

## От предгорий к морю. Концептуальная модель осадконакопления ранне-среднеюрского периода северной краевой части Шаимского НГР

М.Д. Фёдорова\*<sup><1></sup>, О.Я. Кирзелёва <sup><1></sup>, Т.Н. Кирьянова <sup><1></sup>, Копёнкин Р. Ю. <sup><1></sup>,  
Кляжников Д. В.<sup><1></sup>, А.А. Калугин <sup><2></sup> (<sup><1></sup> ООО «Индженикс Групп», <sup><2></sup> ООО «ЛУКОЙЛ-  
Инжиниринг»)

### Введение

В ранне- и среднеюрское время на территории Шаимского и сопредельного Красноленинского НГР накапливались мощные осадочные толщи, потенциально перспективные для формирования и сохранения залежей УВ. Этому способствовали следующие факторы: близость источников сноса с возвышенностей, обрамляющих седиментационный бассейн, региональный наклон поверхностей в сторону моря, периодическая миграция береговой линии. Наиболее благоприятные условия для аккумуляции УВ имеют области переходного типа, на которых происходила миграция береговой линии, интенсивная разгрузка терригенного материала, существовал широкий спектр фациальных обстановок. На территории северо-восточной части Шаимского НГР в раннеюрское время (плинсбах) накапливались продуктивные пласты шеркалинской свиты, в среднеюрское время (аален-бат) – отложения тюменской свиты (пласты Ю9-Ю2).

В последнее десятилетие к продуктивным пластам тюменской свиты привлечено особое внимание. Коллекторы тюменской свиты содержат значительные запасы нефти, отнесенные к категории трудноизвлекаемых (ТРИЗ), т.е. добыча нефти из этих отложений попадает под льготное налогообложение. Связано это в первую очередь с тем, что для тюменской свиты характерны маломощные, не выдержанные по латерали и вертикали песчаные резервуары с ухудшенными ФЕС и низкими дебитами. Бурение большого числа непродуктивных и низкодебитных скважин привело к устоявшемуся мнению о низкой рентабельности разработки этих продуктивных пластов. Из 1155 залежей разрабатывается 329 (28%) на 82 месторождениях. Степень выработанности пластов составляет 7%. Однако, в некоторых случаях по данным скважин фиксируется значительное увеличение мощности коллекторов и значительное увеличение пористости и проницаемости. Результаты испытаний по отдельным разведочным скважинам и стартовые дебиты эксплуатационных скважин по ряду месторождений составляют 30-70 м<sup>3</sup>/сут, а после ГРП – 50-90 м<sup>3</sup>/сут, а в случае горизонтальных скважин еще выше – до 200 м<sup>3</sup>/сут.

На основании анализа кривых ГИС, ЛФА керна по многим месторождениям Шаимского района доказано, что такие скважины в интервале шеркалинской и тюменской свит вскрывают отложения конусов выноса, русловые отложения, отложения фронта дельты или береговых баров, т.е. широкий спектр фаций от предгорных до прибрежных и мелководно-морских.

С целью геометризации песчаных тел с улучшенными ФЕС («sweet spots») и оптимизации эксплуатационного бурения необходимы достоверные концептуальные модели осадконакопления, особенно на сложных многопластовых месторождениях в отложениях ниже-среднеюрского возраста.

### Методика исследований

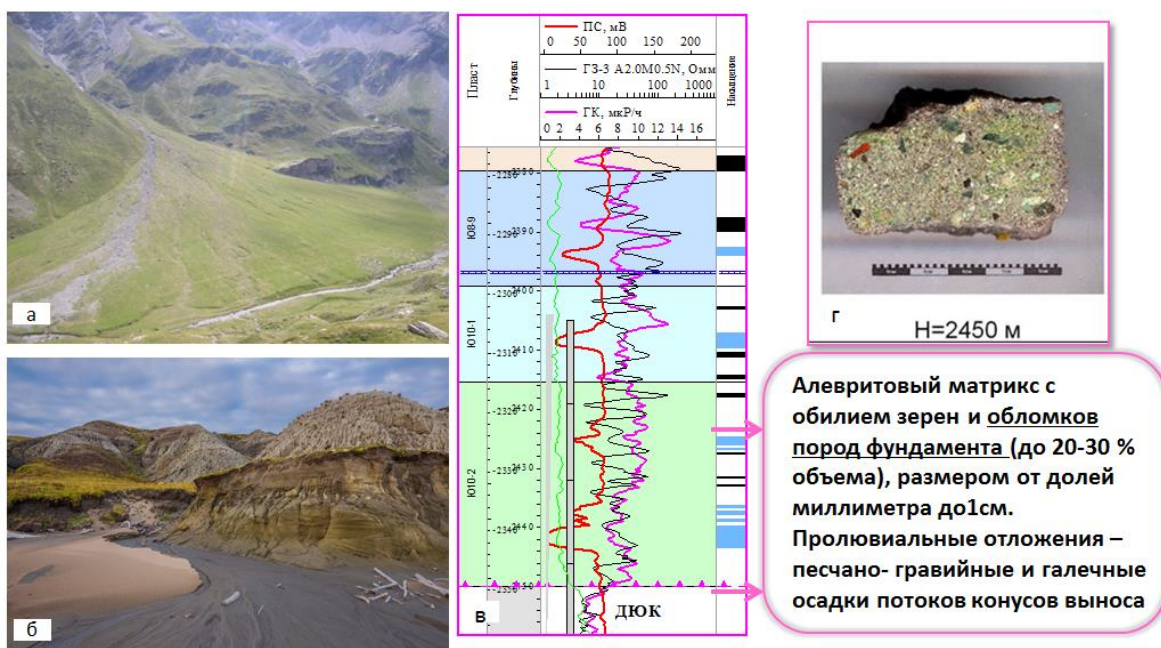
В данной работе в качестве основного метода изучения сейсмической волновой картины для создания последовательной концептуальной модели развития территории была использована спектральная декомпозиция и последующее RGB-суммирование, а также сейсмофациальный анализ. На основании совместного анализа карты сейсмофаций и данных по скважинам выделяются зоны с различными условиями осадконакопления, такие как палеовозвышенности,

аллювиальная равнина, субэральные дельты и зона прибрежного мелководья. Далее по результатам спектральной декомпозиции (картам RGB-суммы и седиментационным срезам наиболее информативных кубов) определяются границы отдельных палеоканалов, баров, лопастей дельты [1].

### Последовательная концептуальная модель развития условий осадконакопления

Исследуемая территория в тектоническом плане находилась на склоне крупного поднятия. Ранне- и среднеюрская эпоха характеризовалась непрерывным прогибанием Западно-Сибирской плиты и эвстатическими колебаниями уровня Мирового океана. Эти процессы привели к последовательному сокращению областей денудации и увеличению площадей аккумуляции сносимого осадка. На территории исследований установлена закономерная смена палеоландшафтов от невысоких предгорий до побережий и мелководного моря.

В раннеюрское время (период накопления пластов Ю10) территория представляла собой денудационную (предгорную) возвышенность на востоке, окаймленную подножиями склонов с конусами выноса, и аккумулятивную равнину. Высота возвышенности составляла более 60 м. Аккумулятивные процессы начинаются с образования пролювиальных отложений – конусов выноса. На рисунке 1 приведены примеры современных конусов выноса в Пиренеях (Франция) (рис. 1 а) и на полуострове Таймыр (рис. 1б).

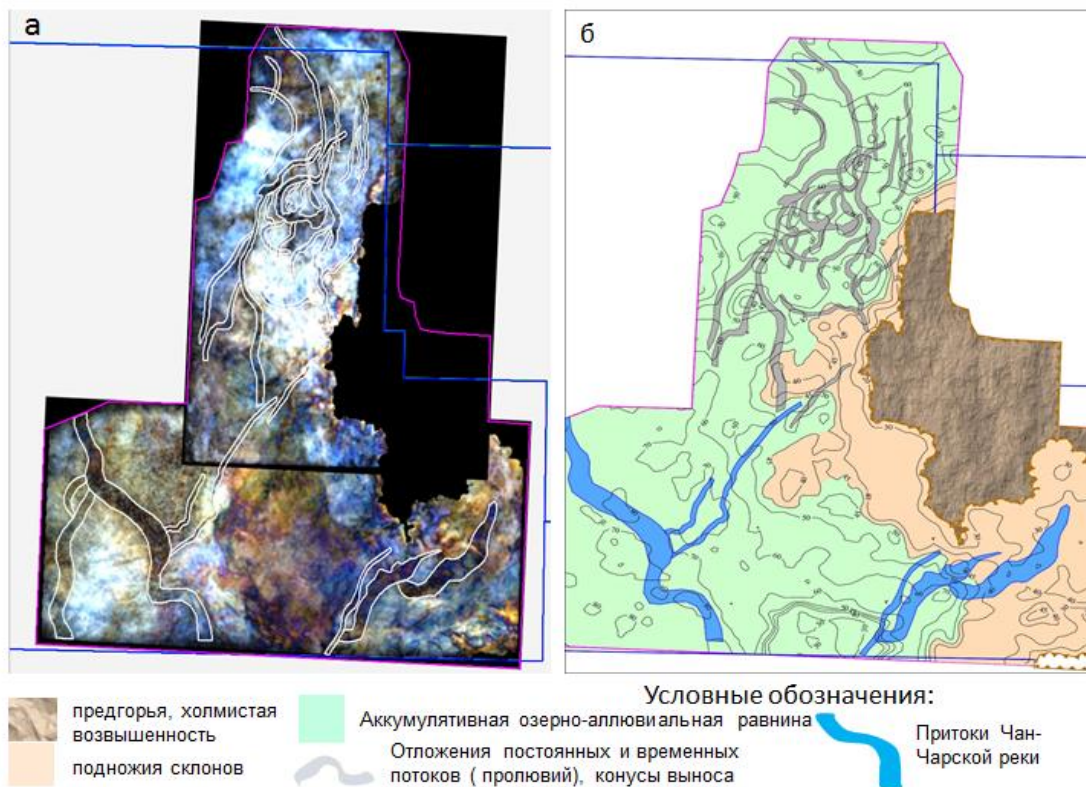


**Рисунок 1.** Пролувиальные конусы выноса: а - Пиренеи (Франция), б – полуостров Таймыр; в, г – выделение конуса выноса на планшете ГИС и в керне

В скважине, расположенной на склоне возвышенности на границе доюрского основания и шеркалинской свиты (пласт Ю10-2), в керне описаны отложения конуса выноса – алевритовый матрикс с зернами и обломками пород фундамента (до 20-30 % объема), размером от долей миллиметра до 1 см (рис.1 в, г).

Пролувиальные отложения частично выровняли рельеф. В пределах аккумулятивной равнины, обрамленной палеовозвышенностями, начинает формироваться речная сеть. Отложения с высоким (более 0,5 долей ед.) содержанием песчаных разностей приурочены к заполнению палеорусел. Русловые отложения определены в скважинах по форме ГИС, находят подтверждение в керне по текстурным и структурным особенностям, выделяются на картах

RGB-сумм (рис. 2). На севере и в центральной части участка это, в основном, тонкие сплетенные руслица. На юге – более мощные рукава – предположительно притоки Чан-Чарской палеореки. Коллекторы пластов Ю10, относящихся к «базальным» пачкам, залегающим на эрозионных выступах, отличаются наилучшими ФЕС, коэффициент проницаемости ( $K_{пр}$ ) достигает, в среднем, 90 мД.



**Рисунок 2.** Карта RGB-суммы после спектральной декомпозиции в интервале пласта Ю10-2 (а) и схема осадконакопления раннеэоценового времени (время накопления пласта Ю10-2) (б)

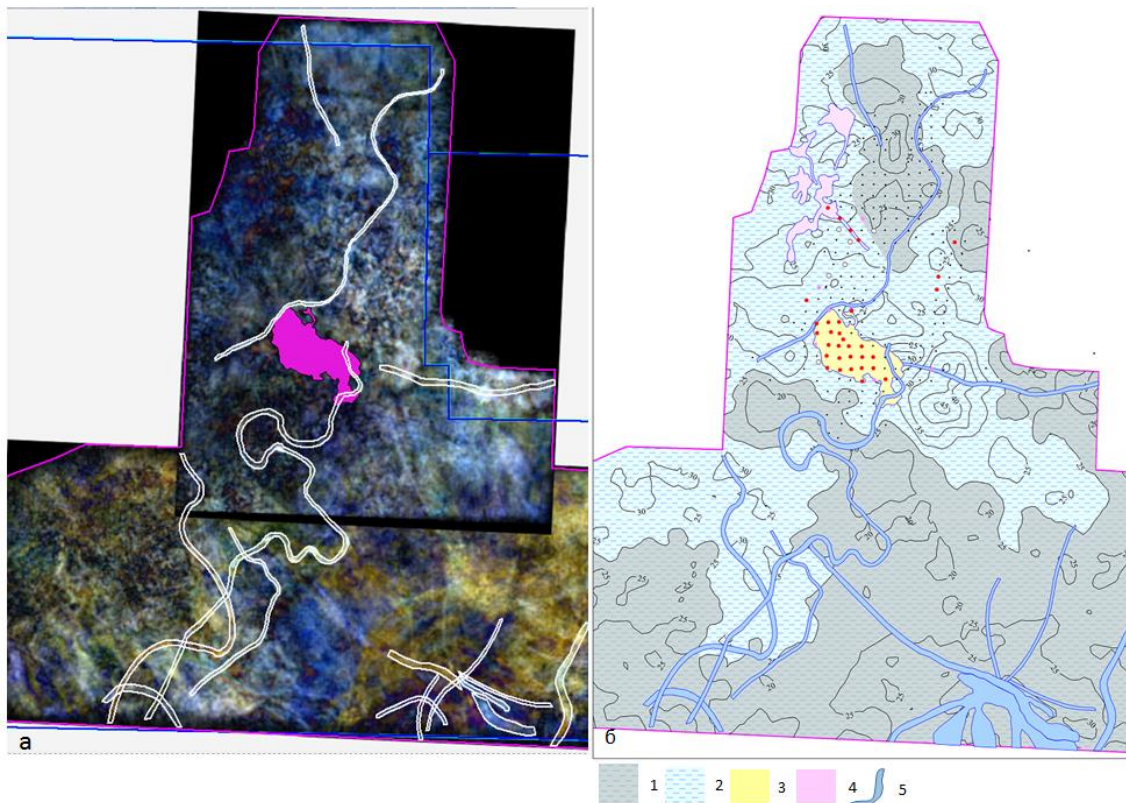
Конец позднего тоара и начало аалена (среднеюрское время) характеризуются оживлением тектонической деятельности и увеличением объема сноса. Континентальные обстановки ааленского века в байос-батское время сменяются переходными, затем мелководно-морскими [2]. В батское время (период накопления пластов Ю4 и Ю2-3) на фоне продолжающегося опускания территории участка исследований происходит смена палеоландшафтов, начинают доминировать прибрежные и мелководно-морские обстановки. Субаэральная часть дельтовой равнины занимает относительно приподнятую восточную и юго-восточную части территории, над палеовыступами доюрских отложений. На остальной территории господствуют условия подводной части дельты. На рисунке 3 приведены карта RGB-суммы в интервале пласта Ю4 с элементами палеodelьтовой системы (3 а) и схема условий осадконакопления (3 б).

В центральной части участка по анализу волновой сейсмической картины (появление дополнительного экстремума) выделен фациальный объект. По форме аномалии в плане было сделано предположение, что это – лопасть дельты. Размеры около 4 км на 1,9 км. Видны тонкие подводящие каналы. По данным ЛФА керна, отобранного в одной из скважин, установлено, что это – отложения выноса потока в мелководный залив [3].

Скважины, пробуренные в теле фронта дельты, характеризуются повышенными ФЕС, среднее значение  $K_{пр}$  – 21,5 мД, что значительно выше этой величины по пласту в целом. В северной части участка оконтурены небольшие тела, сложенные песчаниками с улучшенными ФЕС. По облику кривых ГИС и по форме тел на картах сейсмических атрибутов аномалии



идентифицированы как небольшие береговые бары, отделяющие лагуну от мелководно-морского бассейна.



**Рисунок 3.** Карта RGB-суммы после спектральной декомпозиции в интервале пласта Ю4 (а) и схема осадконакопления раннебатского времени (период накопления пласта Ю4 (б). 1 – субаэральная часть дельтовой равнины; 2 – подводная часть дельтовой равнины; 3 – тело лопасти дельты; 4 – береговые бары; 5 – распределительные русла дельты.

Конец батского времени – период отложения пластов Ю2-3. Мелководное побережье и полуизолированные лагуны занимают всю территорию исследований. Основные песчаные тела – небольшие косы, бары, пересыпи.

### Выводы

В период ранне- и среднеюрского этапа развития территория исследований испытывала длительное прогибание и небольшие разнонаправленные колебания уровня моря. Это привело к закономерной смене палеоландшафтов. В нижнеюрское время основными формами рельефа являлись небольшие возвышенности – останцы доюрских пород, и аллювиальные равнины с развитыми русловыми системами. В среднеюрское время происходила смена обстановок от аллювиальных до дельтовых равнин. К концу среднеюрского этапа развития на всей территории господствовали мелководно-морские условия с активной динамикой среды и полуизолированные лагуны.

### Благодарности

Коллектив авторов выражает благодарность Кунину К.Н. (ПАО «ЛУКОЙЛ») и Копылову В.Е. (ООО «ЛУКОЙЛ-Инжиниринг») за рекомендации, пожелания и критические замечания, а также Бутуман Т. и Смирновой О. (ООО «Индженикс Груп»), за техническое сопровождение.



### References

1. Fedorova, M., Kirzeleva, O., Kataev, O., Ananyeva, E. and Osipova, Yu. [2016] Tyumen series. An approach to creating conceptual geological models. Oil&Gas Journal Russia. November, 2016.
2. Alekseev, V. Fedorov, Yu., Savenko, V. [2009 ] Structure and correlation of deposits of the Tyumen suite of the Shaim oil and gas bearing region (Western Siberia). Ekaterinburg, UGGU Publs.
3. Alekseev, V. [2007] Atlas of facies of Jurassic terrigenous deposits (coal-bearing series of Northern Eurasia). Ekaterinburg, UGGU Publs.