



Геолого-геофизические особенности строения отложений доманикового типа, влияющие на оценку запасов и ресурсного потенциала углеводородов

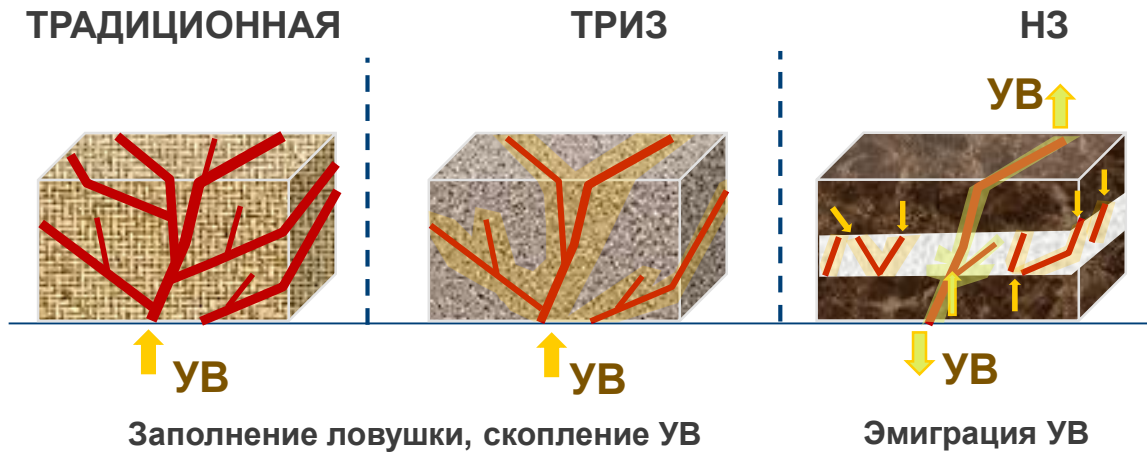
ООО «Газпромнефть НТЦ»
Центр региональной геологии и сейсмического моделирования
Заграновская Д.Е.
г. Москва 2020-2021 гг. Круглый стол



Содержание

- Основные особенности строения залежей УВ нетрадиционного типа
- Типы пород в изучаемом разрезе
- Разделение отложений доманикового типа от вмещающих пород
- Выделение эффективных толщин по данным ГИС
- Объект подсчета запасов в плане и в разрезе
- Выводы

Основные особенности строения залежей УВ нетрадиционного типа



Образование коллекторов и нефтеносность пород доманикового типа взаимосвязаны единством процессов формирования.

Как и в баженовском горизонте, нефть в отложениях доманикового типа образуется в результате преобразования собственного ОВ. Подвижность углеводородов наблюдается в связанном пустотном пространстве зрелого ОВ (Калмыков Г.А. 2015 г.), и сильно варьирует от компонентного состава ОВ.

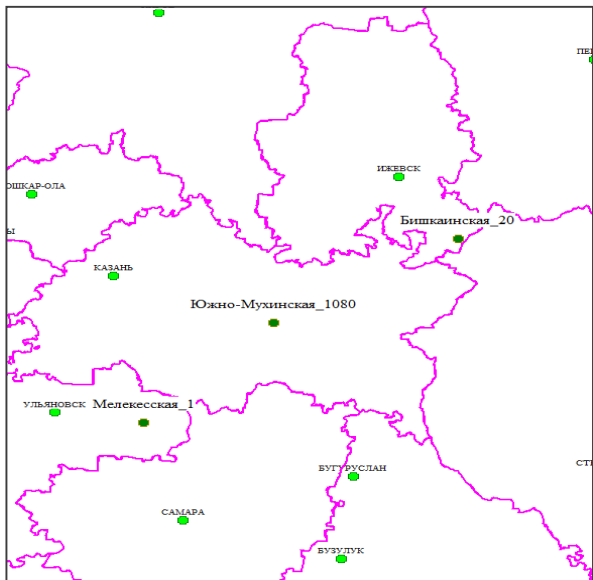
Отложения доманикового типа представлены минеральной матрицей и компонентами ОВ. В результате созревания ОВ и миграции УВ происходит перераспределение компонентов ОВ и минерального вещества, которые влияют на петрофизические свойства пород.

Органическое вещество в отложениях доманикового типа можно охарактеризовать наличием компонентов: кероген (наименьшее количество), УВ (насыщенная и ароматическая фракции) и неуглеводородные компоненты нефти – смолисто-асфальтеновые вещества (САВ).

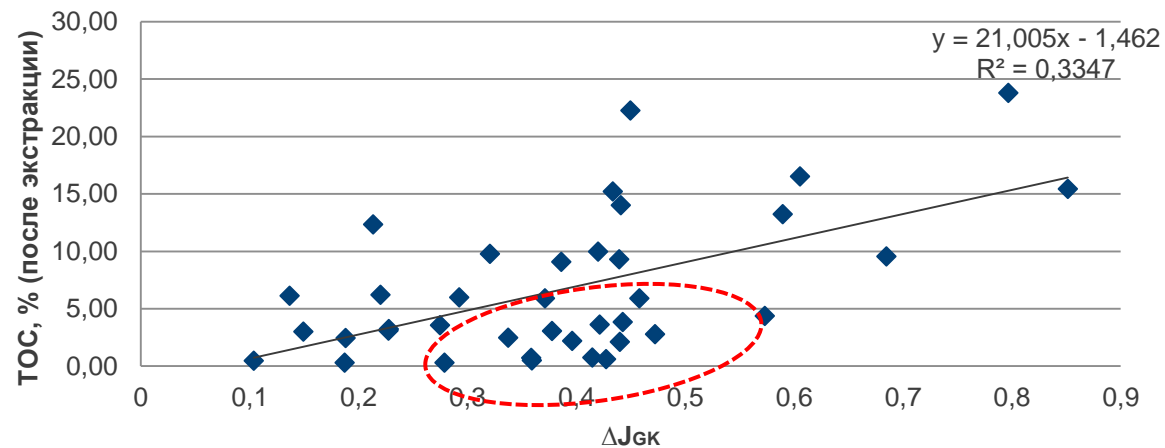
Основную часть в структуре порового пространства занимают битуминозные разности с высоким содержанием смолисто-асфальтеновых веществ и достигают до 15 вес. % от объема породы.

Определение зависимостей ТОС от ΔJ_{GK}

Расположение скважин



Полученная зависимость



Вывод:

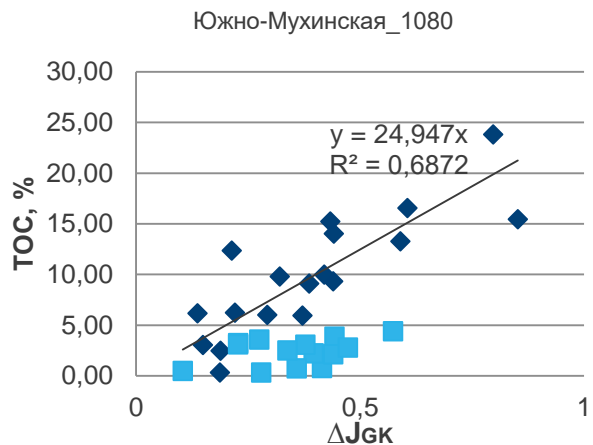
В результате полученных зависимостей ТОС от ΔJ_{GK} , области точек разделились на две части - в первой превагирует кероген, во второй - тяжелые УВ+ САВ. Линейная зависимость получена для керогена.

«В «старых» скважинах оценку содержания ОВ можно проводить по данным ГК, однако такие оценки менее надежны.» ВМР 2017 г

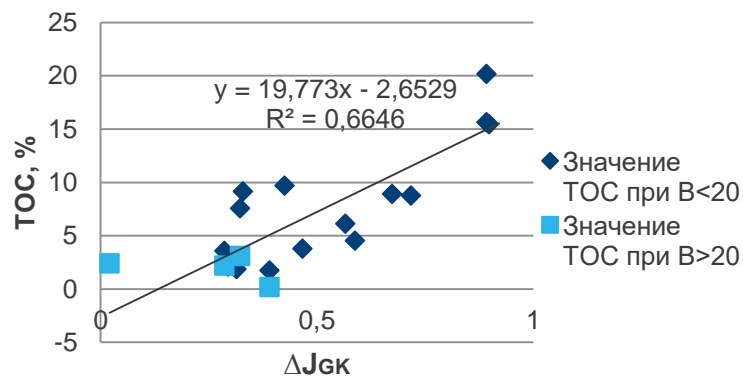
Расчет параметра β

Мелекеская_1

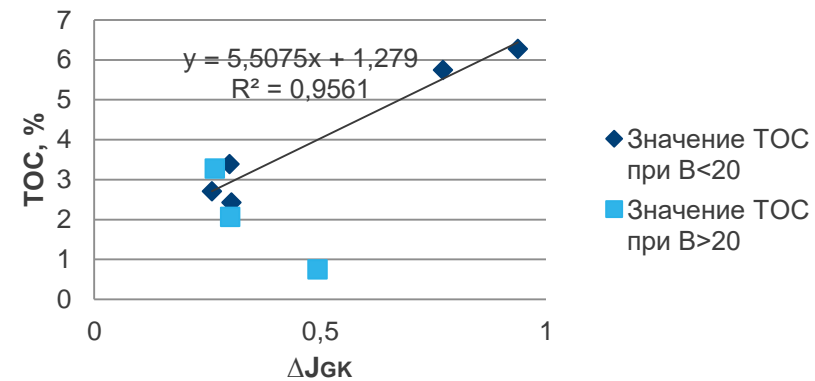
Бишкайнская_20



- ◆ Значение ТОС при $V < 20$
- Значение ТОС при $V > 20$

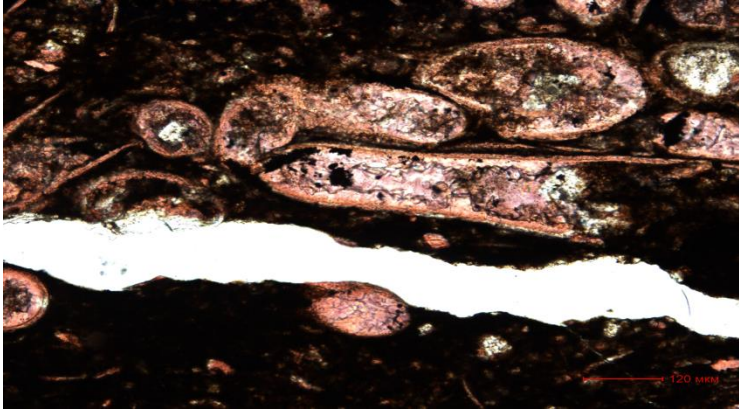


- ◆ Значение ТОС при $V < 20$
- Значение ТОС при $V > 20$

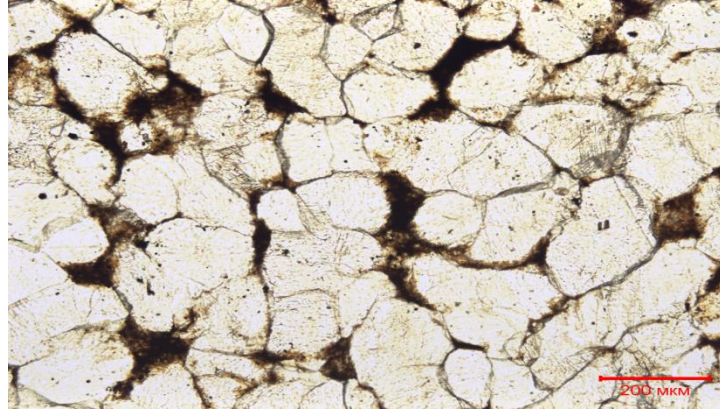


- ◆ Значение ТОС при $V < 20$
- Значение ТОС при $V > 20$

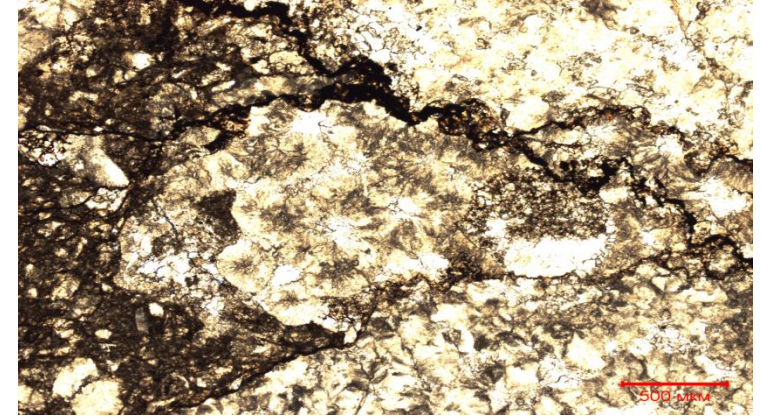
Распределение битуминозности (САВ) в породах доманикового горизонта



а)



б)



с)

Распределение битуминозности в породах доманикового типа (шлифы)

а) Биокластовый доломитистый известняк. Матрикс биоморфно-кристаллический с битумом;

б) Кристаллический известняк, битуминозность в межкристаллическом пространстве;

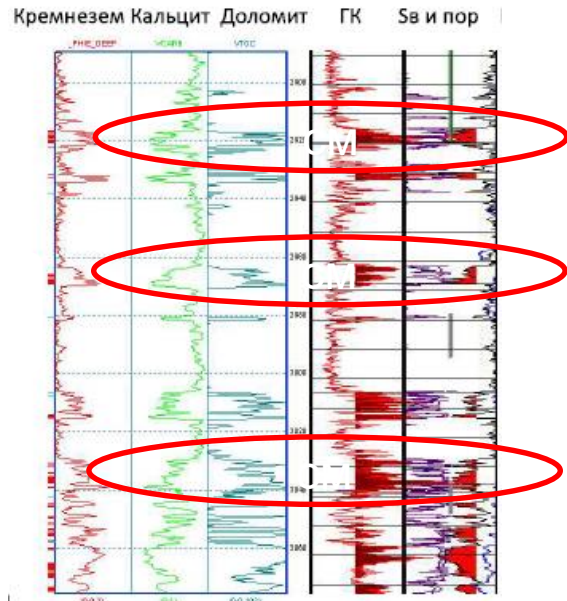
в) Интракластовый (обломки водорослевого известняка) полибиокластово-микритовый доломитистый известняк. Коричневая битуминозность в межкристаллическом пространстве и по стилолитам

Смолисто-асфальтеновые вещества перенасыщают систему, так как лишь частично растворяются насыщенными и ароматическими УВ и в результате высокой молекулярной массы влияют на фильтрационно-емкостные свойства пород, **закупоривая пустотное пространство**, а также увеличивают плотность и вязкость флюида, препятствуя его извлечению. Таким образом, при интерпретации необходимо вычленять в разрезе пропластки с содержанием САВ, которые снижают коллекторские свойства пласта.

Влияние доломитизации на пористость пород доманикового типа

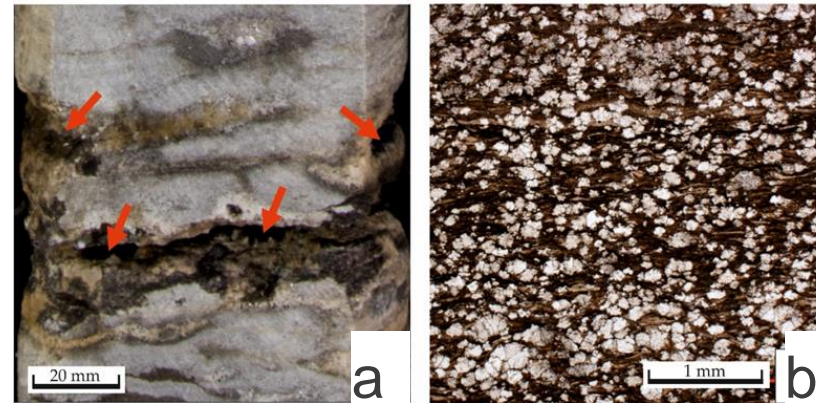
Диаграммы соотношения пористости пород с содержанием Сорг и кремнезема в разрезе верхнефранских доманиковых отложений скв.Кашаевская-74.

«Нетрадиционные резервуары нефти в доманиковой толще Оренбургской области»
Геология нефти и газа, 2017 г., стр.67
Г.Ф.Ульмишек, А.В.Шаломеенко, Д.Ю.Холтон и др.



В породах отмечается доломитизация

в виде вторичных гидротермальных доломитов и пород с развитыми кристаллами доломита по битуминозному матриксу



а – известняк, неравномерно замещенный гидротермальным доломитом с крупными кавернами;
б – доманикит с интенсивной доломитизацией. Эвгдральные кристаллы диагенетического доломита равномерно распределены в матриксе, содержащем Сорг.

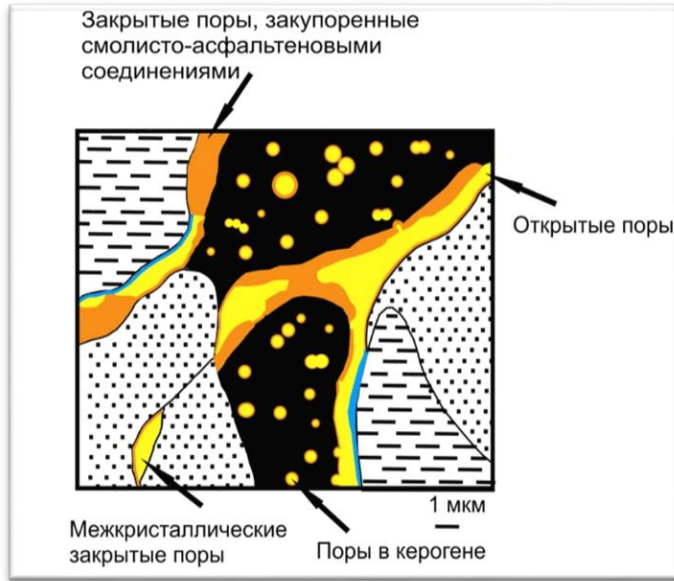
[Описание керна и шлифов Вилесов А.П.]

«Толща состоит из двух основных типов пород: черные, богатые ОВ, известковые радиоляритовые кремнистые породы с подчиненными кремнистыми известняками и серые и темно-серые тонкодетритовые известняки, в отдельных прослоях кремнистые, со значительно меньшим количеством ОВ. Оба типа характеризуются низким содержанием глинистого минерала.» Г.Ф.Ульмишек и др.
«При определении коэффициента пористости по данным ГИС в доманиковых продуктивных отложениях необходимо знание минералогического состава и содержания органического вещества. Минералогический состав пород оценивается на основе системы уравнений, для корректного решения которой необходимы данные ЯФМ, настроенные по данным керна (РФА, геохимические исследования методом Rock Eval) базовых скважин.»

Наблюдается связь повышенной пористости с увеличением Сорг, а также с кремнистыми и доломитизированными пропластками

Структура порового пространства и основные типы коллекторов

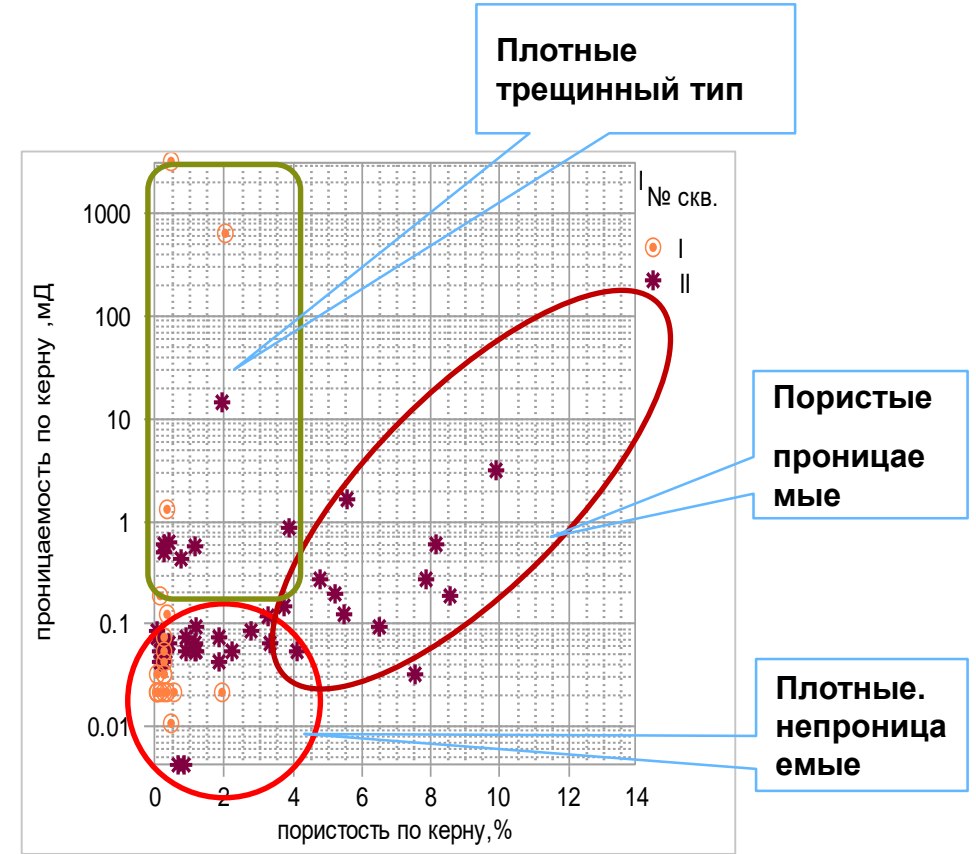
ЗАКОНОМЕРНОСТИ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ОБ В ПУСТОТНОМ ПРОСТРАНСТВЕ БГ КАЛМЫКОВ Г.А., 2015 г. (с дополнениями)



ЗАКОНОМЕРНОСТИ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ОБ В ПУСТОТНОМ ПРОСТРАНСТВЕ ОТЛОЖЕНИЙ ДОМАНИКОВОГО ТИПА, ГПН, 2020 г.



- Связанные углеводороды + САВ
- Связанная вода
- Глинистый матрикс
- Кремнисто-карбонатная часть матрикса
- Кероген
- Подвижные углеводороды

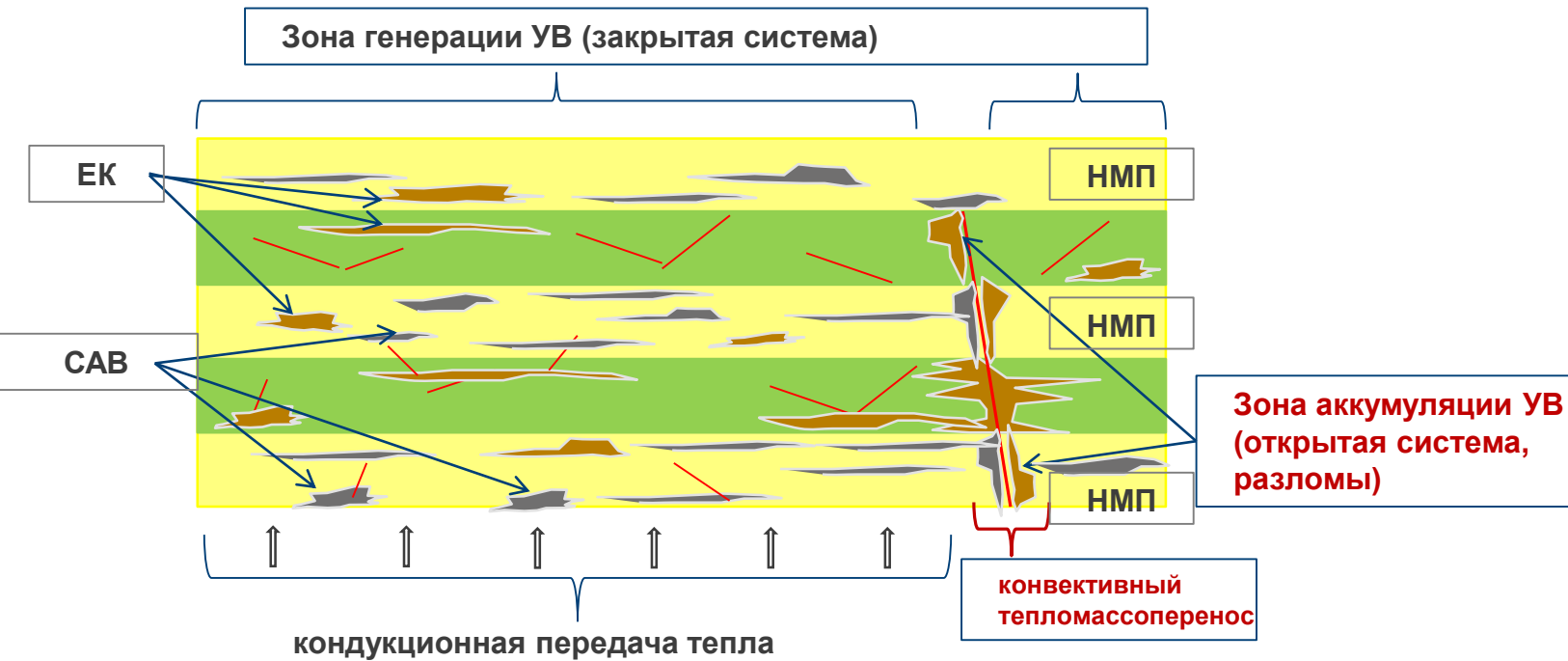


Сопоставление пористости и проницаемости в отложениях доманикового типа. Скв. I и II.







Связь между коррелируемыми параметрами отсутствует

Если разделить выборку по вещественному составу, генезису и типу пустотности – получим линейную зависимость для коллекторов

Концептуальное строение нетрадиционных отложений



Условные обозначения

	Нетрадиционный коллектор обогащенные ТОС > 1,5% (НК) с органической пористостью		Пропластки с САВ
	Плотные интервалы карбонатных пропластков		Разломы
	Спорадически развитые естественные коллекторы (ЕК вторично преобразованные)		Трещиноватость, повышенная хрупкость

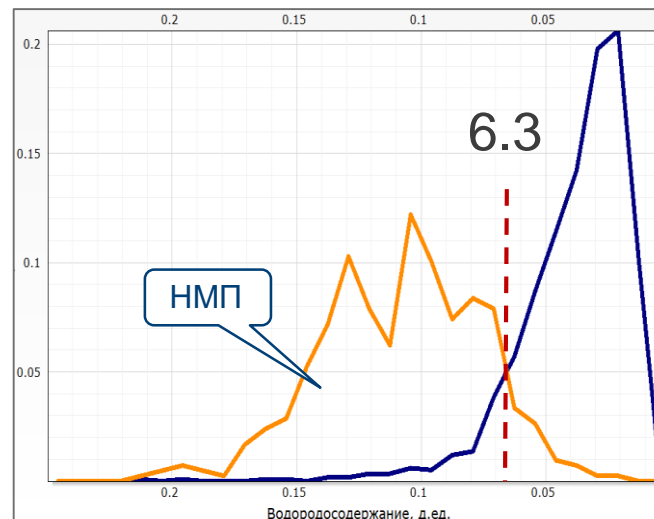
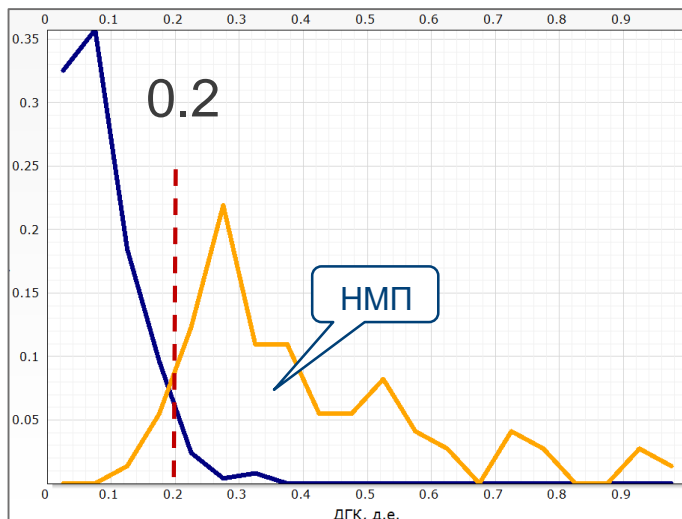
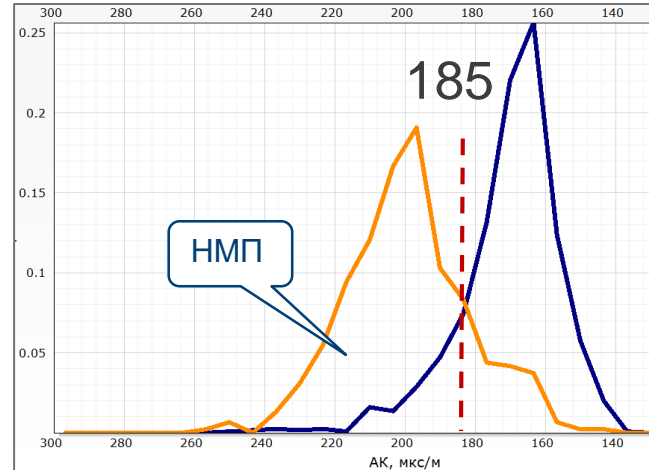
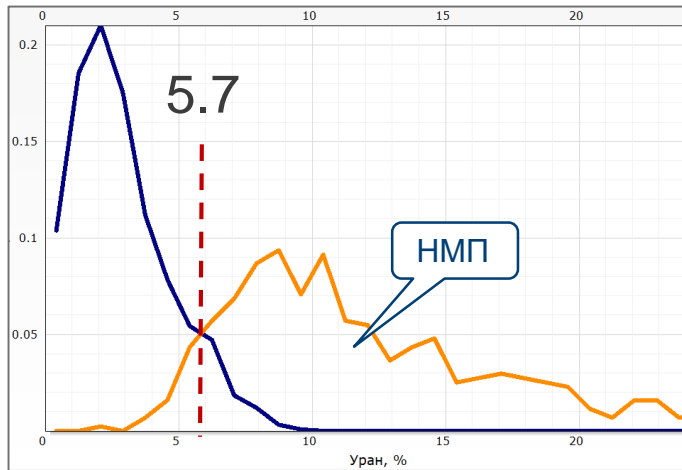
«Исходя из перечисленных особенностей, нахождение нефти в отложениях доманикового типа, схема определения подсчетных параметров в скважинах основывается на выделении в разрезе интервалов, сложенных породами доманикового типа, а затем внутри них интервалов устанавливаются нефтенасыщенные интервалы» ВМР 2020 г.

В разрезе отложений франского, фаменского и турнейского возраста среди плотных карбонатных пород выделяются пропластки обогащенные ОБ, которые можно условно разделить на нетрадиционный коллектор (НК) с органической пористостью (Кп до 9%), содержащие относительно легкие УВ и пропластки, содержащие наибольшее количество САВ*, т.е. характеризующиеся низкими фильтрационно-емкостными свойствами в результате наличия неподвижных компонентов нефти

* - смолисто-асфальтеновые вещества

Спорадически развитые естественные коллекторы с пористостью выше 4% (ЕК вторично преобразованные), развитые по всему разрезу и не коррелируются по площади.

Разделение отложений доманикового типа от вмещающих пород



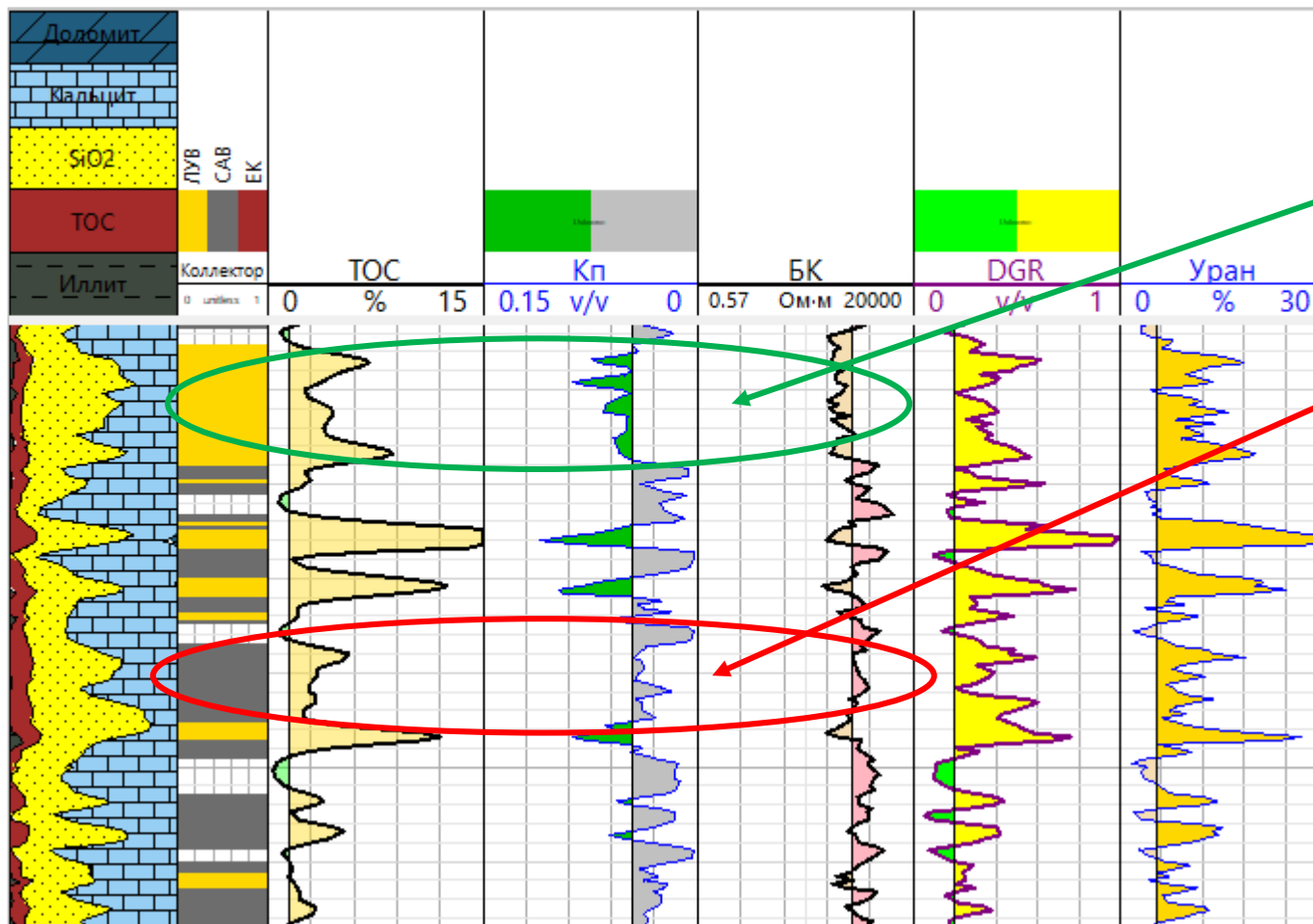
Выделение в битуминозной части разреза (НМП) от вмещающих пород, предлагается выделять согласно принятым отсечкам по методам ГИС:

1. Урановая составляющая спектрального гамма-каротажа
2. Акустический каротаж
3. Водородосодержание
4. Двойной разностный параметр по гамма каротажу

Обоснование отсечек по методам ГИС установлено согласно принятого граничного значения ТОСгр и может варьировать в зависимости от площади

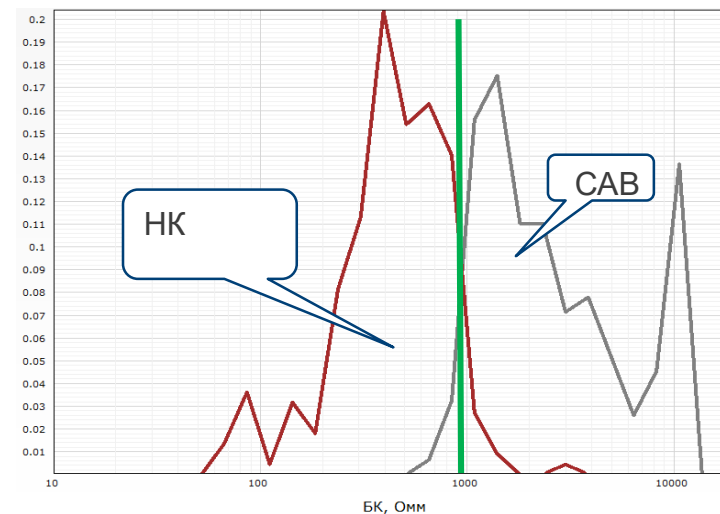
Д.Е. Заграновская, С.И. Исаева, О.А. Захарова, доклад г. Казань, 2020 г.

Выделение подвижных УВ в нефтематеринских породах



В нетрадиционных коллекторах (НК) – наличие пористости, сопротивление ниже граничного

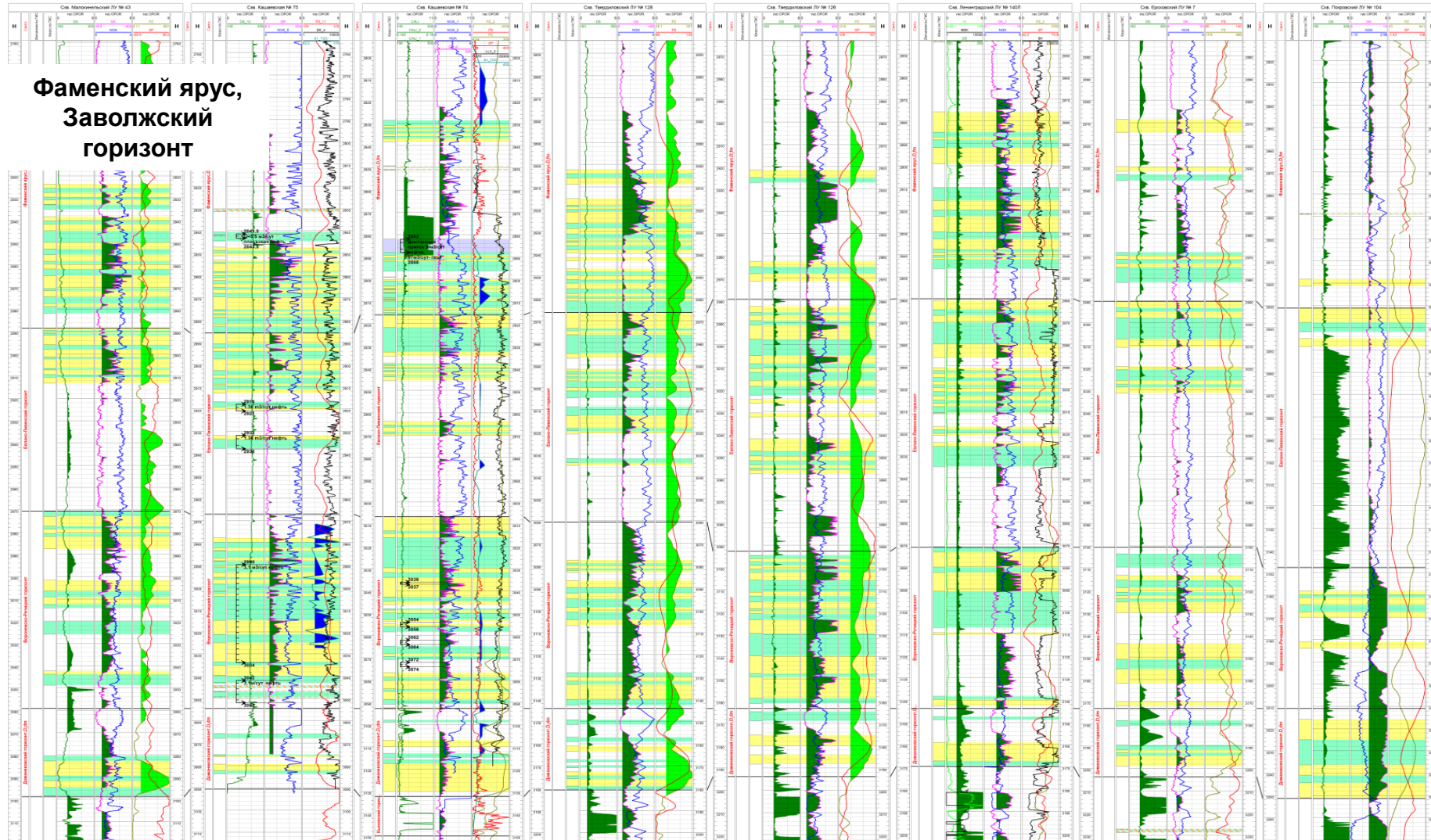
В пропластках с наличием битуминозных, смолисто-асфальтеновых веществ (САВ) отсутствует пористость, сопротивление выше RTгр, однако содержится органическое вещество



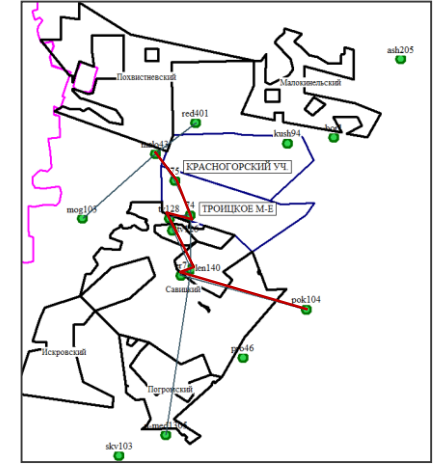
Д.Е. Заграновская, С.И. Исаева, О.А. Захарова, доклад г. Казань, 2020 г.

Выделение эффективных нефтенасыщенных толщин

отложения доманикового типа



Фаменский ярус,
Заволжский
горизонт

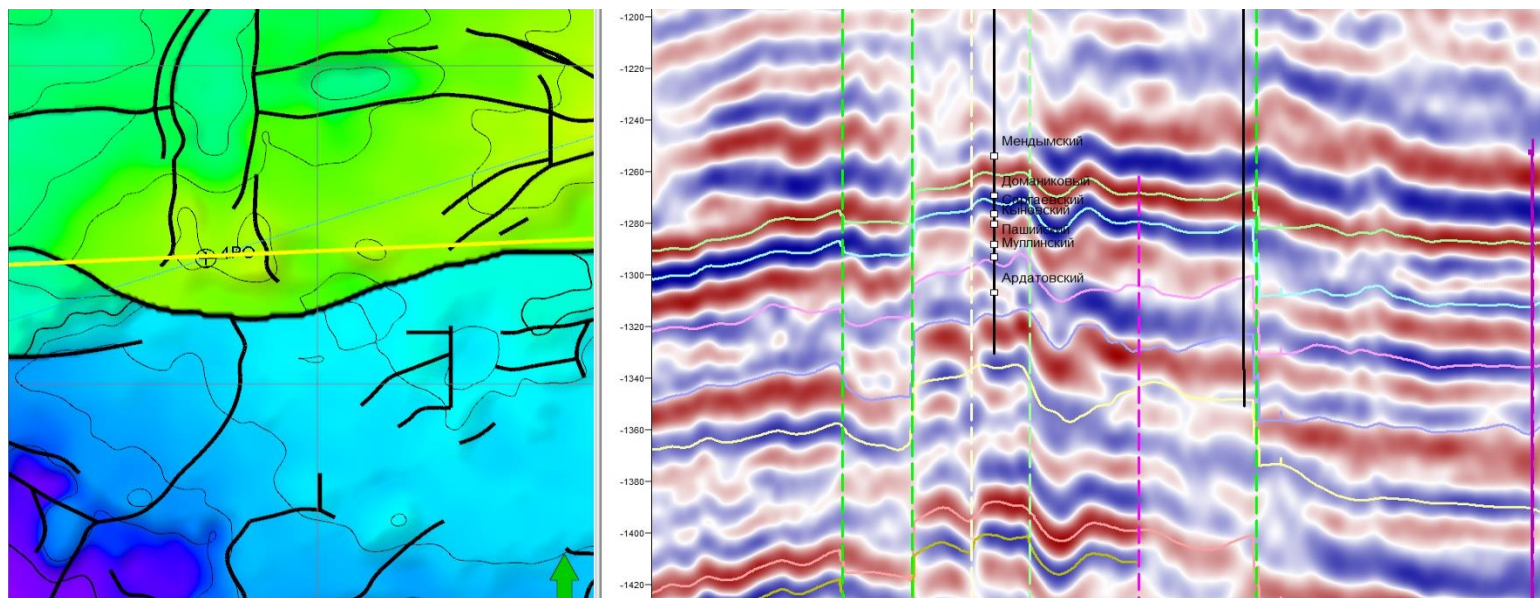


Евлано-Ливенский
горизонт

Воронежско-Речицкий
горизонт

Доманиковский
горизонт

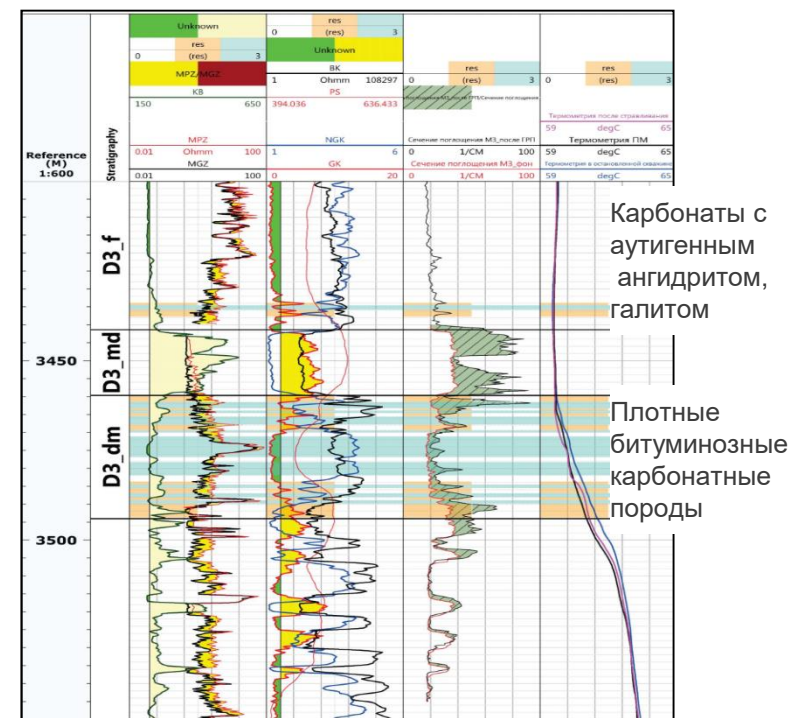
Расположение разломов вблизи скважины



! Расстояние до разлома. По сейсмическим данным, составляет 100- 150 метров

Вывод

«Объекты подсчета запасов в плане – это потенциально продуктивные зоны распространения отложений доманикового типа, выделяемые по результатам региональных и поисково-разведочных работ, включая бурение скважин, данные сейсмических и других геофизических исследований. Если по результатам этих работ в пределах лицензионного участка устанавливаются **литологическое, геохимическое или иное ограничение распространения пород** доманикового типа, то граница объекта подсчета запасов проводится по установленному контуру зоны замещения или ограничения. Если такое замещение или ограничение не выявлены, то граница объекта подсчета запасов проводится по границе лицензионного участка или выделенной внутри него эксплуатационной площади.»
ВМР 2020 г



Льготы по НДС: нулевая ставка

Существует достаточно широкий спектр полезных ископаемых, при добыче которых нет необходимости уплачивать НДС по причине того, что для них установлена нулевая ставка.

Основной перечень данных ископаемых зафиксирован в п. 1 ст. 342 НК РФ.

Статья 342. Налоговая ставка

1. Налогообложение производится по налоговой ставке 0 процентов (0 рублей в случае, если в отношении добытого полезного ископаемого налоговая база определяется в соответствии со статьей 338 настоящего Кодекса как количество добытых полезных ископаемых в натуральном выражении) при добыче:.....

21) **нефти из конкретной залежи углеводородного сырья**, отнесенной к баженовским, абалакским, хадумским или **доманиковым продуктивным отложениям** в соответствии с данными государственного баланса запасов полезных ископаемых, при одновременном соблюдении всех следующих условий

Девонская (D)	Верхний (D3)	общепринятых горизонтов нет, в государственном балансе не приведены	dm + md (мендымские+ доманиковые)
			доманиковые, пл. D3fr2-3 + D3fm
Республика Башкортостан			
Девонская (D)	Верхний (D3)	общепринятых горизонтов нет, в государственном балансе не приведены	dm доманиковские, пласт Дм
Оренбургская область			
Девонская (D)	Верхний (D3)	общепринятых горизонтов нет, в государственном балансе не приведены	f доманиковые



ЗАКОНЫ, КОДЕКСЫ
И НОРМАТИВНО-ПРАВОВЫЕ АКТЫ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Приказ Минприроды России от 06.08.2015 N 346 Об утверждении стратиграфических характеристик (система, отдел, горизонт, пласт) залежей углеводородного сырья для целей их отнесения к баженовским, абалакским, хадумским, **доманиковым продуктивным отложениям**, а также продуктивным отложениям тюменской свиты в соответствии с данными государственного баланса запасов полезных ископаемых

Индексация пластов, числящихся в ГБ запасов полезных ископаемых по состоянию на 01.01.2012 и 01.01.2013 (выпуски Нефть), относящихся к доманиковым продуктивным отложениям. После индекса пачки может быть дополнение – район, №скв.

D3dm доманиковые
D3f2 доманиковые
D3dm доманиковые
D3dm доманиковые, I + III пачки
D3dm доманиковые, III пачка
D3dm доманиковые, пл. I + II
D3fm доманиковые
D3f (доманиковые)
Республика Татарстан
D3dm + D3md (мендымские + доманиковые)
Республика Башкортостан
D3dm доманиковские, пласт Дм

Основные положения ВМР – определение объекта подсчета в разрезе

«Временных методические рекомендации по подсчету запасов нефти в доманиковых продуктивных отложениях» были рассмотрены на заседания «Методического Совета по геологоразведочным работам на нефть и газ при Федеральном агентстве по недропользованию» (Протокол от 28 февраля 2017 г.) и рекомендованы для оперативного подсчета запасов нефти в доманиковых продуктивных отложениях.

Предлагаемый во «Временных методических рекомендациях по подсчету запасов нефти в доманиковых продуктивных отложениях» алгоритм оценки запасов нефти объемным методом разработан и апробирован на материалах геологоразведочных работ, проведенных в Волго-Уральской нефтегазоносной провинции в Бузулукской впадине. Стратиграфический интервал отложений принят в объеме франского и фаменского возраста.

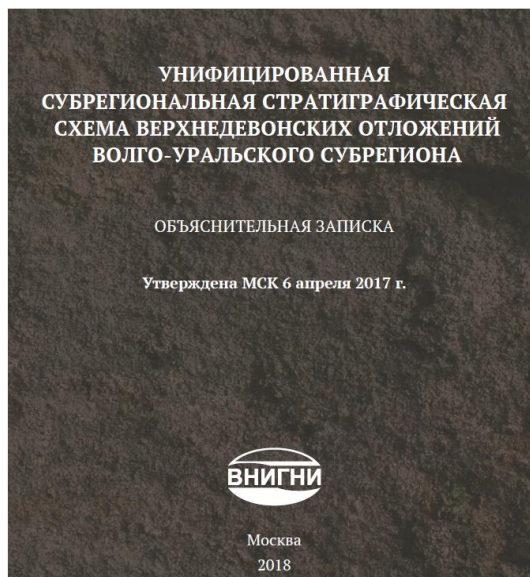
На территории Волго-Уральской НГП (Пермская, Свердловская, Кировская, Ульяновская, Куйбышевская, Оренбургская, Саратовская, Волгоградская области, республики Татарстан, Башкортостан, Удмуртия) **доманиковые продуктивные отложения распространены в пределах следующих стратиграфических подразделений** (Стратиграфическая схема. Решение МСК от 06.04.2017 г.):

Прод. пласт (подсчетный объект)	Стратиграфия	Инд.
ДТ-1	Заволжский горизонт верхнего фамена	D _{3zv}
ДТ-2	Данковский и лебедянский горизонт среднего фамена	D _{3fm₂}
ДТ-3	Волгоградский, задонский, елецкий горизонты нижнего фамена	D _{3fm₁}
ДТ-4	Евлано-ливенский горизонт	D _{3ev-lv}
ДТ-5	Воронежский горизонт	D _{3vr}
ДТ-6	Речицкий горизонт	D _{3rc}
ДТ-7	Доманиковый горизонт	D _{3dm}

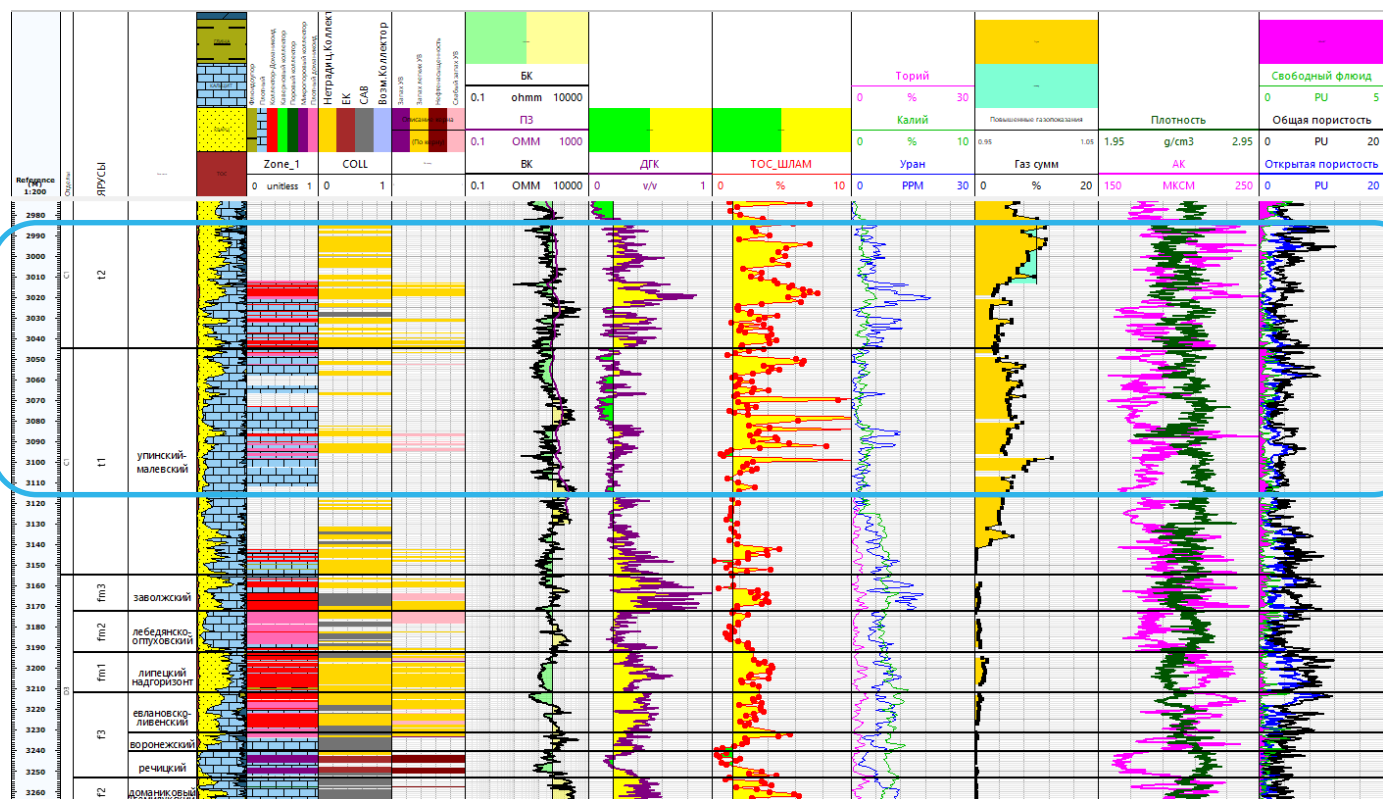
В результате доработки методики в 2019-2020 гг. представлены следующие изменения:

«В пределах отложений доманикового типа выделяются два подсчетных объекта (снизу вверх) - **франский D3f (доманиковые) и фаменский D3fm(доманиковые)**, которые соответствующим образом выделяются и в государственном балансе»

! В результате выполненной региональной оценки и данных бурения поисково-разведочных скважин, стратификация отложений имеет ряд неопределенностей и требует детальной доработки.



Интервал отложений доманикового типа в разрезе D₃-C₁




Интервал отложений доманикового типа охватывает геохронологический интервал от доманикового горизонта среднефранского возраста, фаменский ярус и до низов раннего карбона турнейского яруса

На территории Волго-Уральской НГП диапазон «доманиковых» продуктивных отложений намного шире, т.е. не только в интервале от доманикового горизонта до фаменского яруса включительно, выделяются битуминозные толщи по всему разрезу. Например, турнейский ярус, артинский, афонинский и др. Ввод ограничения на выделение объекта по стратиграфической привязке приведет недропользователей к потере продуктивных «доманиковых» пропластков.

Для БГ – нет единого возраста.
Возраст БГ - J3v - от K1b до K1g (с В на З)

Битуминозные кремнистые известняки отложений доманикового типа франского яруса и «битумной пачки» артинского яруса

1. Известняки-мадстоуны (кремнистые, с **высоким содержанием Сорг**)




В микропорах матрицы встречается нефтенасыщение

Матрица породы сложена микрокристаллическим кальцитом, кремнеземом и органическим веществом (керогеном). Соответствуют интервалам с максимальной радиоактивностью.


Практически не отличимы от доманикоидов D3

2. Известняки-флаутстоуны (кремнистые, с Сорг)



Матрица породы сложена микрокристаллическим кальцитом, кремнеземом и органическим веществом (керогеном). Крупные скелетные остатки представлены брахиоподами, мшанками и криноидеями

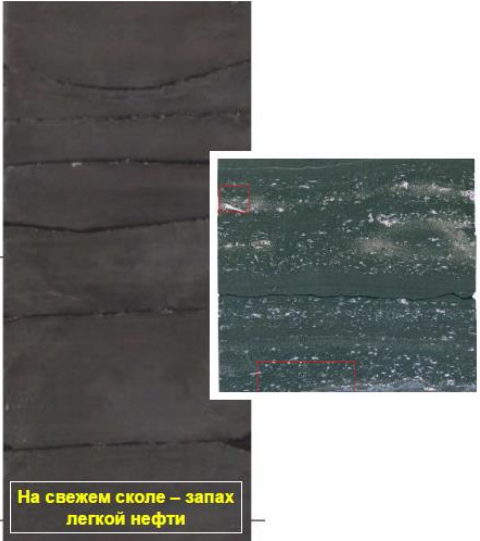
3. Известняки-вакстоуны (кремнистые, с Сорг)



Порода сложена микрокристаллическим кальцитом и кремнеземом, с примесью органического вещества (кероген). В ней неравномерно распределены редкие крупные скелетные остатки и мелкие биокласты. Развита биотурбация

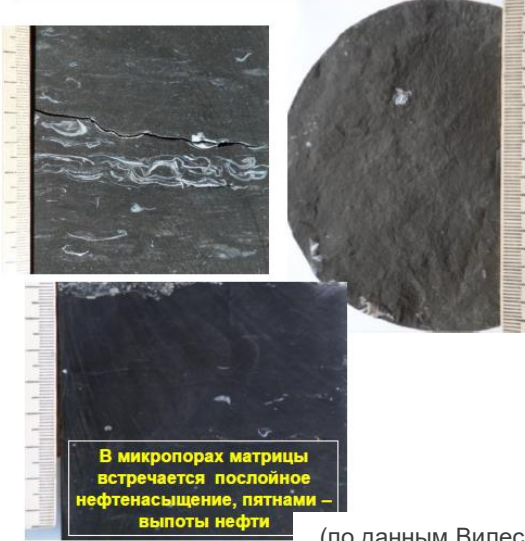
(по данным Вилесова А.П.)

Высокоуглеродистые кремнистые известняки доманикового горизонта Муханово-Ероховского прогиба



На свежем сколе – запах легкой нефти

Высокоуглеродистые кремнистые известняки «БИТУМНОЙ ПАЧКИ» артинского яруса ОНГКМ



В микропорах матрицы встречается послойное нефтенасыщение, пятнами – выпоты нефти

(по данным Вилесова А.П.)

Формирование кремнистых известняков литотипов 1-3, содержащих Сорг, происходило в условиях глубокой сублиторали, ниже базиса нормальных волн (переход к внешнему рампу)

Битуминозные кремнистые известняки «битумной пачки» являются аналогами пород доманикового горизонта, т.е. представляют собой нетрадиционный сланцевый коллектор

ВЫВОДЫ

Выявленные факты

ОБЪЕКТ, ТОЛЩИНА ОТЛОЖЕНИЙ ДОМАНИКОВОГО ТИПА

- Распространены в более широком стратиграфическом интервале
- Представлены минеральной матрицей и компонентами ОВ, физические свойства которых в результате созревания и миграции, преобразуют нефтематеринские породы и изменяют петрофизические свойства пласта
- САВ – перенасыщают систему, снижая коллекторские свойства и фильтрационные характеристики.
- Наблюдается связь повышенной пористости с увеличением Сор_г, а также с кремнистыми и доломитизированными пропластками.
- В отложениях доманикового типа выделяются по данным ГИС нетрадиционные коллекторы, пропластки с содержанием САВ и ЕК (спорадически развитые по площади)

ПЛОЩАДЬ

- В результате разломной тектоники и вторичной проработки в интервалах отложений доманикового типа происходит сульфатизация разреза (карбонаты с аутигенным ангидритом) установлены интервалы с галитом
- Установлена «непрерывность» рассматриваемого резервуара, имеющего относительно выдержанную мощность и сходное строение. Слагающие резервуар отдельные слои без существенных изменений должны прослеживаться во всех скважинах, в том числе и достаточно удаленных друг от друга.

Предложения к методике

- Не ограничиваться стратиграфическим интервалом, а наоборот отметить специфику отложений по содержанию ОВ. Интервал отложений доманикового типа охватывает геохронологический интервал от доманикового горизонта среднефранского возраста, фаменский ярус и до низов раннего карбона турнейского яруса.
 - В разрезе отложений франского, фаменского и турнейского возраста среди плотных карбонатных пород выделяются пропластки обогащенные ОВ, которые можно условно разделить на нетрадиционный коллектор (НК) с органической пористостью (К_п до 9%), содержащие относительно легкие УВ и пропластки, содержащие наибольшее количество САВ.
 - Произвести их выделение на основании ГИС.
 - Подтверждение наличия спорадически развитых естественных коллекторов
-
- «Непрерывность» резервуара учитывать для оценки ресурсной базы
 - Для оценки запасов ограничения по площади принять по геолого-геофизическим параметрам, объясняющим сохранность резервуара
 - В пределах лицензионного участка устанавливаются литологическое, геохимическое или иное ограничение распространения пород
 - Для расчета ресурсного потенциала учитывать «непрерывность» резервуара

СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ!

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