в диапазоне 1,5-2,2 г/см³ (в среднем 1,8-1,9 г/см³) (Таблица 1).

Можно сделать вывод, что отложения баженовской свиты характеризуются повышенными значениями гамма-каротажа, высоким электрическим сопротивлением, повышенными водородным индексом и интервальным временем, а также пониженными показаниями плотностного каротажа.

Таблица 1 – Основные геофизические характеристики пород баженовской свиты

Параметры	Минимальные значения	Максимальные значения	Среднее
ГК	20 мкР/ч	60 мкР/ч	25-30 мкР/ч
ПЗ	150 Ом · м	250 Ом · м	170-200 Ом · м
ГГКп	1,5 г/см ³	2,2 г/см ³	1,8-1,9 г/см

Выделение коллекторов по данным геолого-технологических исследований скважин базируется на комплексной интерпретации трёх групп показателей: состава и свойств шлама, газовых индикаций в процессе бурения и детально-механических параметров работы долота. Выполненный анализ промысловых данных показывает, что высокий газовый фактор в сочетании с повышенным содержанием тяжёлых углеводородов надёжно указывает на нефтенасыщенность пластов.

Увеличение доли тяжёлых углеводородов относительно метана, как правило, интерпретируется как признак вскрытия нефтяного пласта. Комплексный параметр, учитывающий суммарные концентрации всех углеводородных газов и широко применяемый для выделения продуктивных интервалов, демонстрирует повсеместное развитие коллектора в пределах изучаемой площади. Повышенные значения газового каротажа, как правило, коррелируют с развитием коллектора и могут сопровождаться промышленными притоками нефти (Рисунок 6).

На основе комплексного исследования установлены граничные значения ключевых геологических, геофизических, промысловых и геохимических характеристик, позволяющие оценить условия генерации углеводородов и выделить перспективные участки нефтематеринских отложений баженовской свиты для прогноза её нефтеносности в пределах Сургутского и Нижневартовского сводов.

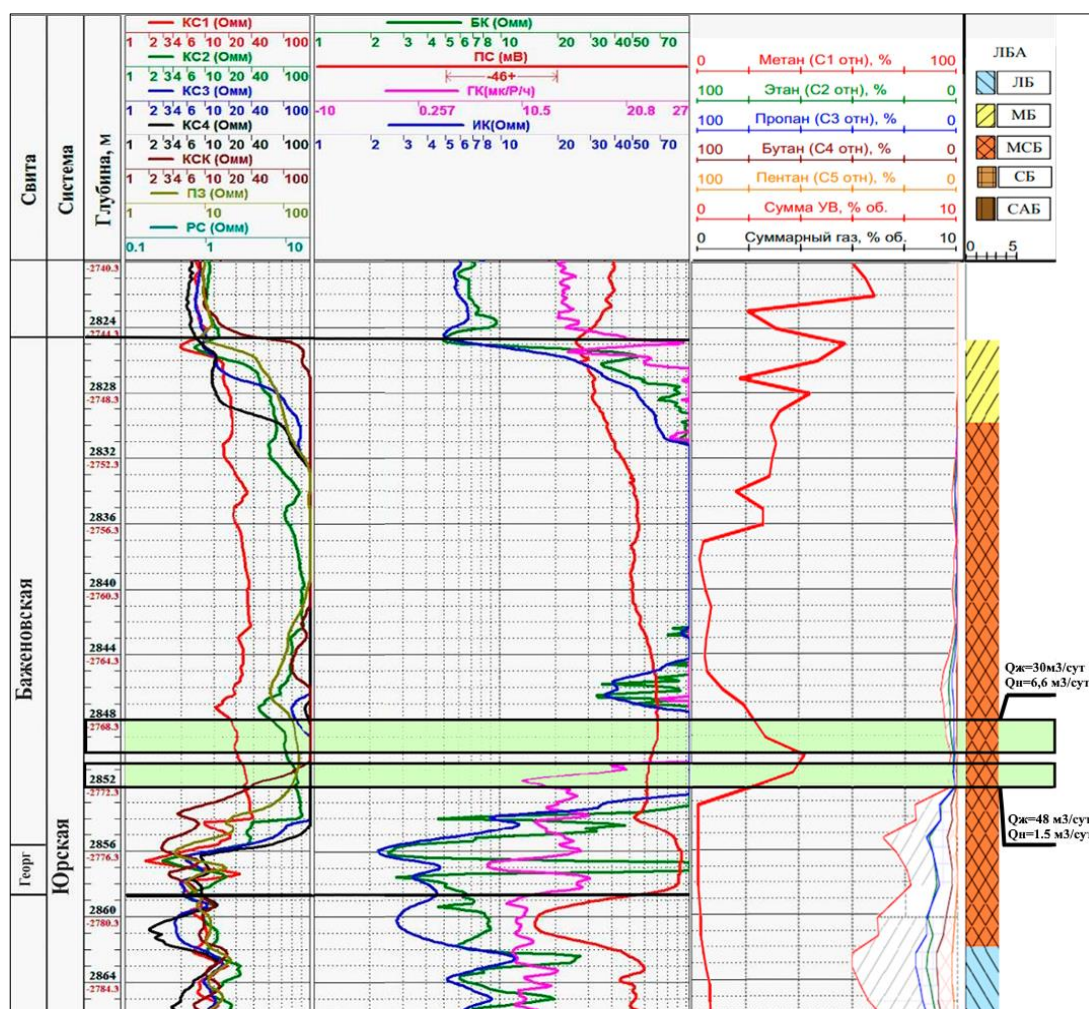


Рисунок 6 – Пример планшета ГИС и ГТИ скважины Северо-Ватьеганского месторождения по материалам ТПП «Повхнефтегаз»
(зеленым выделены потенциальные коллекторы, по которым получены притоки нефти)

В третьей главе на основе анализа, обобщения и систематизации геохимических данных по баженовской свите построены карты распределения ключевых параметров и выделения устойчивых зональных закономерностей пространственной изменчивости свойств органического вещества. В пределах лицензионных участков, расположенных в условиях Сургутского и Нижневартовского сводов, среднее содержание $S_{орг}$ варьируется от 2,48 до 12,5 %, при общей выдержанности его уровней и локальными максимумами, приуроченными к Повховскому и Дружному месторождениям, что связано с большей полнотой геологической информации и высоким процентом керна отбора. Наибольший нефтегенерационный потенциал отмечается в юго-восточных частях территории, где значения S_2 составляют 60-100 мг УВ/г породы. В региональном плане органическое вещество баженовской свиты в центральных частях Сургутского и Нижневартовского сводов характеризуется T_{max} порядка 430-445 °С, что соответствует интервалу отражательной способности витринита $R_o \approx 0,5-0,85$ % и по сводной шкале катагенеза Н. Б. Вассоевича – градациям от поздней стадии $МК_1$ – $МК_2$ до начала главной зоны нефтегенерации. Для прогноза

нефтегенерации построены схемы распределения пиролитических производных: индексов продуктивности (ОПИ) и нефтенасыщения (ОСИ), используемых как индикаторы наличия свободных миграционно-активных углеводородов в породах (Рисунок 7).

Важно отметить, что данные параметры традиционно применяются для выделения перспективных интервалов коллекторов, однако в данной работе предпринята попытка предварительной идентификации участков с локально повышенными значениями продуктивности и нефтенасыщения, интерпретируемых как зоны концентрации подвижных углеводородов.

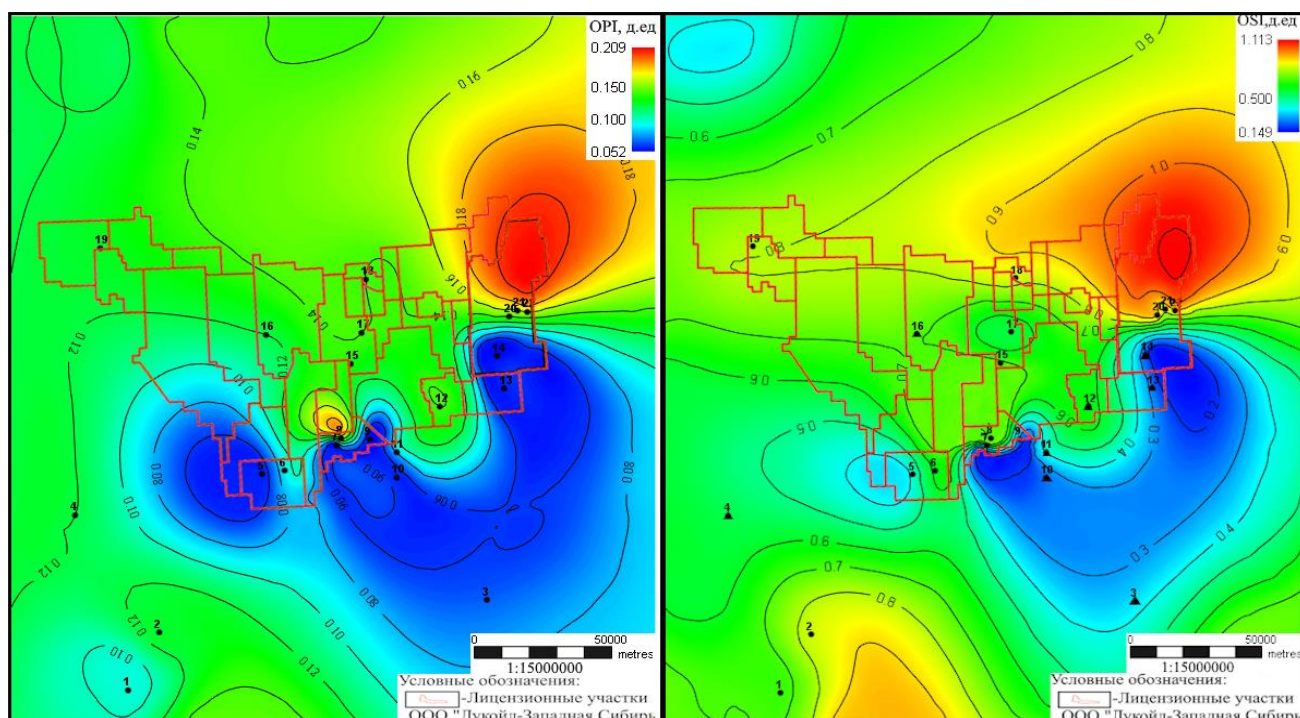


Рисунок 7 - Распределение параметра индексов продуктивности(ОПИ) и нефтенасыщения (ОСИ), д.ед

На территории исследования величина индекса продуктивности превышает 0,2 д.ед. лишь на северо-востоке и в центральной части Сургутского и Нижневартовского сводов, что может указывать на наличие потенциально более благоприятных условий для образования нефтяных залежей. Следует отметить, что выделение перспективных зон осуществлялось на основе средних значений параметров продуктивности и нефтенасыщения. Не исключается возможность обнаружения интервалов, содержащих свободную нефть внутри баженовской свиты, где исследуемые параметры могут превышать критические значения, даже если среднее значение по скважине ниже. Лицензионные участки на северо-востоке и в центральной части Сургутского и Нижневартовского сводов характеризуются повышенными перспективами по параметру нефтенасыщения (ОСИ).

Аномальные области, характеризующиеся превышением граничных значений обоих индексов, приурочены преимущественно к северо-восточным участкам территории и центральным частям Сургутского и Нижневартовского сводов.

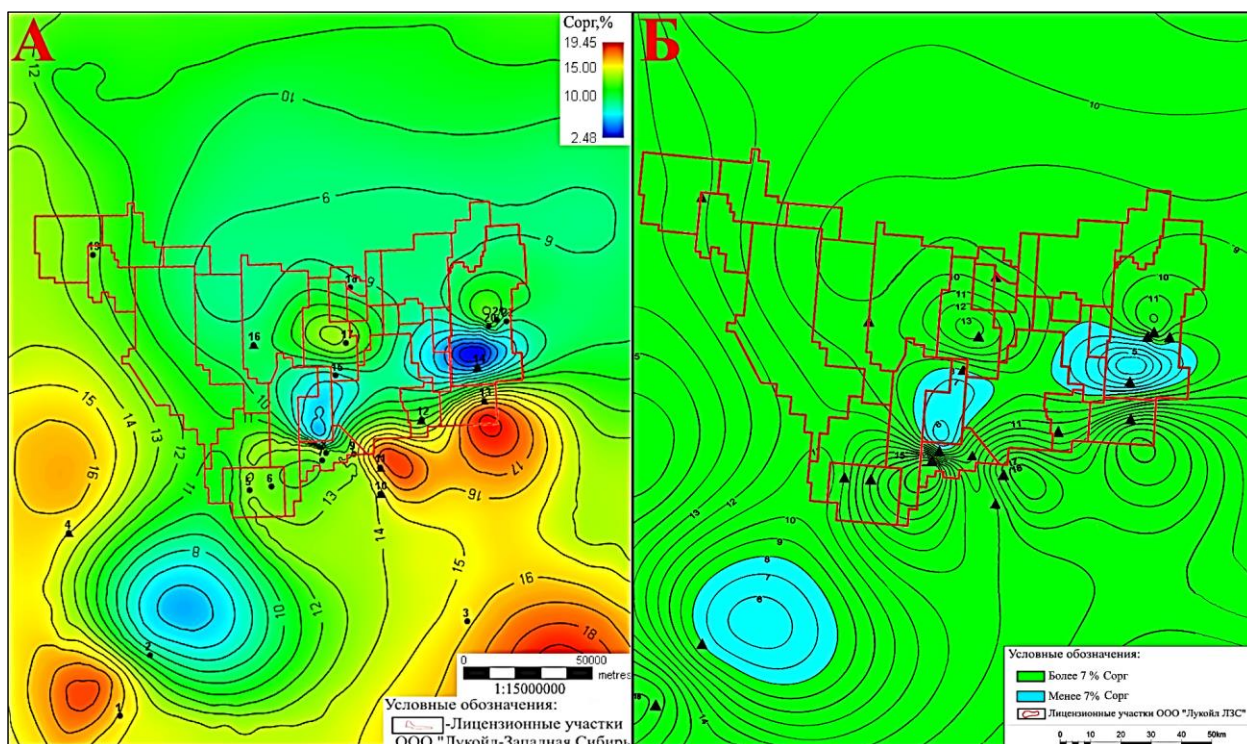


Рисунок 8 – Среднее содержание (А) и дифференциация благоприятных зон(Б) по $S_{орг}$, %

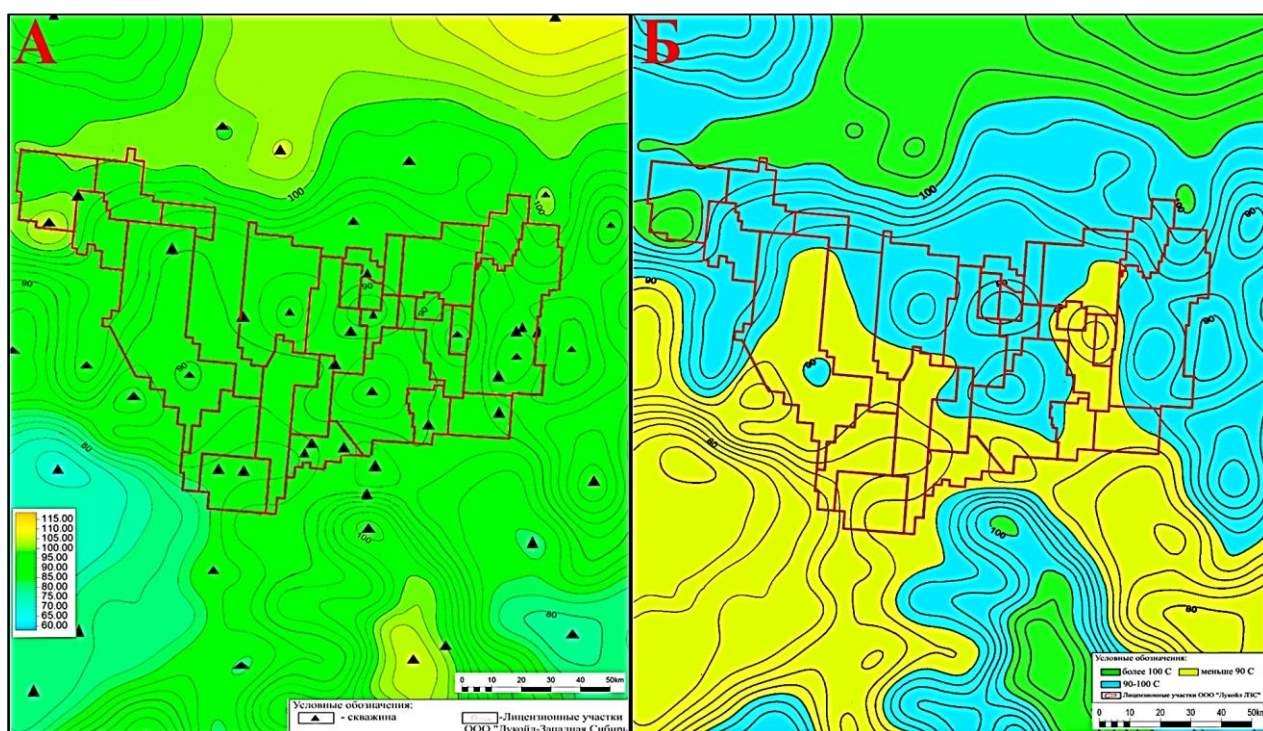


Рисунок 9 – Пластовая температура (А) и дифференциация благоприятных зон(Б), °C

Анализ содержания органического вещества показывает, что при прочих равных условиях его повышенная концентрация ведёт к росту генерационного потенциала углеводородов, в большинстве интервалов продуктивного пласта содержание органического углерода в керне составляет не менее 7–10 %. Принимая

нижний порог 7 %, можно заключить, что значительная часть исследуемой территории удовлетворяет этому критерию (Рисунок 8).

По методу аналогий с разрабатываемыми месторождениями баженовской свиты для уточнения прогноза по исследуемой территории в качестве порогового значения пластовой температуры принята величина 90 °С. Этот выбор обусловлен тем, что большинство скважин с подтверждёнными притоками нефти из баженовской свиты расположены в районах, где $T_{пл}$ превышает 90 °С, а дебиты варьируются от 3 до 50 т/сут (Рисунок 9).

На основе геолого-геофизических разрезов и анализа размещения залежей в подстилающих баженовский горизонт толщах установлено пороговое значение мощности флюидоупора около 5 м. Методом аналогий оценена минимальная толщина баженовской свиты, малодебитные притоки нефти фиксируются при мощности порядка 15 м, что позволяет считать отложения перспективными при мощности не менее 15 м. При использовании удельной генерации углеводородов в качестве дополнительного критерия прогноза залежей в баженовской свите, по данным предшествующих исследований и литературных сведений, минимальное пороговое значение принято равным 5 %, что согласуется с температурными условиями в исследуемой территории. С учётом выявленных ключевых критериев проведена оценка перспектив обнаружения залежей нефти в баженовской свите.

Совокупность этих критериев позволяет дифференцировать территорию по степени перспективности и выделить приоритетные зоны с высоким потенциалом для последующих геолого-геофизических исследований и поисково-разведочных работ. В результате получилась детализированная карта перспектив нефтеносности баженовской свиты в пределах Сургутского и Нижневартовского сводов (Рисунок 10).

Эту карту можно использовать для выбора первоочередных объектов при геологоразведочных работах отложений баженовской свиты. Наиболее перспективными для первоочередной разработки отложений баженовской свиты в пределах Сургутского и Нижневартовского сводов являются участки, расположенные в северной части изучаемой территории: Южно-Выинтойское, Повховское, им. А. Усольцева (Имилорское) и Северо-Конитлорское месторождения. Ранее территория деятельности ООО «ЛУКОЙЛ-Западная Сибирь» в пределах Сургутского и Нижневартовского сводов рассматривалась, как не перспективная в отношении получения притоков нефти из баженовской свиты.

Обобщение результатов испытаний интервалов баженовского разреза (Таблица 1) и новые данные по исследованиям керна позволяют пересмотреть эту оценку. В пределах Когалымского района выявлены запасы нефти как в зонах развития так называемых аномальных разрезов, так и в интервалах нормального разреза баженовской свиты. Ключевым примером успешного освоения баженовской свиты из нормального разреза является скважина 10Р Тевлинско-Русскинского месторождения. По результатам испытаний по скважине 10Р зафиксирован приток нефти до 26,8 м³/сут при среднем содержании органического вещества в разрезе порядка 8,15 %. Скважина приурочена к перспективной зоне в северной части района работ, что согласуется с современными представлениями о локализации наиболее продуктивных участков

баженовской свиты на территории изучения. В выделенных наиболее перспективных участках баженовской свиты уже расположены поисковые и разведочные скважины.

Рекомендуется провести испытания на скважинах 28Р и 113Р Повховского месторождения, 173Р Южно-Выинтойского месторождения, 15Р и 13Р Кочевского месторождения для оценки коллекторских свойств и динамики притоков из отложений баженовской свиты.

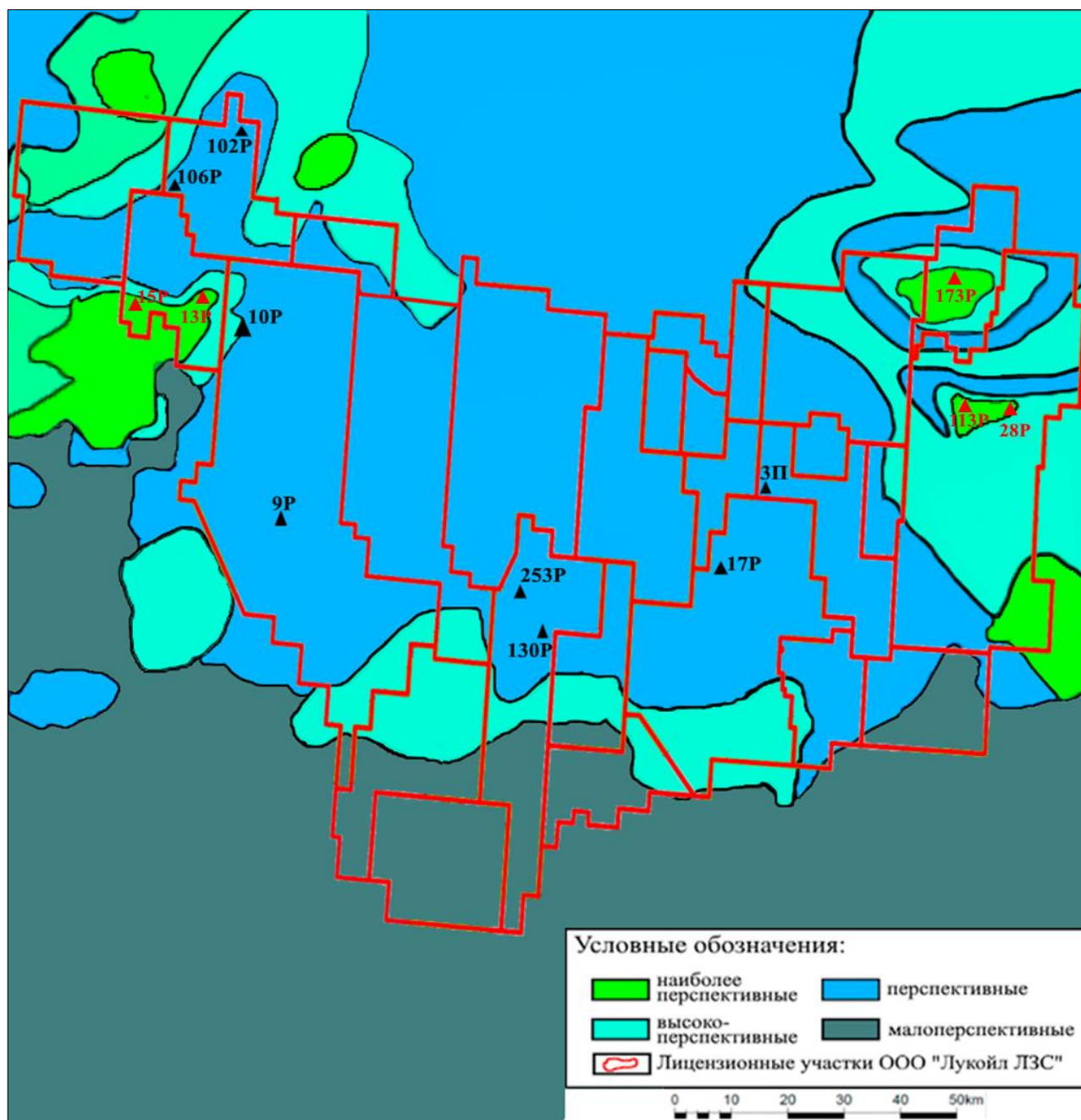


Рисунок 10 – Карта перспектив нефтеносности баженовской свиты (черным отмечены скважины, по которым проведены испытания, красным отмечены скважины-кандидаты для проведения испытаний)

Таблица 1 – Результаты испытаний

Месторождение	Скважина	Интервал испытания	Результаты испытания, м ³ /сут	Пластовое давление, атм	Пластовая температура, °С
Северо- Ватъеганское	3П	2823.00-2828.00	9	-	88,1
		2844.00-2853.00	14	-	88,7
Ватъеганское	17Р	2852,00-2870,00	2,88	270	91
Кустовое	130Р	2848,00-2862,00	1,02	-	87,9
	253Р	2800,00-2820,00	12,6	280	87,5
Северо- Кочевское	102Р	2873,00-2996,00	0,3	-	95
	106Р	2924,00-2928,00	0,9-1,8	-	93
Тевлинско- Русскинское	9Р	2735,00-2748,00	4,6	-	82,5
	10Р	2740,00-2756,00	5,8-26,8	273	89

При локальном прогнозе на рассматриваемой территории наилучшие коллекторские свойства в разрезе баженовской свиты в наибольшей степени связаны с биогенными отложениями. Радиоляритовые разности баженовской свиты, подвергшиеся карбонатизации и доломитизации, выделяются локальными более высокими фильтрационно-ёмкостными свойствами при выраженной неоднородности как по вертикали, так и в латерали.

Диагенетические процессы приводят к окремнению или карбонатизации скелетов радиолярий, а катагенетическое растворение формирует поровые полости, обеспечивающие коллекторские свойства повышенного качества. Согласно работам В.С. Вишневской, замещение кальцитом снижает коллекторский потенциал радиоляритов, в то время как сохранение кремнистой структуры и доломитизация благоприятны для развития эффективных коллекторов.

Глинисто-кремнистые литотипы, преобладающие в разрезе, как правило, характеризуются низкой пористостью и проницаемостью и в большинстве случаев, не функционируют в качестве эффективных коллекторов.

На примере скважины Южно-Ягунского месторождения (Рисунок 11) показано, что при комплексном использовании параметров ГК и НКТ в сочетании с $C_{орг}$, $S_1/C_{орг}$, показателем продуктивности (ОПИ) и нефтенасыщенности (ОСИ) удаётся уверенно выделить перспективный интервал коллектора.

С позиции геохимического подхода эффективные толщины в баженовской свите обычно сопоставляют с интервалами, где отношение $S_1/C_{орг}$ (отношение пика содержания свободных углеводородов при нагреве пробы до 300 °С, достаточного для десорбции и выделения подвижной нефти, к общему содержанию органического углерода) превышает пороговое значение 1 отн. ед. Интервал 2808-2819 м, сложенный преимущественно кремнистыми радиоляритами, характеризуется устойчиво повышенными значениями $S_1/C_{орг}$ (>1 отн. ед.) при высоком содержании органического углерода и повышенных индексах продуктивности (ОПИ) и нефтенасыщенности (ОСИ), что позволяет отнести его к классу наиболее перспективных коллекторских интервалов в разрезе баженовской свиты.

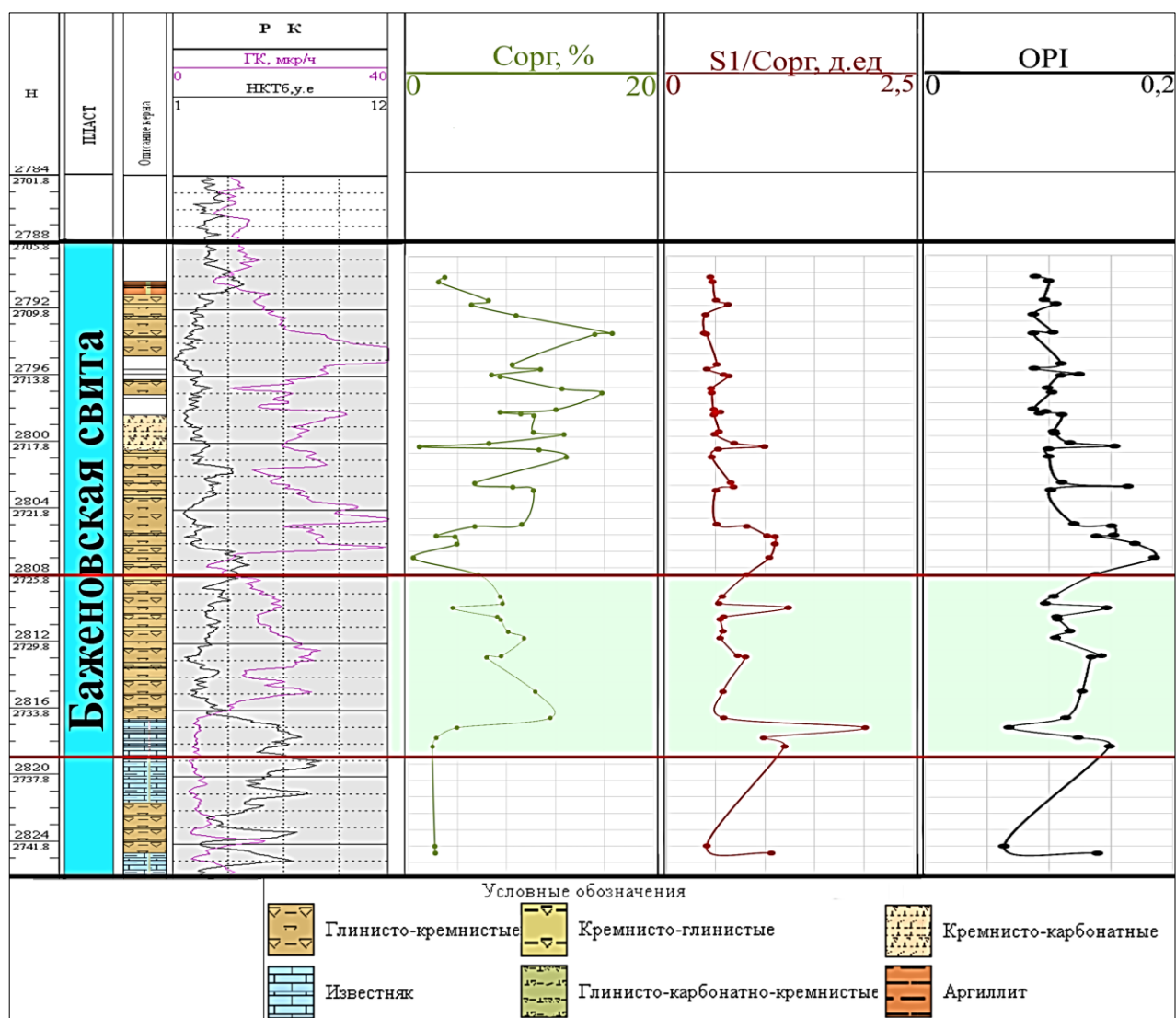


Рисунок 11 – Планшет скважины Южно-Ягунского месторождения

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Баженовская свита характеризуется сложным литологическим строением, обусловленным тонкодисперсностью породообразующего материала, частым переслаиванием сходных по строению, но различающихся по составу пород, высоким содержанием органического вещества и кремнезёма, а также переменной изменчивостью постседиментационных преобразований. По соотношению основных компонентов выделяются четыре литотипа: карбонатно-кремнистый, глинисто-кремнистый, карбонатный и глинисто-кремнисто-карбонатный. Коллектор баженовской свиты представляет собой тонкослойный литологически и генетически обособленный интервал, приуроченный к радиоларитовым и апорадиоларитовым кремнисто-карбонатным толщам, где вторичные процессы формируют систему пор, микрокаверн и трещин, обеспечивающих промышленно значимые фильтрационно-ёмкостные свойства. Такие коллекторы имеют локальный характер, небольшую толщину и залегают в пределах общей глинисто-кремнисто-карбонатной толщи с крайне низкими

фильтрационно-ёмкостными свойствами. Ограниченная репрезентативность данных испытаний баженовской свиты определяет необходимость её комплексного изучения геологическими, геохимическими, геофизическими и промысловыми методами для оценки генерационного потенциала и выделения наиболее перспективных зон нефтегазонакопления.

2. Полученные геологические, геофизические, промысловые и геохимические данные позволили выделить ключевые критерии нефтегенерационного потенциала баженовской свиты. Нефтегенерационный потенциал нетрадиционных коллекторов контролируется совокупностью региональных (содержание и катагенетическая преобразованность органического вещества, толщина свиты и флюидоупоров, пластовая температура) и локальных факторов (параметры ГИС, промысловые показатели, геохимические параметры нефтенасыщенности, продуктивности и остаточного потенциала). Перспективные интервалы приурочены к участкам с повышенными значениями гамма-каротажа и электрического сопротивления, пониженными значениями плотностного каротажа и согласованным проявлением литологических, газовых и механических признаков, интерпретируемых как реально проницаемые, насыщенные пласты. Выявлена закономерная тенденция увеличения $C_{орг}$, S_1 и S_2 вверх по разрезу, корреляция S_1 и $C_{орг}$ подтверждает роль органического вещества как основного источника генерируемых нефтей, а локальные аномалии S_1 являются признаком накопления подвижной нефти. На основе комплексного анализа определены минимально допустимые значения ключевых геологических, геофизических, промысловых и геохимических характеристик, позволяющие обоснованно выделить перспективные участки нефтематеринских отложений баженовской свиты для выполнения прогноза её нефтеносности в пределах Сургутского и Нижневартовского сводов.

3. Анализ, обобщение и систематизация геохимических данных по баженовской свите позволили построить карты распределения ключевых параметров и выделить устойчивые зональные закономерности изменчивости свойств органического вещества. В пределах лицензионных участков Сургутского и Нижневартовского сводов среднее содержание $C_{орг}$ варьируется от 2,48 до 12,5%, при локальных максимумах на Повховском и Дружном месторождениях и максимальных значениях S_2 (60-100 мг УВ/г породы) в юго-восточной части территории. Органическое вещество характеризуется T_{max} 430-445 °C ($R_o \approx 0,5-0,85\%$), соответствующими поздним стадиям $МК_1$ – $МК_2$ и началу главной зоны нефтегенерации, а схемы распределения индексов OPI и OSI фиксируют аномальные области свободных миграционно-активных углеводородов преимущественно на северо-востоке и в центральных частях Сургутского и Нижневартовского сводов. С учётом выявленных критериев нефтегенерационного потенциала выполнено ранжирование территории по степени благоприятности геолого-геохимических условий и построены вероятностные карты зон генерации углеводородов, развития коллекторов (с учётом аномально высоких пластовых давлений) и благоприятных условий изоляции углеводородов, на основе которых составлена прогнозная схема перспектив нефтеносности баженовской свиты в пределах Сургутского и Нижневартовского сводов. Малоперспективная с точки

зрения промышленных притоков нефти из баженовской свиты территория деятельности ООО «ЛУКОЙЛ-Западная Сибирь» в пределах Сургутского и Нижневартовского сводов при повторной оценке по данным испытаний и керн демонстрирует наличие запасов как в аномальных, так и в нормальных разрезах. Большая часть территории характеризуется сочетанием температурных условий, содержания органического вещества, степени катагенетической преобразованности и пиролитических индексов, благоприятных для генерации и сохранности углеводородов, а на примере скважины Южно-Ягунского месторождения показано, что комплексное использование данных ГК, НКТ, $S_{орг}$, $S_1/C_{орг}$, OPI и OSI обеспечивает надёжное выделение перспективных интервалов коллектора в разрезе баженовской свиты.

СПИСОК РАБОТ, ОПУБЛИКОВАННЫХ АВТОРОМ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

Содержание работы опубликовано в 9 научных трудах, в том числе:

- в рецензируемых изданиях из перечня, рекомендованного Высшей аттестационной комиссией Министерства образования и науки РФ:

1. Шарафутдинов А. Ф., Котенёв Ю. А., Атсе Я. Д. Б., Волкова Н. В. Реконструкция палеогеографической обстановки формирования пласта АВ₁₋₂ и фильтрационно-емкостных характеристик коллекторов // Грозненский естественно-научный бюллетень. – 2022. – Том 8. – № 3(33). – С. 39-45.

2. Шарафутдинов А. Ф., Котенёв Ю. А., Доминик Бернабэ Атсе Яо, Гаймалетдинова Д. Ф. / Оценка потенциала доюрских нефтегазоматеринских пород Шаимского нефтегазоносного района // Нефть. Газ. Новации. – 2022 г. – № 3. – С.42-46.

3. Шарафутдинов А. Ф., Котенёв Ю. А. Критерии, влияющие на генерационный потенциал баженовской свиты // Вестник Академии наук Республики Башкортостан. – 2025. – Том 57. – № 4(120). С. 12-19.

4. Шарафутдинов А. Ф., Котенёв Ю. А., Минкаев В. Н. Геохимия редкоземельных элементов верхнеюрских отложений в пределах Сургутского свода // Грозненский естественно-научный бюллетень. – 2026. – Том 11. – № 1(43). – С. 79-85.

- в других изданиях и материалах различных конференций и семинаров:

5. Шарафутдинов А.Ф. Применение технологий бассейнового моделирования и моделирования углеводородных систем / Шарафутдинов А.Ф., Махныткин Е.М., Котенев Ю.А // Актуальные проблемы научного знания. Новые технологии ТЭК-2022: материалы VI Международной научно-практической конференции / отв. редактор С. Н. Нагаева. – Тюмень: ТИУ, 2022. – 429 с.

6. Шарафутдинов А.Ф. Бассейновое моделирование как ключ к пониманию образования месторождений Западной Сибири // Материалы 73-й научно-

технической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых УГНТУ. В 2 т. / отв. ред. Р.У. Рабаев. – Уфа: УНПЦ «Издательство УГНТУ», 2022.

7. Шарафутдинов А. Ф., Михайлов Е. Д. Сопоставление выявленной нефтеносности баженовской свиты с различными ее характеристиками // В сборнике: Современные вопросы устойчивого развития общества в эпоху трансформационных процессов. Сборник материалов XXXIII Международной научно-практической конференции. Москва, 2026. С. 95-100.

8. Шарафутдинов А. Ф., Михайлов Е. Д., Аксберг А. С. Региональные особенности верхнеюрских нетрадиционных коллекторов в контексте тектоники Западно-Сибирского бассейна // Междисциплинарный форум: трансформация науки и общества: сборник статей III Международной научно-практической конференции. – Саратов: НОП «Цифровая наука». – 2026. – 385с

9. Шарафутдинов А.Ф., Стратиграфическая неоднородность верхнеюрских отложений в Сургутском своде: значение для прогноза коллекторов. / Шарафутдинов А.Ф., А.А. Юсупов // 64-я Международная научная студенческая конференция МНСК-2026: сборник статей международной научной студенческой конференции. – г. Новосибирск – 2026. – 412 с.