



Выявления перспективных площадей с наличием подвижных УВ в сланцевой формации на примере баженовской свиты

ООО «Газпромнефть НТЦ»
ДРРБ
Заграновская Д.Е., Захарова О.А.
Ноябрь 2017 г.



Содержание

1. Объект, цели и задачи исследований
2. Модель порового пространства и насыщающих флюидов для пород баженовского горизонта и дифференцированная оценка
3. Региональные критерии перспективности баженовского горизонта
4. Концепция развития пород баженовского горизонта, продуктивность которых связана с естественной проницаемостью на региональном уровне
5. Представление о поровом пространстве и о типе УВ
6. Минералогическое картирование в отложениях баженовского горизонта
7. Факторы, влияющие на развитие коллекторов с естественной проницаемостью
8. Определение генезиса коллекторов с естественной проницаемостью
9. Распространение перспективных площадей баженовского горизонта и способы картирования

Объект, цели и задачи исследований

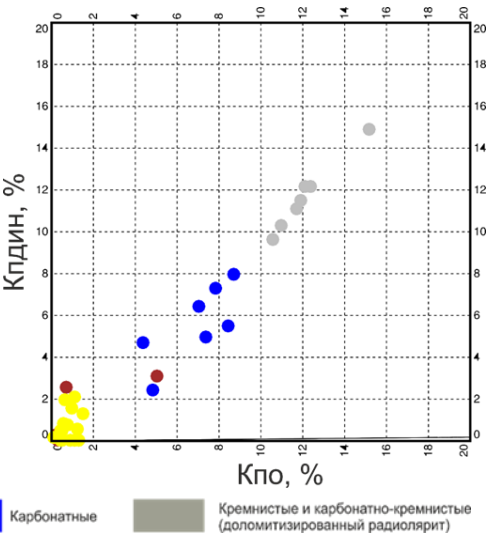
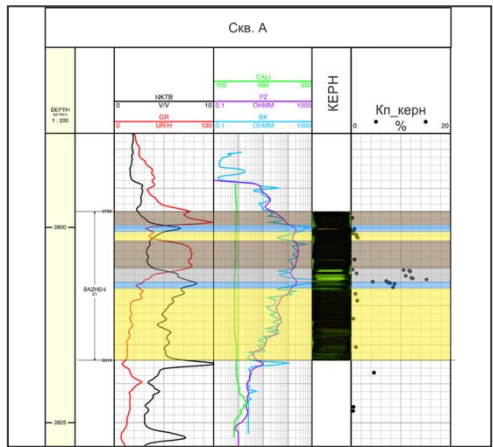
Объектом исследования являлись отложения баженовского горизонта в пределах центральной части ЗСБ с фокусом на Пальяновском лицензионном участке (ЛУ) Красноленинского месторождения.

Цель работы состояла в выявление генезиса коллекторов баженовского горизонта и оконтуривание залежей с подвижными УВ внутри комплекса

Основной задачей являлось выявление перспективных отложений баженовского горизонта на территории ЗСБ с развитыми естественными коллекторами, выполнение локального прогноза скоплений подвижных УВ Пальяновского ЛУ. Определение типа пород, продуктивность которых связана с естественной проницаемостью.

В представленном материале рассматривается тип пород, продуктивность которых связана с естественной проницаемостью.

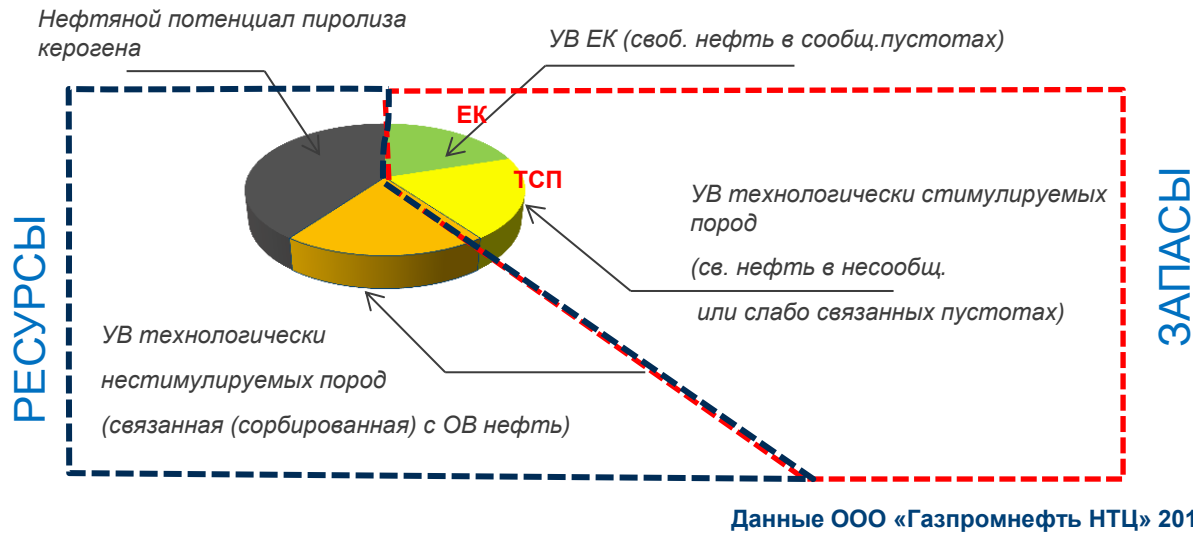
Тип пород, продуктивность которых связана с естественной проницаемостью.



Данные МГУ 2015 г (Калмыков Г.А.)

Зависимость коэффициента динамической пористости от коэффициента общей пористости

По построенным зависимостям между пористостью до и после экстракции и их связями с проницаемостью определено, пористость основных литотипов по разрезу до экстракции изменяется в диапазоне 1 – 2%, и только в одном пласте доломитизированных радиоляритов КП до экстракции доходит до 15%



Дифференциация запасов и ресурсов очень удобна для оценки добычного потенциала баженовского горизонта, а при наличии методов их локализации в разрезах скважин и по площади будет способствовать наращиванию добычи уже сегодня.

В представленном материале рассматривается тип пород, продуктивность которых связана с естественной проницаемостью.

Региональные критерии перспективности баженовского горизонта

«Сохранность»

D1-2. Зоны разгрузки
(ачимовская, вогулкинская,
васюганская свита), зоны АВПД,
нарушенность разломами

«Потенциал»

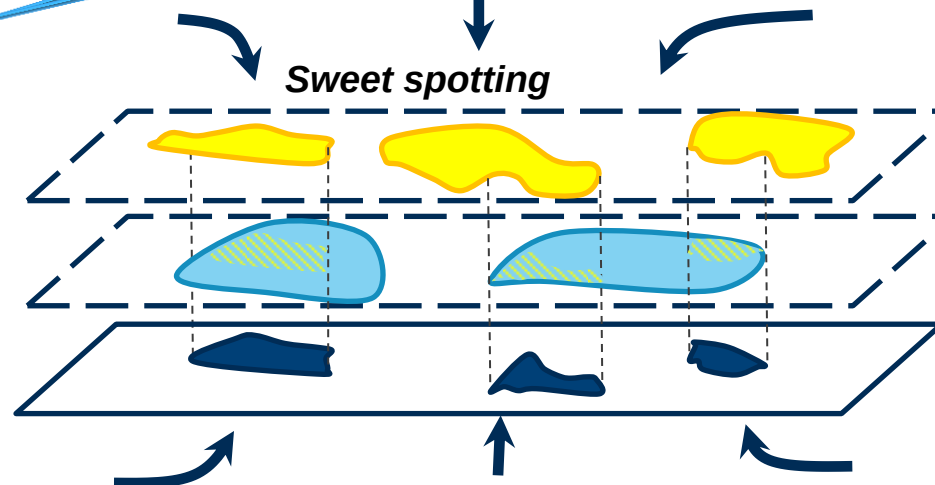
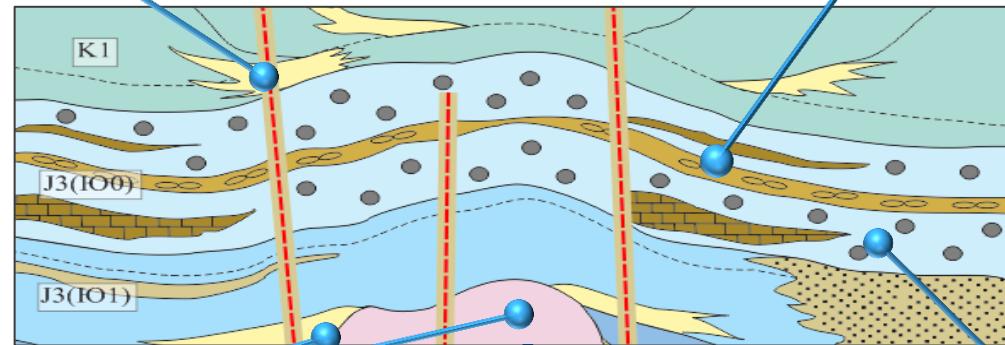
B. Объем:
 B1 Мощность НМП
 B2 Мощность ППИ
C. ТОС
E. Зрелость
 E1. Зрелость ОБ
 E2. Температурные аномалии
 A1. Аномалии ПП

«Вторичные процессы»

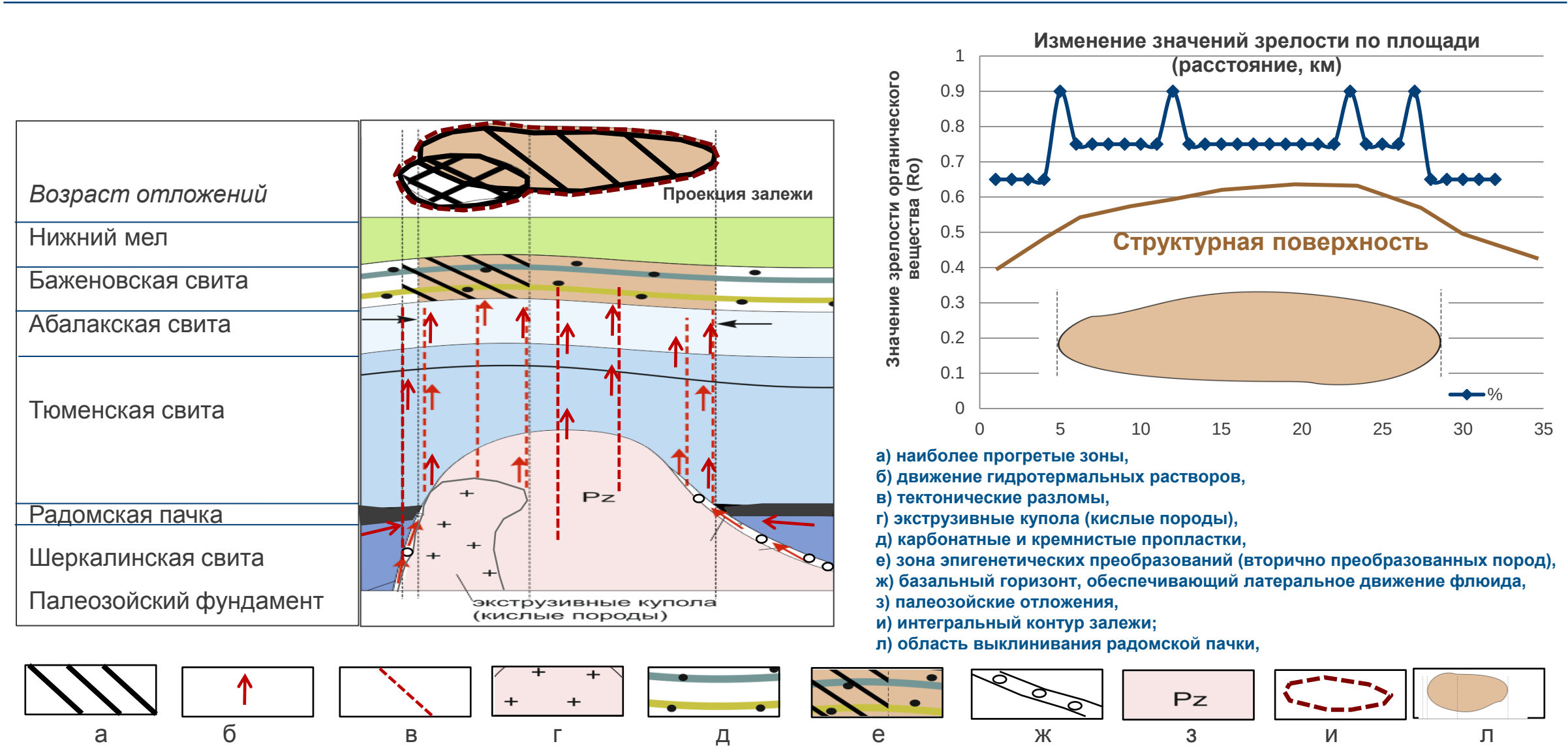
A1. Наличие интрузий кислого состава
A2. Области отсутствия покрывки J1

«Верификация»

D1. Результаты испытаний



Региональный концепт образования залежей нетрадиционных коллекторов в баженовской свите. Интегральный контур развития ЕК (Дл)



Региональный этап изучения баженовского горизонта

Байесовский подход к вероятности обнаружения естественного коллектора (ЕК)

- Ключевая гипотеза:
 - Наличие ГрИ -> Наличие ЕК -> повышенные ФЕС пород баженовской свиты
- В случае наличия признаков, 63% скважин вскрывают разрез с ЕК в целевом резервуаре. В случае отсутствия признаков, лишь 14%.
- При наложении испытаний, данные о притоке коррелируют с признаками наличия ГрИ (необходимо учитывать, что испытывался весь разрез Бажена) (рис. справа)

Выборка из 52 скважин (присутствуют методы определения качественных признаков):

Исучаемые параметры
(для формирования
Залежи)

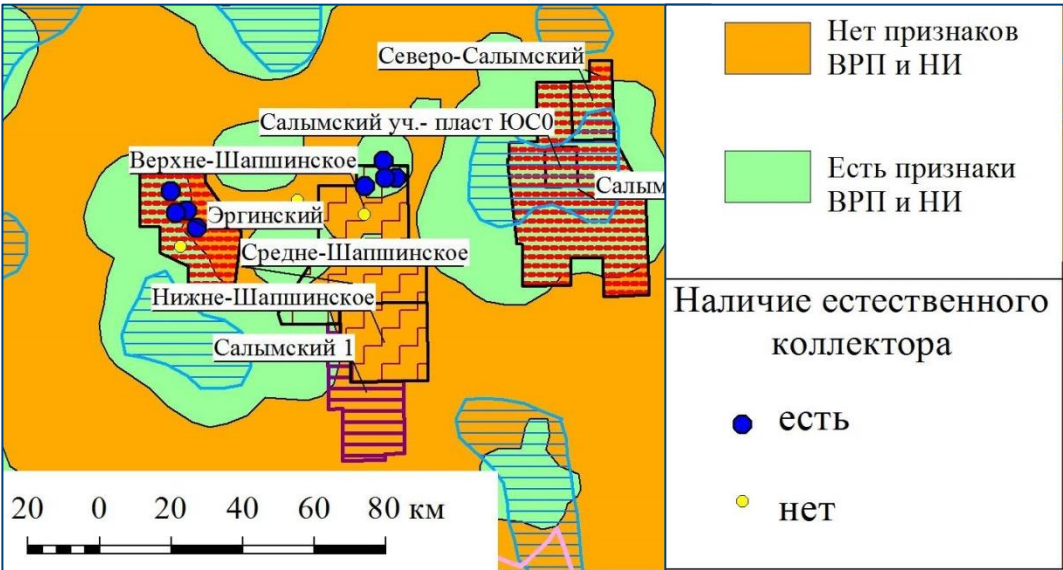
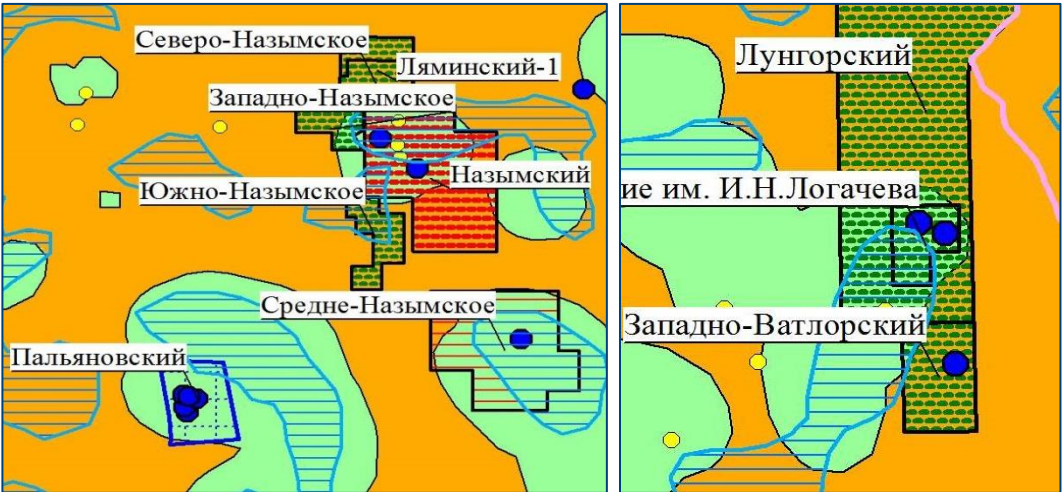
Определение успешности

- ПЛОЩАДЬ
- КОЛЛЕКТОР
- НЕФТЕМАТЕРИНСКИЕ ПОРОДЫ
- ПОКРЫШКА
- МИГРАЦИЯ (ЗРЕЛОСТЬ)

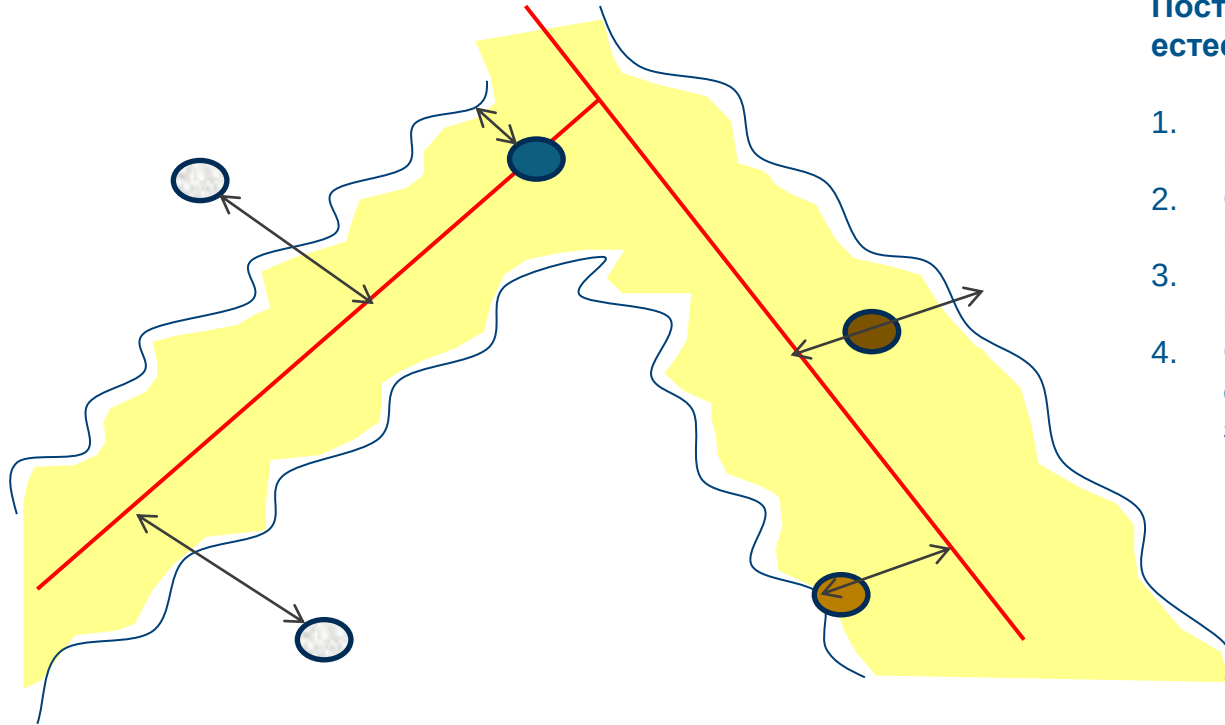
- Аномалии ПП
- Отсутствие покрышки J1
- Толщина НМП
- Толщина ППИ (ЕК вторичные процессы)
- Сорг.
- Отсутствие области разгрузки вверх и вниз
- Наличие подвижного УВ, Зрелость
- Температурные аномалии

- A1
- A2
- B1
- B2
- C
- D1
- D2
- E1
- E2

CoS = [(A1 ∪ A2) => (B1 ∩ B2)] * C * (D1 ∩ D2) * (E1 ∪ E2)



Определение генетической природы коллекторов баженовского горизонта

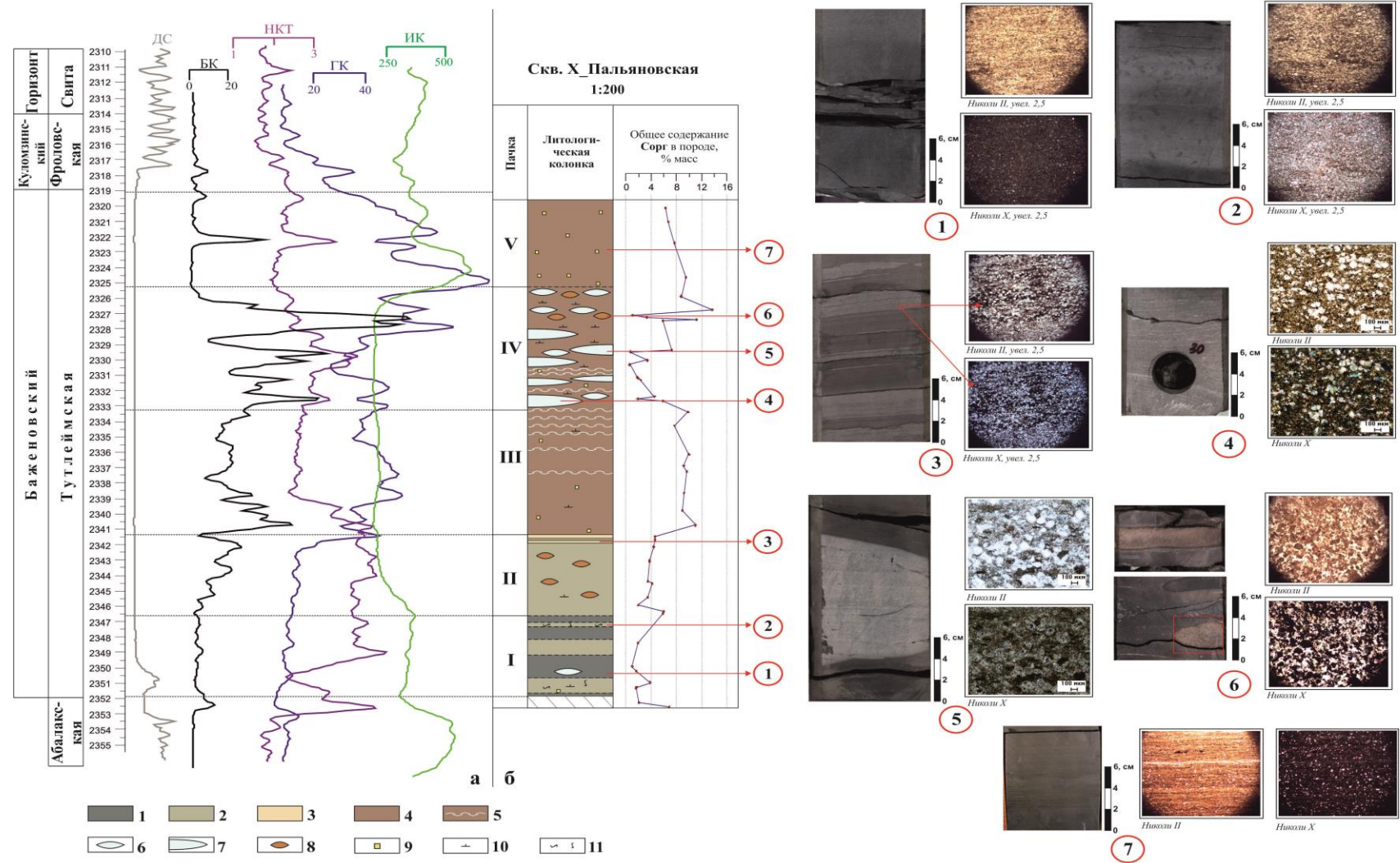


Постановка задачи для локального прогноза коллекторов с естественной проницаемостью:

1. Выявление генетической природы коллекторов, определение вещественного и минералогического состава и характеристик пород.
2. Обоснование критериев выделения коллекторов, возникших за счет гидротермально-метасоматических процессов в баженовском горизонте.
3. Обоснование геологических моделей ловушек и залежей в баженовском комплексе с учетом подстилающих отложений.
4. Обоснование перспективных площадей с наличием коллекторов с естественной проницаемостью (для разрабатываемой методики подсчета запасов нетрадиционных коллекторов).

Изучен керн по скважинам в трех зонах: продуктивной - ● , непродуктивной - ○ и переходной - ● ; и по всему вскрываемому разрезу.

Комплексная литолого-физическая характеристика разреза баженовского горизонта (на примере Пальяновской площади)

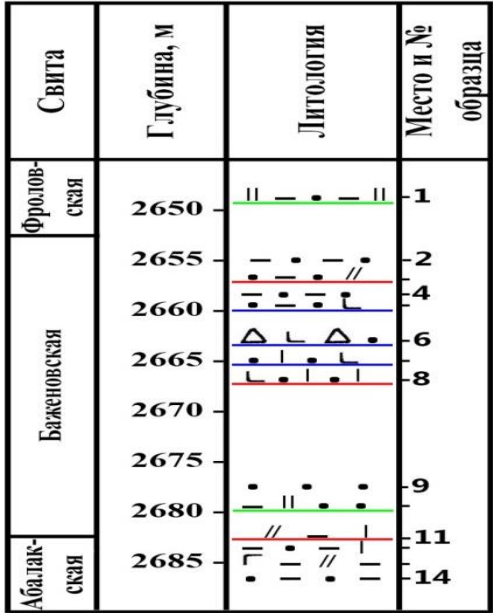


Условные обозначения к рисунку:
1 – аргиллиты кремнистые,
2 – силициты глинистые, 3 – силициты,
4 – глинисто-кремнистые высокоуглеродистые породы,
5 – прослои раковинного детрита;
6, 7 – карбонатные конкреции (6 – мелкие, 7 – крупные),
8 – стяжения фосфоритов,
9 – выделения сульфидов,
10 – известковистость, 11 – ходы илоедов

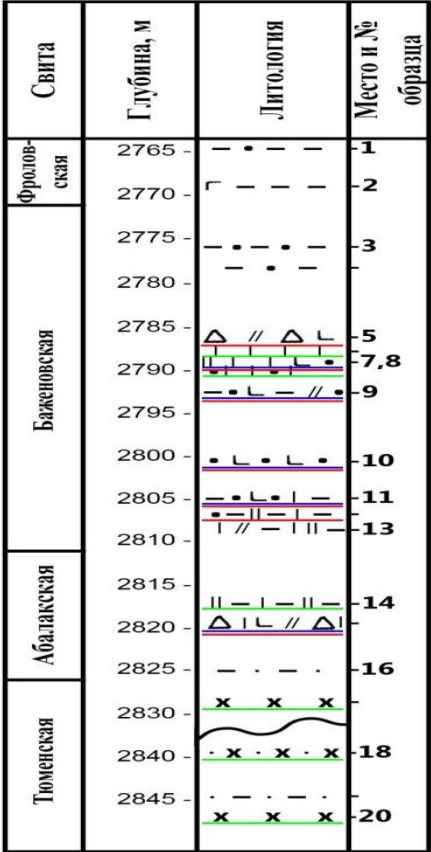
Данные Газпромнефть НТЦ 2015 г (Грабовская Ф.Р.)

Влияние эпигенеза на продуктивность скважин

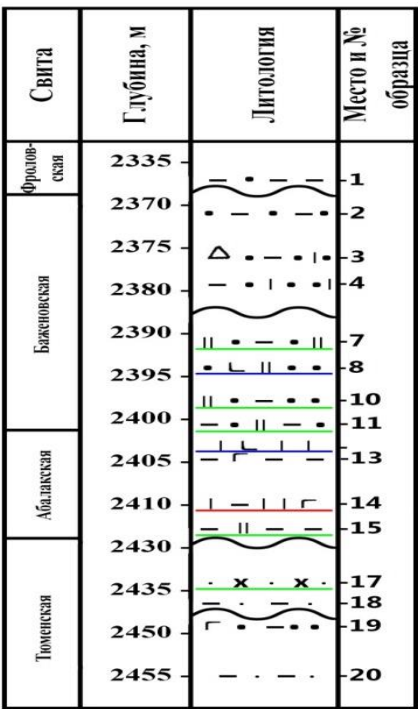
Высокопродуктивная



Продуктивная



Непродуктивная



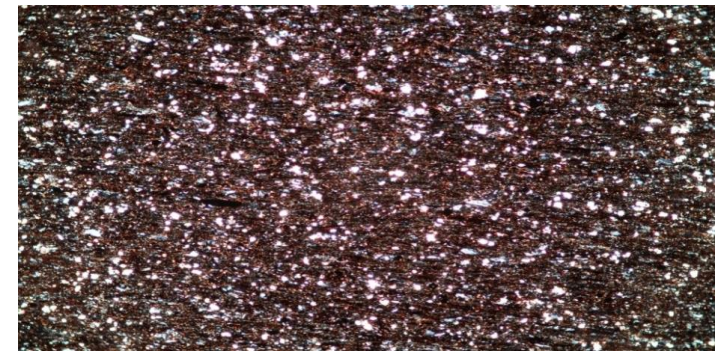
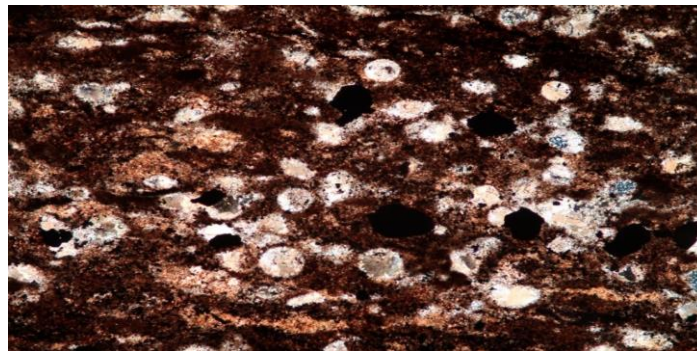
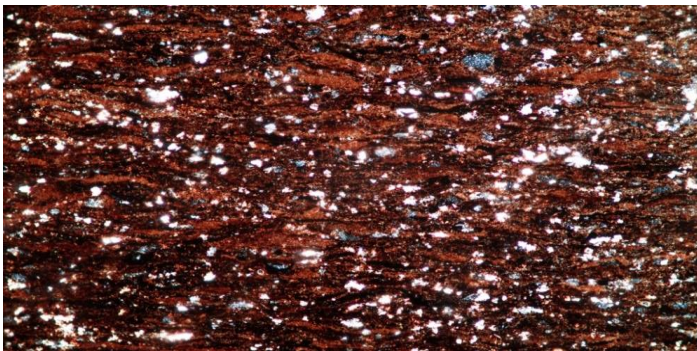
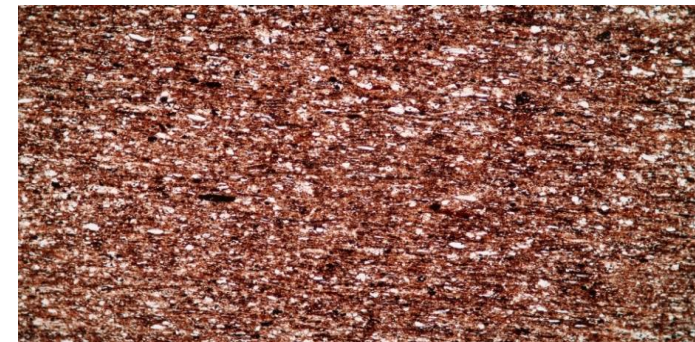
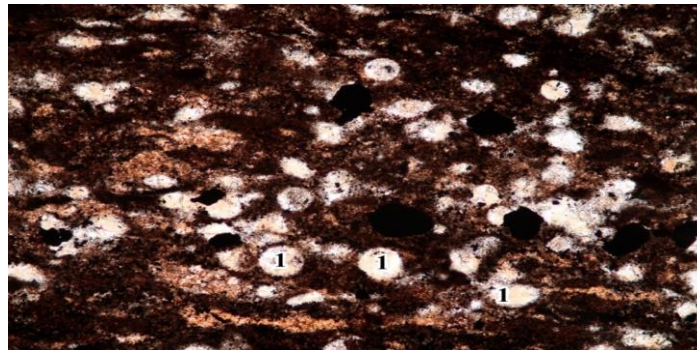
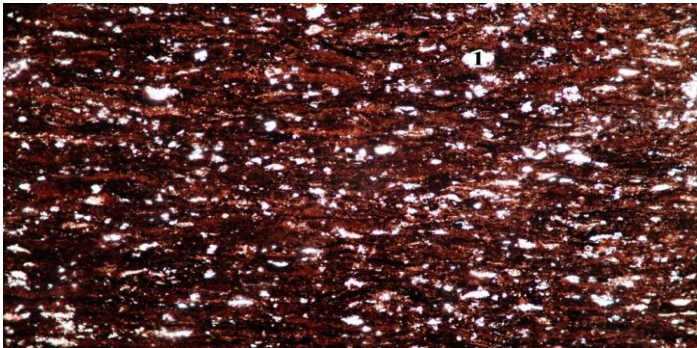
Условные обозначения

- песчаник
- алевро-песчаник
- алевролит
- алевритистость
- глина, глинистость
- известняк, известковистость
- доломит, доломитистость
- кремнистость
- ангидрит
- сидерит
- фосфорит, фосфатность
- битумоид, битуминозность
- битуминозная глина
- разрыв колонки за счет отсутствия материала

Наложенные процессы: — доломитизация, — ангидритизация, — окремнение, окварцевание

Гидротермальные процессы в породах баженовского горизонта

Зоны, удаленные от тектонического нарушения (закрытая система)

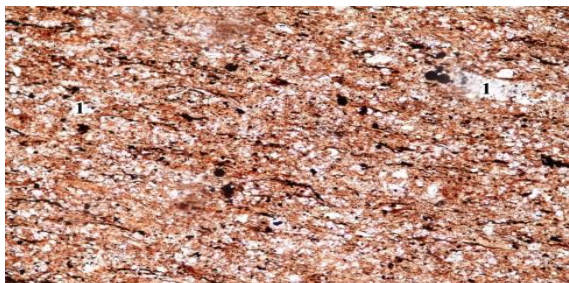


Зерна кальцита (белый крап) в известковой высокоуглеродистой породе. Баженовская свита. 1 – кварц-халцедон. Увеличение 100; а-николи ||, б-николи + Скважина «сухая».

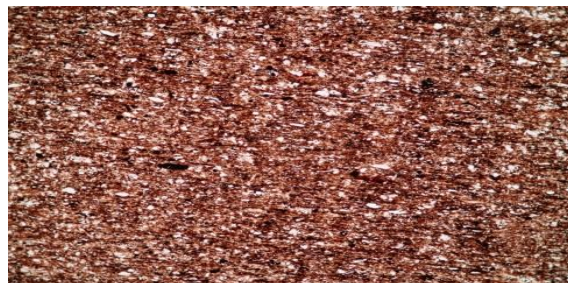
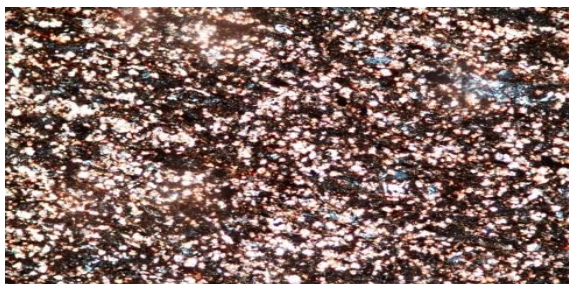
Вторичный кальцит (1) по округлым реликтам радиолярий в известковой высокоуглеродистой породе баженовской свиты. Увеличение 100; а-николи ||, б-николи + Скважина «сухая».

Единичные кристаллы доломита наряду с доминирующими выделениями кварц-халцедона, а также пирит и ангидрит в глинисто-кремнистой высокоуглеродистой породе баженовской свиты. Увеличение 100; а-николи ||, б-николи + Дебит скважины 1,56 т/сут.

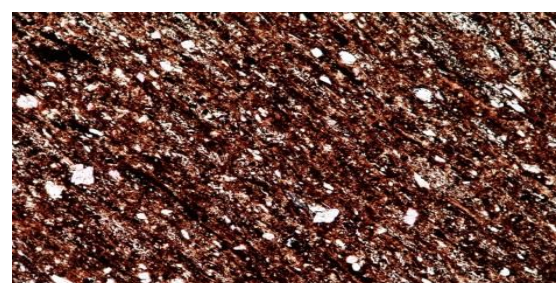
Распределение вторичного доломита в основной высокоуглеродистой массе («картина звездного неба»)



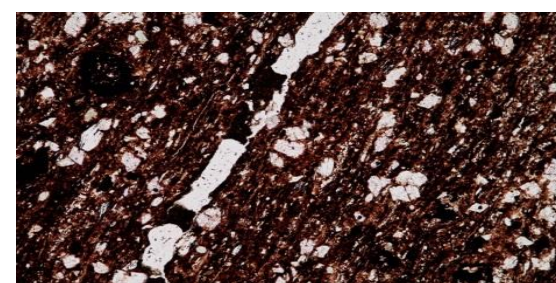
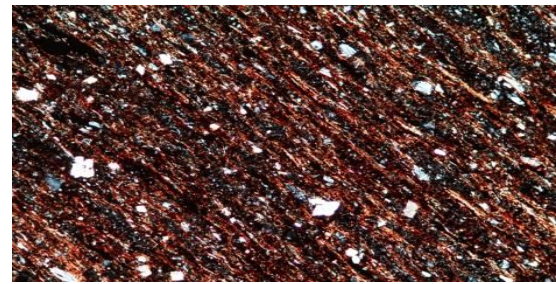
Мельчайшие кристаллики ангидрита, доломита и кварца в высокоуглеродистой породе. Баженовская свита. 1 – каолинит. Пальяновский лицензионный участок. Увеличение 100; а-николи ||, б-николи +



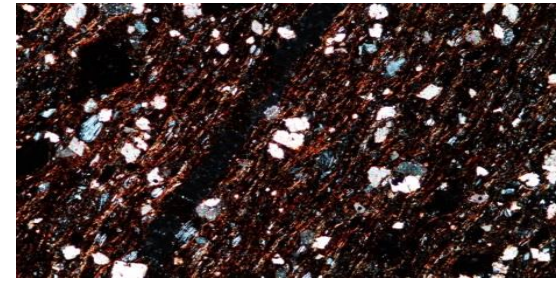
Единичные кристаллы доломита наряду с доминирующими выделениями кварц-халцедона, а также пирит и ангидрит в глинисто-кремнистой высокоуглеродистой породе баженовской свиты. Пальяновский лицензионный участок. Увеличение 100; а-николи ||, б-николи +



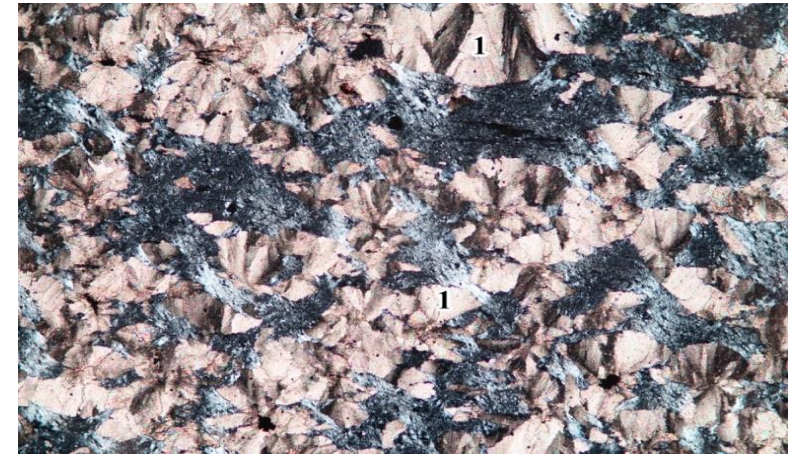
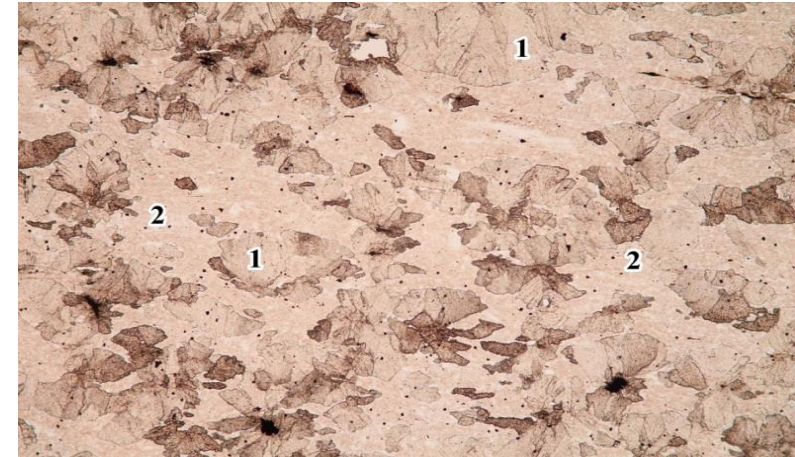
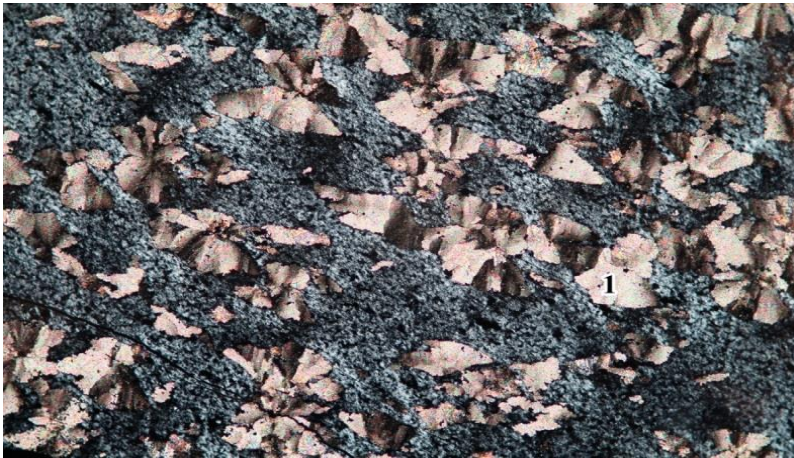
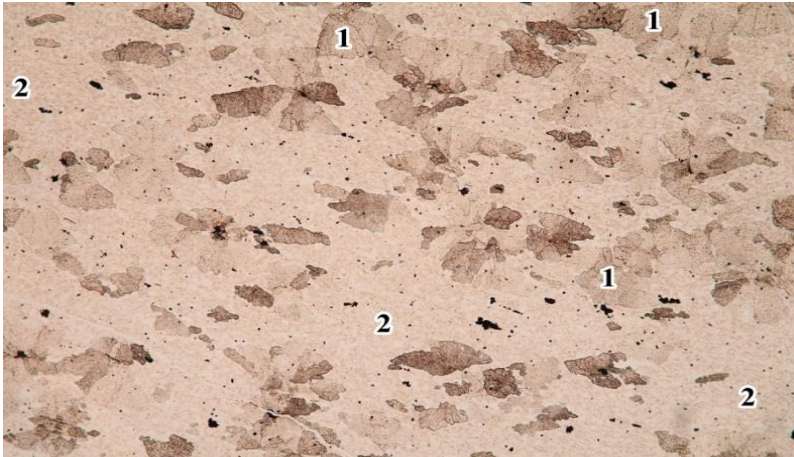
Редкие ромбовидные кристаллы доломита в высокоуглеродистой породе баженовской свиты. Пальяновский лицензионный участок. Увеличение 100; а-николи ||, б-николи +



Микроводорослевая высокоуглеродистая порода баженовской свиты с ромбовидными кристаллами вторичного доломита. Пальяновский лицензионный участок. Увеличение 100; а-николи ||, б-николи +

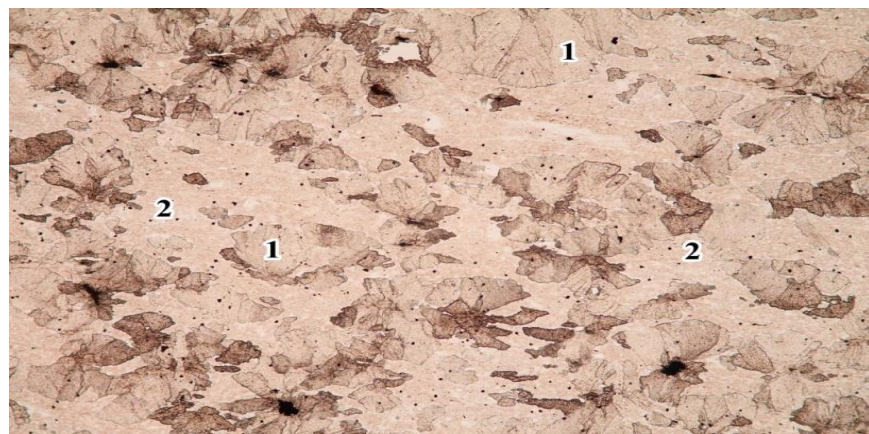


Распределение вторичного доломита в трещиноватых участках высокоуглеродистых пород с новообразованным гипсом (открытая система)

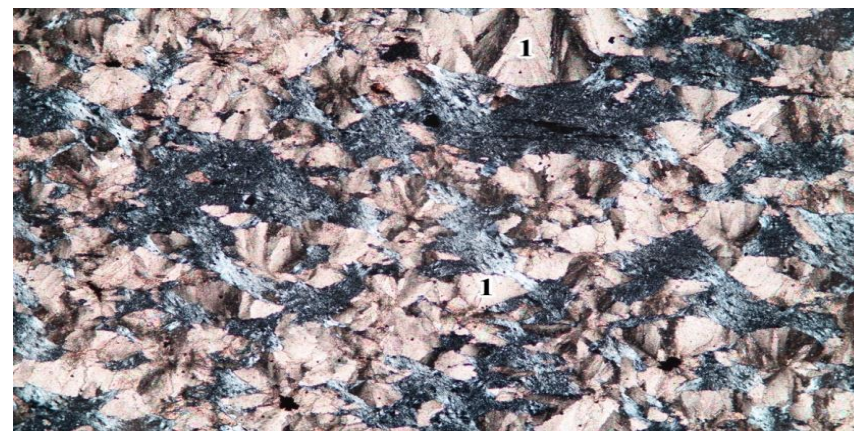


Фрагмент гидротермального доломит-гипсового гнезда в высокоуглеродистой породе баженовской свиты. 1 – доломит, 2 – гипс.
Увеличение 100; а-николи ||, б-николи +

Морфологическая схожесть зерен и агрегатов доломита



а

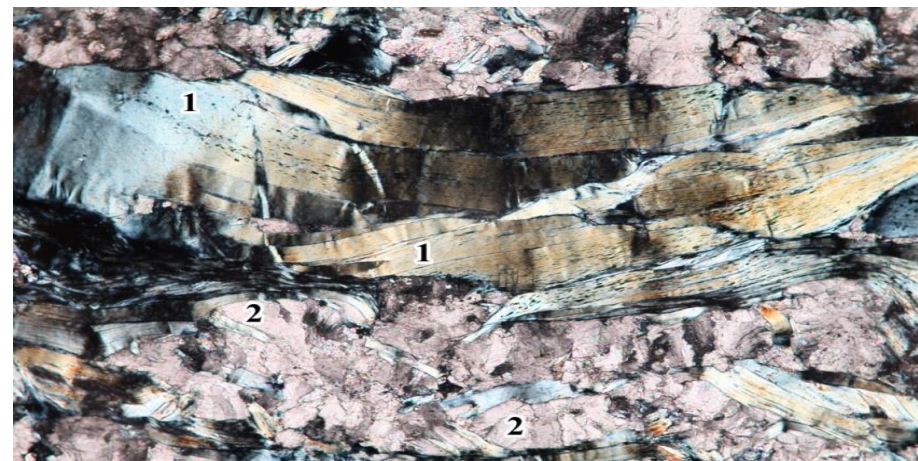


б

Фрагмент гидротермального гипсо-доломитового гнезда в высокоуглеродистой породе баженовской свиты. 1 – доломит, 2 – гипс. Увеличение 100; а-николи ||, б-николи +



а



б

Доломит-хлоритовый сланец палеозойского фундамента. 1 – хлорит, 2 – доломит. Увеличение 100; а-николи ||, б-николи +

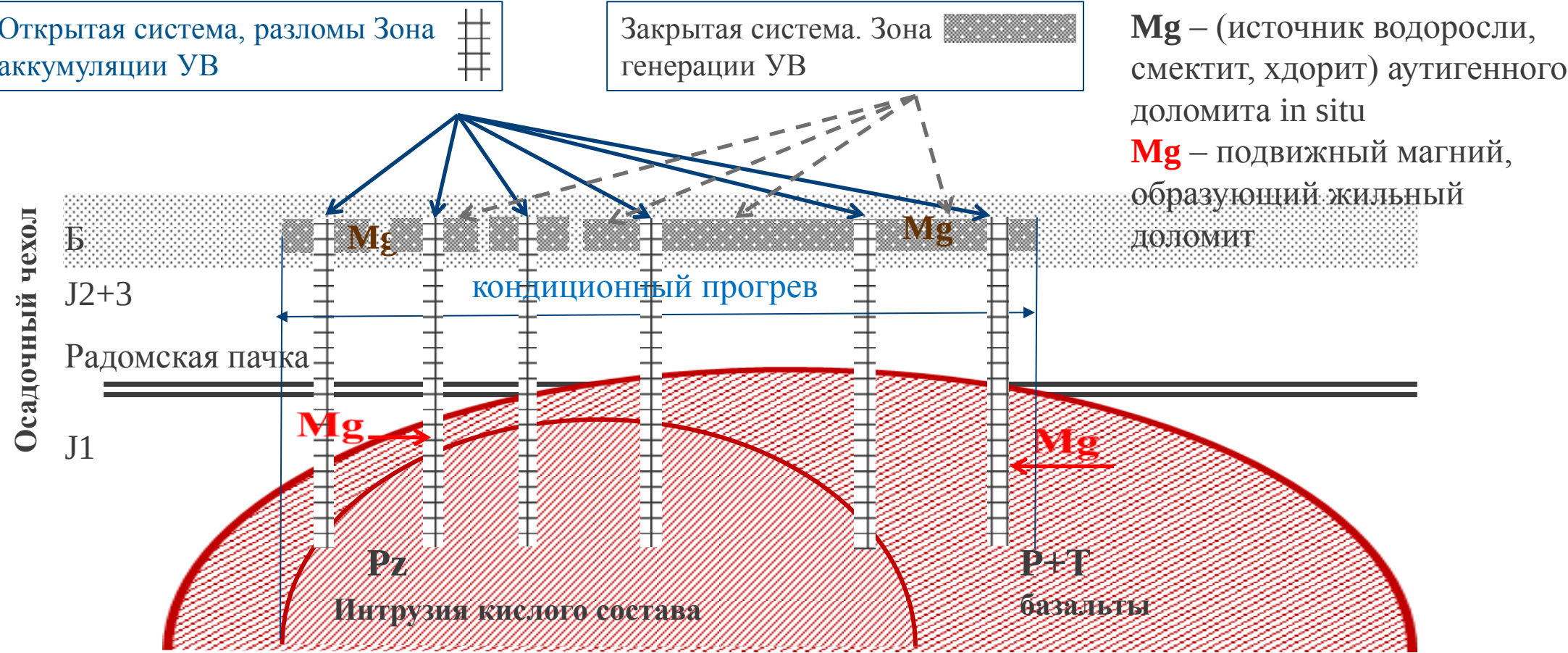
Основные результаты исследований и выводы

Развитие вторичного доломита, сопутствующих минералов и продуктивность скважин в зонах формирования залежей по высокоуглеродистым породам баженовского горизонта Пальяновской площади

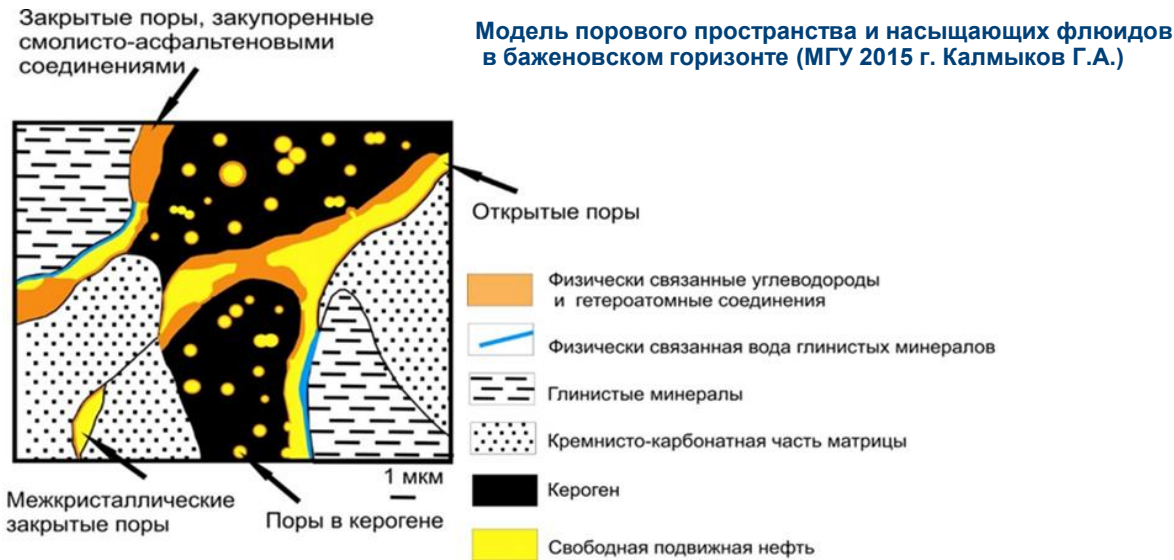
зоны отсутствия залежей УВ вне зоны разлома	зоны низко- среднедебитных залежей вне зоны разлома	зона высокодебитных залежей непосредственно зона разлома
Отсутствует вторичный доломит	Присутствует вторичный доломит рассеянный, возникший in situ	Присутствует доломит жильный (гидротермальный)
Q = 0,0 т/сут («сухая»)	Присутствует вторичный ангидрит, рассеянный, возникший in situ	Присутствуют жильные (гидротермальные): гипс, тенардит, барит
	Q = 1,56–21,60 т/сут	Q ≥ 80 т/сут

1. Развитие аутигенного доломита in situ в высокоуглеродистых толщах баженовской свиты свидетельствует о том, что породы достигли стадии кондиционного прогрева, обуславливающего генерацию жидких углеводородов (нефть, нефть+газоконденсат);
2. Формирование УВ и вторичного доломита в высокоуглеродистых породах баженовского горизонта являются парагенетическими процессами;
3. Факт наличия или отсутствия новообразованного доломита свидетельствует о том, переживала или нет высокоуглеродистая материнская толща этап генерации УВ;
4. Рубеж проявления рассеянного вторичного доломита in situ в высокоуглеродистых отложениях следует считать контуром продуктивности (границей зоны генерации УВ) баженовской свиты;
5. Области, приближенные к разломам, необходимо рассматривать как области, в которых происходила преимущественная генерация углеводородов и частичная их аккумуляция.
6. Источниками Mg: внешний - глубинный флюид и внутренний - микроводоросли.

Схема минералогического картирования площади продуктивных отложений баженовского горизонта



Модель порового пространства и насыщающих флюидов для пород баженовского горизонта



Модель заполнения пустотного пространства углеводородами в отложениях баженовской свиты

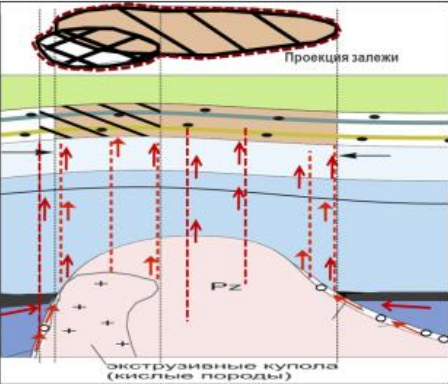
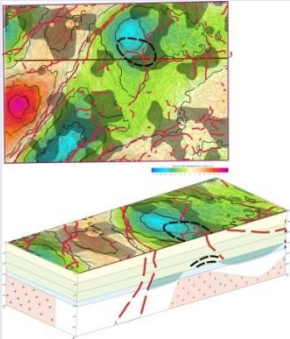
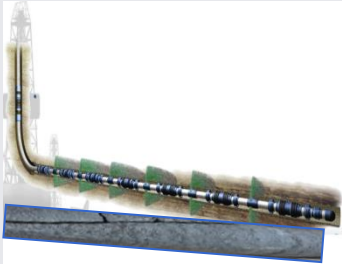
В баженовском горизонте микро нефть образуется за счет собственного ОВ, являющегося одним из основных компонентов пород.
Подвижность нефти зависит от связанности пустотного пространства и степени зрелости ОВ.



Модель вторично преобразованных пород, продуктивность которых связана с естественной проницаемостью.

Связанность пустотного пространства зависит от эпигенетических процессов, которые воздействовали на породу в результате дополнительного прогрева и вторичных изменений минеральной матрицы (доломитизации)
«Коллекторские свойства и нефтеносность баженовских пород взаимосвязаны единством процессов формирования коллекторов и нефтеобразования. Поэтому возникновение продуктивных баженовских нетрадиционных коллекторов следует рассматривать в неразрывной связи с образованием самих нефтяных залежей в битуминозных отложениях» [А.Д.Коровов].

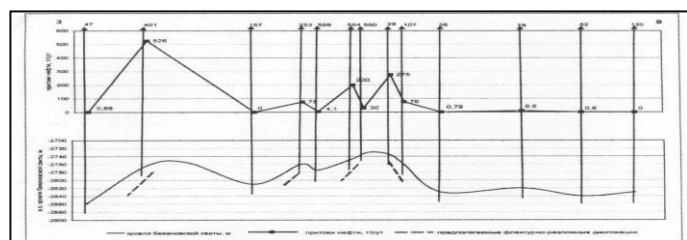
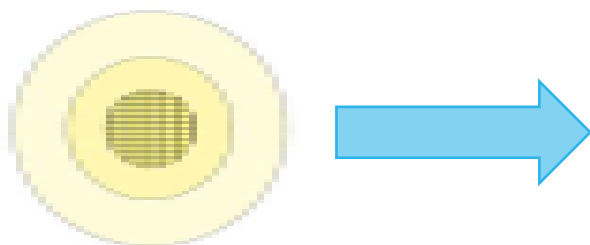
Ключевые исследования высокоуглеродистых отложений с наличием подвижных УВ при разных масштабах изучения

Масштаб исследований				
Региональный 1:200 000	Локальный 1:25 000	Сетка скважины	Реальный 1:1	Микро 1 мкм (Нано)
Потенциальные поля, Сейсмические исследования	Потенциальные поля, Сейсмические исследования Геохимические исследования	Отбор керна в горизонтальной скважине	Отбор керна с выносом 100 %	Тонкое минералогическое картирование
Непрерывное исследование керна (теплофизический каротаж на керне)				
Оконтуривание площадей с подвижными УВ (Дл) 	Выявление распространения эпигенетических процессов 	Определение латеральной изменчивости пород 	Определение вертикальной изменчивости пород 	Выявление вторичных процессов и порового пространства 

История вопроса. Салымский выступ

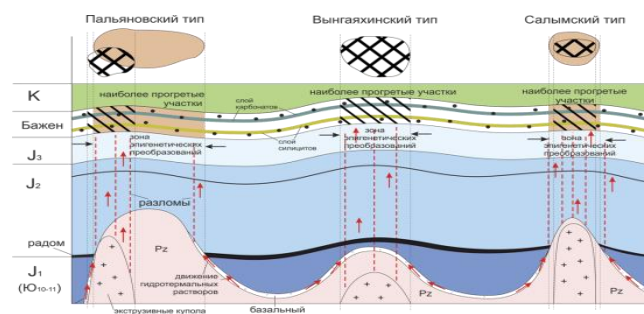
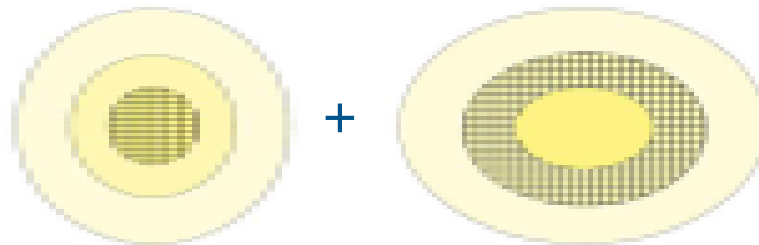
Локализация участков со свободной нефтью в нетрадиционных коллекторах баженовских отложений

2004 г (Чалимов и др.)



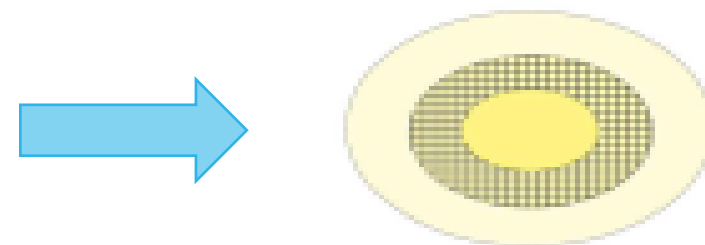
Салымское месторождение - соотношение между дебитами и структурным положением скважины (Чалимов и др., 2004 г.)

2015 г (ГПН НТЦ)



Патент «Способ поиска залежей углеводородов в нетрадиционных коллекторах баженовской свиты»

2016 г (Калмыков Г.А.)



Наиболее продуктивные зоны

Диссертация Калмыков Г.А.

Результат интеллектуальной деятельности ООО «Газпромнефть НТЦ»

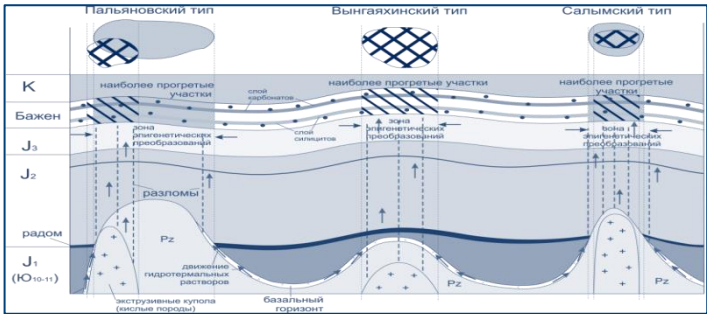


РИД – патент в 2016 г

Авторы:
Вашкевич А.А.
Стрижнев К.В.
Заграновская Д. Е.
Жуков В.В.
Патентообладатель: (ООО
"Газпромнефть НТЦ")

Способ поиска залежей углеводородов в нетрадиционных коллекторах баженовской свиты
Изобретение относится к области геолого–геофизических региональных исследований и может быть использовано для способа обнаружения углеводородного сырья в нетрадиционных коллекторах баженовской свиты осадочного чехла, а также для оценки площади запасов нефти и газа, содержащихся в нетрадиционных коллекторах.
На основе обобщенных данных строят прогнозный интегральный контур распространения залежей нетрадиционных коллекторов.

Типы выявленных залежей нетрадиционных коллекторов в баженовском горизонте

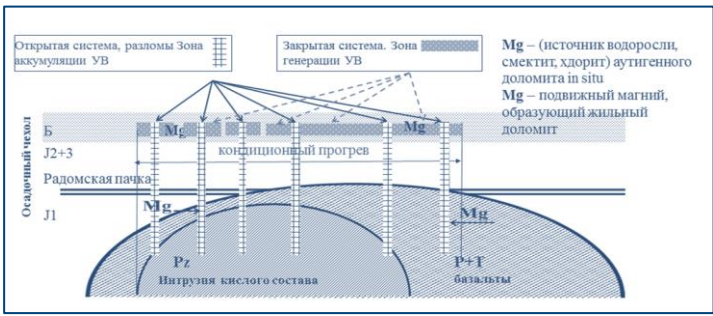


Заявка на патент 2017 г

Авторы:
Коробов А. Д
Заграновская Д.Е.
Коропова Л. А.
Вашкевич А. А.
Стрижнев К. В.
Захарова О. А.
Жуков В. В.
Патентообладатель: (ООО
"Газпромнефть НТЦ")

УВЕДОМЛЕНИЕ
о положительном результате формальной экспертизы
заявки на изобретение
Заявка № 2017121546/28(037298)
Дата подачи заявки 20.06.2017
Заявитель(и) Общество с ограниченной ответственностью "Газпромнефть Научно–Технический Центр" (ООО "Газпромнефть НТЦ"), RU
Название изобретения СПОСОБ ПОИСКА ЛОКАЛЬНЫХ ЗАЛЕЖЕЙ УГЛЕВОДОРОДОВ В ВЫСОКОУГЛЕРОДИСТЫХ ОТЛОЖЕНИЯХ БАЖЕНОВСКОЙ СВИТЫ

Схема минералогического картирования площади продуктивных отложений баженовского горизонта



ВЫВОДЫ

Таким образом, на породы баженовского горизонта достаточно сильное воздействие оказало влияние гетерогенного строения доюрского фундамента, осадочного чехла и связанные с этим эпигенетические процессы.

Наложенные процессы оказали значительное влияние на генерацию, аккумуляцию и миграцию УВ в породах баженовского горизонта.

Коллекторские свойства и нефтеносность баженовских пород взаимосвязаны единством процессов формирования коллекторов и нефтеобразования.

Рубеж проявления рассеянного вторичного доломита *in situ* в высокоуглеродистых отложениях следует считать контуром продуктивности (границей зоны генерации УВ) баженовской свиты для естественного коллектора

Возникновение продуктивных баженовских нетрадиционных коллекторов следует рассматривать в неразрывной связи с образованием самих нефтяных залежей в высокоуглеродистых отложениях

СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ!

Заграновская Д.Е., ООО «Газпромнефть
НТЦ», Zagranovskaya.DE@gazpromneft-ntc.ru

Благодарность за выполненные исследования

В выполнении работ принимали участие сотрудники отделения геологии НИИ естественных наук и преподаватели кафедры геологии и геохимии горючих ископаемых Саратовского национального исследовательского университета: доктор геол.-мин. наук, **профессор А.Д. Коробов**, а также доктор геол.-мин. наук, профессор кафедры общей геологии и полезных ископаемых СГУ Я.А. Рихтер.

Плоско-параллельные прозрачные шлифы были изготовлены в лаборатории камнесамоцветного сырья ООО «Лазурит» СГУ научным сотрудником О.Ю. Андрушкевичем. Для изготовления шлифов использовался станочный комплекс Buehler (Германия, США) с тремя приспособлениями собственной разработки 2010, 2011 и 2012 годов, которые находятся под патентной защитой.

Описание петрографических шлифов проводилось кандидатом геол.-мин. наук Е.Ф. Ахлестиной и профессором Я.А. Рихтером.

Рентгенографический фазовый анализ природных образцов и тонких (менее 0,001 мм) фракций выполнялись под руководством заведующего кафедрой, доктора геол.-мин. наук, **профессора В.П. Морозова** на кафедре минералогии и литологии института геологии и нефтегазовых технологий Казанского (Приволжского) Федерального университета.