

Концептуальная геологическая модель пласта ЮВ₂ тюменской свиты северо-западного склона Нижневартовского свода

*Федорова М.Д., Кирзелева О.Я., Кляжников Д.В. (Ingenix Group)
Бронскова Е.И. (ООО «ЛУКОЙЛ-Инжиниринг»)*

Введение

На сегодняшний день все больше внимания уделяется продуктивным пластам тюменской свиты, распространенной практически повсеместно по территории Западной Сибири. К этому интервалу относятся продуктивные пласты от Ю2 до Ю9. Более чем 1200 залежей содержат около 3 млрд т начальных извлекаемых запасов нефти. При этом степень выработанности составляет всего лишь 5%. 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, соответственно, невысокие дебиты. Однако в некоторых случаях по данным скважин фиксируются значительное увеличение мощности коллекторов (до 10-20 м) и увеличение таких параметров как пористость и проницаемость.

Одним из перспективных пластов с доказанной продуктивностью для Сургутского и Нижневартовского нефтегазоносных районов является пласт Ю2 тюменской свиты, стратиграфически приуроченный к верхам среднего-верхнего бата.

Объект исследований и постановка задачи

Изучаемая площадь расположена на западном склоне Покачевского поднятия, в зоне его сочленения с Ярославским прогибом. Пласт Ю2 вскрыт более чем 80-ю разведочными и эксплуатационными скважинами. Опробован - в 59 скважинах, при этом притоки нефти получены в 34, и только в 18 скважинах дебиты нефти больше 3 м³/сут. Максимальные дебиты нефти, полученные после ГРП в отдельных эксплуатационных скважинах, достигают 25-30 м³/сут. Месторождение покрыто сейсморазведкой 3D (2005 г) со стандартной системой наблюдения (расстояние между ПП/ПВ: 300/400 м, кратность -24). Целью данной работы являлось создание концептуальной геологической модели пласта Ю2 и выбор зон с улучшенными ФЕС для постановки дальнейшего эксплуатационного бурения.

Для решения поставленной задачи единая мультидисциплинарная группа, состоящая из сейсмиков, геологов, петрофизиков и инженеров-разработчиков использовала интегрированный подход и совместно анализировала имеющуюся геолого-геофизическую и промысловую информацию.

Результаты исследований

В основу концептуальной геологической модели было положено литолого-фациальное районирование площади исследований. Выделение фаций базировалось на изучении информации региональной геологии, структурных/ текстурных особенностей керна, облика каротажных кривых по скважинным данным [1,2] и на результатах анализа волновой картины данных трехмерной сейсморазведки, переобработанной с фокусировкой на юрский интервал разреза в рамках этого проекта в 2015 году.

По данным А.Э. Конторовича [3] и соавторов, в центральной части Западно-Сибирского бассейна формирование отложений горизонта Ю2 происходило на фоне общей трансгрессии, начавшейся в конце среднего-начале позднебатского времени. В приподнятых частях бассейна, на склоне Покачевского свода, на протяжении всего времени сохранялись континентальные условия, для которых характерны аллювиальные, озерные, болотные обстановки осадконакопления (рис.1).

Основную часть площади исследований занимает пологая аллювиальная равнина со сложной системой русел, междурусловых пойм и пойменных болот. Пласт Ю2 сложен переслаиванием песчаных и глинисто-алевритовых отложений, среди которых встречаются пропластки черного углистого аргиллита с прослоями и линзами угля. Часты углефицированные фрагменты корней и листочков растений, встречены обломки древесины размером более диаметра керна, что является точным диагностическим признаком субэвральской экспозиции. Преобладающий тип слоистости линзовидный, линзовидно-волнистый, горизонтальный, нарушенный многочисленными следами жизнедеятельности организмов. В нижней части пласта встречаются косослоистые текстуры, иногда со следами пластичного волочения, брекчирования, с аргиллитовыми гальками.

На основании полученной карты сейсмофаций были выделены 4 основных зоны с различными условиями осадконакопления (рис.2а.): аллювиальная равнина, заболоченная пойма с

отдельными руслами, широкая речная долина и зона развития озерных отложений (либо осадков закрытой лагуны) .

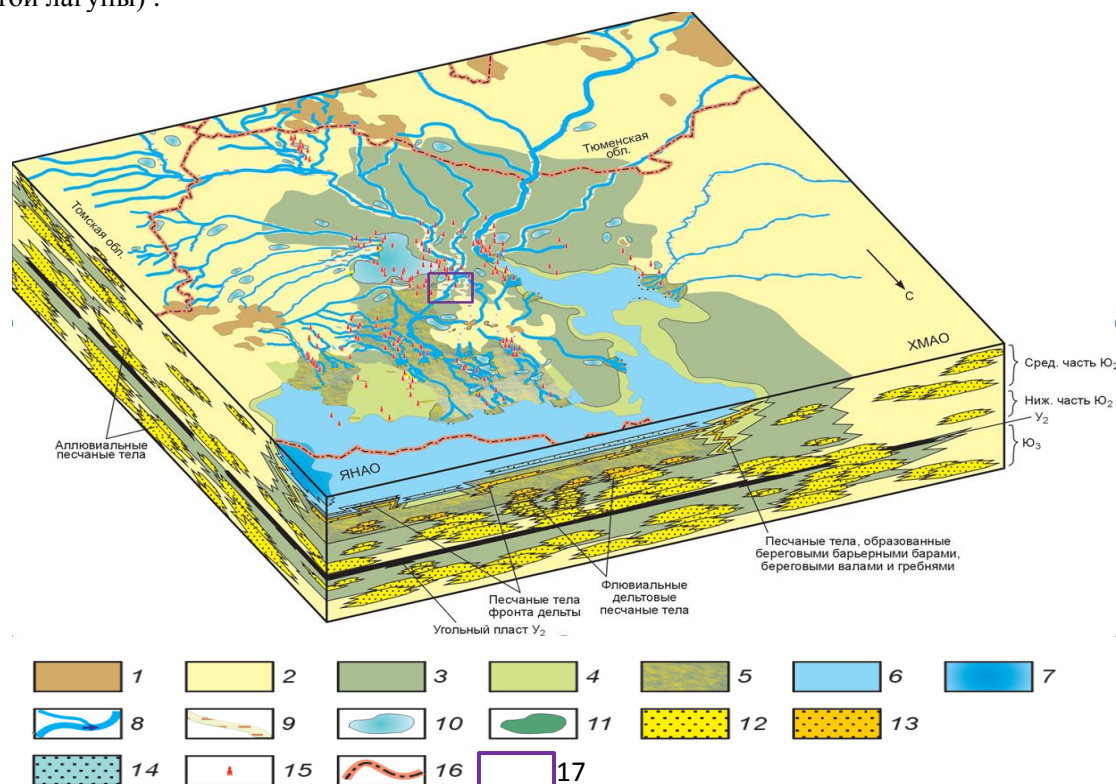


Рис. 1. Палеогеографическая схема Широтного Приобья на время формирования нижней и средней частей горизонта Ю2 (середина среднего бата) [3]

Условные обозначения:

1 — денудационная суша ; 2 — аккумулятивная озерно- аллювиальная равнина; 3 — аккумулятивная аллювиально-озерно-болотная равнина; 4 — прибрежно-континентальный комплекс; 5 — дельтовый комплекс; 6 — прибрежно-морской комплекс (глубины морского бассейна менее 10 м); 7 — мелководно-морской комплекс (глубины морского бассейна 10-20 м); 8 — русла, флювиальные и дельтовые рукава; 9 — пояса русловой миграции; 10 — озера; 11 — болота 12 — аллювиальные песчаные тела; 13 — песчаные тела дельтового комплекса; 14 — песчаные тела прибрежной части моря; 15 — скважины, в которых керном охарактеризован горизонт Ю2; 16 — административные границы; 17 — участок исследований.

Для детальной геометризации границ палеорусел использовались кубы, полученные в результате спектральной декомпозиции. Был проанализирован целый ряд кубов с различной доминантной частотой, но наиболее отчетливо палеоканалы отображаются лишь на частотах свыше 30 Гц, что косвенно указывает на их небольшую мощность. В итоге был выбран набор кубов с частотами 32-36-46 Гц.

Поиск геологических объектов руслового генезиса в интервале интересов производился посредством тщательного анализа седиментационных срезов: погоризонтных, посчитанных вдоль кровли изучаемого пласта, и пропорциональных срезов, полученных между кровлей- подошвой пласта и/или в более широком интервале между ближайшими устойчивыми отражениями.

На седиментационных срезах и картах цветовых сумм достаточно уверенно картируются палеорусла по их характерным изгибам (меандрам и старичным петлям). Часто видны и отдельные элементы русел, в которых накапливается большая часть песчаного материала – косы, прирусловые валы и конусы прорыва. Более молодые русловые системы накладываются на более древние, образуя сложные переплетения линейных элементов различного направления.

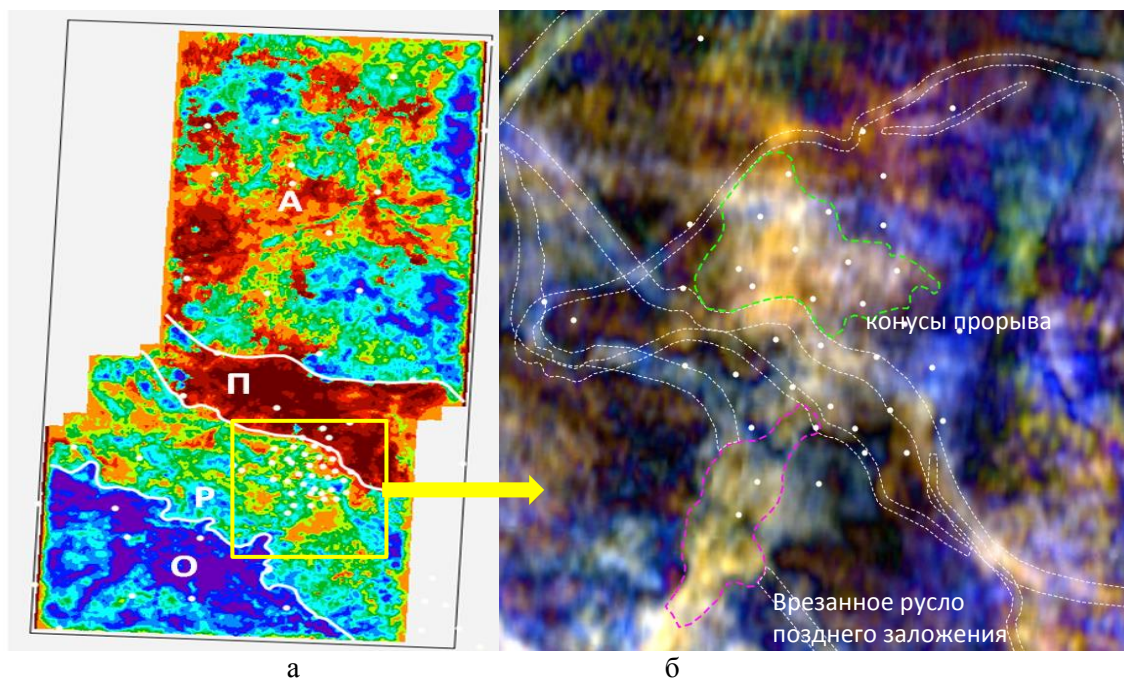


Рис. 2. Иллюстрация выделения зон с различными условиями осадконакопления и выделения границ объектов руслового генезиса; а) карта сейсмофаций пласта Ю2. б) фрагмент речной палеодолины (врезка)

Условные обозначения комплексов обстановок : А- аллювиальная равнина; П – заболоченная пойма с элементами русел; Р – речная долина со сложной системой русел, междолинных внешних пойм, конусов прорыва; О- прибрежно-озерная зона.

Север участка занимает аллювиальная равнина (А) с узкими извилистыми руслами. Разрезы пласта ЮВ2 в этой зоне представлены частым и тонким переслаиванием глинистых, алевролитовых и песчаных пропластков. К этой зоне примыкает участок внутренней поймы (П), включающий пойменные болота с песками разливов высоких паводков. Картируются также отдельные фрагменты тонких русел. Разрезы в скважинах представлены алевро-глинистыми породами с тонкими пластами песчаника, с горизонтально-слоистыми текстурами, многочисленными тонкими слоями углистого материала. Южнее в направлении с юго-востока на северо-запад простирается речная палеодолина (Р) шириной от 3,5 до 5 км, в пределах которой на картах RGB-суммы ярко проявляются элементы меандрирующих разновозрастных русел и сопутствующих им песчаных тел – стрежней, кос, вдольбереговых валов, конусов прорыва.

На рисунке 2 (б) приведен фрагмент карты RGB-суммы в интервале пласта ЮВ2 с нанесенными элементами русел. Отчетливо выделяются меандры и старичные петли, косы, прирусловые отмели, участки междолинной внешней поймы. В центральной части диагностируется тело конуса прорыва, либо нескольких конусов, наложенных в плане друг на друга. В южной части отображается «светящаяся» область, соответствующая руслу позднего генезиса, врезанному в подстилающие осадки. Скважины, пробуренные в осевой части молодого речного русла, вскрыли отложения с улучшенными коллекторскими свойствами и эффективными толщинами до 20 м, что подтверждается анализом ГИС и результатами опробования (рис. 3). На юго-западе территории исследований выделена зона развития озерных либо лагунных отложений (О). Более точно генезис отложений можно установить при наличии детальных седиментологических исследований керн.

Неоднородность пласта Ю2, связанная латеральной фациальной изменчивостью, выражена и в распределении коллекторских свойств. При общих невысоких ФЕС пласта, песчаники с улучшенными характеристиками (Нэф, Кпесч., Кпр) аккумулируются преимущественно в пределах речной долины.

В поле удовлетворительных и средних значений коллекторских свойств (Кпесч. $\leq 0,5$ дол.ед. и Нэф ≤ 10 м) находятся скважины из различных лито-фациальных зон. Повышенными значениями Кпесч. и Нэф отличаются коллекторы в скважинах, пробуренных в зоне выделенной речной долины (рис. 4.).

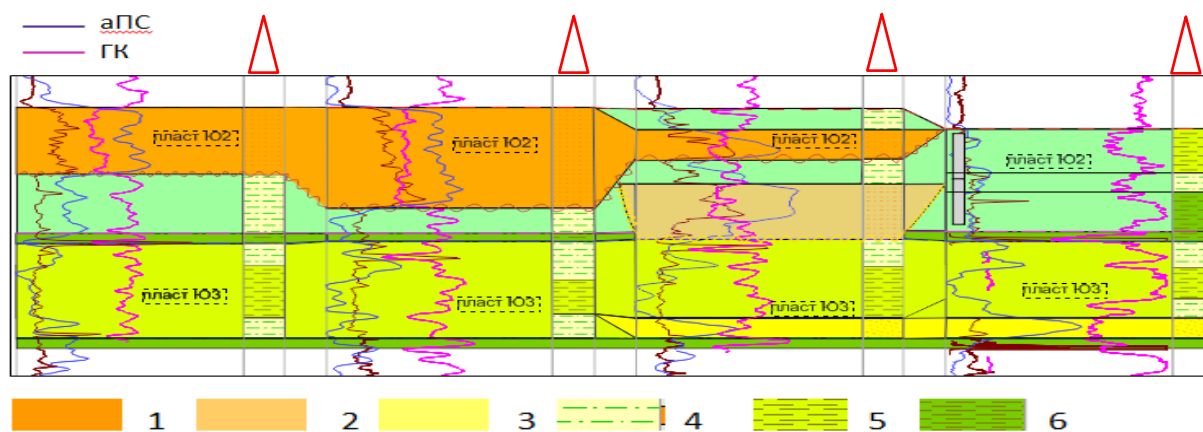


Рис. 3 Схематичный литолого-фациальный профиль пласта Ю2 через участок русловых отложений самого позднего генезиса.

Условные обозначения: 1-3 – песчаные отложения разновременных русел; 4 – отложения внешней поймы; 5 – отложения внутренней поймы; 6 – отложения болот

Для фациальных зон были обоснованы собственные петрофизические связи $K_{пр} = f(K_{п})$.

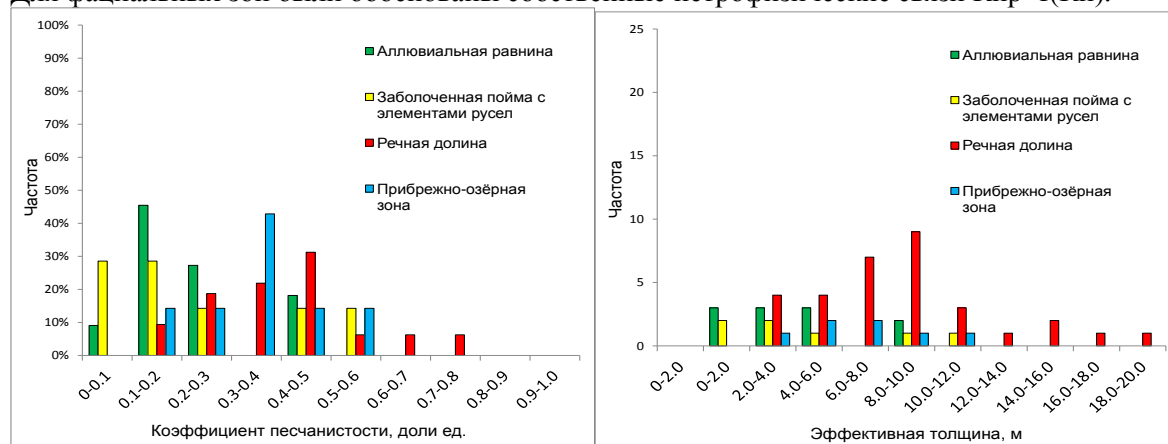


Рис. 4. Гистограммы распределения $K_{песч}$ и $N_{эф}$ в коллекторах пласта Ю2

Заключение

Пласт Ю2 тюменской свиты накапливался в континентальных условиях на фоне обширной трансгрессии. Разрезы скважин зачастую трудно коррелируются между собой, коллекторы характеризуются высокой латеральной и вертикальной изменчивостью. Распространение отложений с повышенными ФЕС связаны с фациями аккреционных кос и вдольбереговых валов. В таких условиях традиционный структурный подход к размещению скважин не обеспечивает высокой эффективности ГРП и разработки месторождения.

Для повышения достоверности прогноза распространения песчаных тел и рационального размещения эксплуатационного бурения важно использовать не только технологии, нацеленные на количественный прогноз резервуаров, такие как сейсмическая инверсия (которая неэффективна в данном случае ввиду слабых различий акустических свойств коллекторов и неколлекторов), но и активно привлекать методики сейсмической интерпретации на качественном уровне, в первую очередь методики спектральной декомпозиции и сейсмофациального анализа. Такой подход может дать более обоснованные результаты по реконструкции геологического строения изучаемых пластов.

Литература

1. Жемчугова В.А. Практическое применение резервуарной седиментологии при моделировании углеводородных систем. Издательский центр РГУ нефти и газа им И.М. Губкина. Москва. 2014.
2. Барбошкин Е.Ю. Практическая седиментология. Пособие для работы с керном. Москва. 2011.
3. Конторович А.Э., Вакуленко Л.Г., Казаненков В.А., Скворцов М.Б. и др. Седиментогенез коллекторов среднего-верхнего бата и их нефтеносность в Широком Приобье.// Сибирское отделение РАН. Геология и Геофизика. 2010. №2, с. 187-200.