

УДК 553.98:550.34(571.1)

Г.Р. Василевская<sup>1</sup>

## ЛИТОФАЦИАЛЬНАЯ МОДЕЛЬ НЕФТЕНОСНЫХ ВЕРХНЕЮРСКИХ ОТЛОЖЕНИЙ В ВОСТОЧНОЙ ЧАСТИ ШИРОТНОГО ПРИОБЬЯ

На основе комплексной интерпретации скважинных данных, анализа керна, ГИС и сейсмического материала предложена новая геологическая модель пласта ЮВ<sub>1</sub><sup>1-2</sup> для одного из районов Широного Приобья Западной Сибири. Результаты акустической инверсии и исследования упругих свойств пород использованы для обоснования литофациальной зональности. Даны рекомендации на доразведку района и эксплуатационное бурение.

*Ключевые слова:* акустический импеданс, литофация, обстановки осадконакопления, сейсмическая инверсия.

Based on the integrated interpretation of the core data, well log data and seismic data, a new geological model of JV<sub>1</sub><sup>1-2</sup> has been suggested for one of the Shirotnoye Priobie regions in the Western Siberia. Acoustic inversion results and rock elastic properties studies were used for validation of the lithofacies zonality. As a result of the study additional exploration of the area and production drilling have been recommended.

*Key words:* acoustic impedans, lithofacies, depositional environment, seismic inversion.

**Введение.** Изученная площадь находится в пределах положительной линейной структуры I порядка северо-восточного простираения в центральной части Западно-Сибирского осадочного бассейна, с востока ограничена разломным поясом (рис. 1). Разломный пояс представляет собой серию кулисообразно расположенных сбросов осадочного чехла, сформировавшихся в результате сбросо-сдвиговых дислокаций фундамента. Зона сбросо-сдвига разделяет приподнятый восточный блок фундамента, находящийся на юго-востоке и востоке изучаемой площади, и погруженный западный. Разломный пояс в позднеюрскую эпоху являлся границей, вдоль которой происходила разгрузка осадочного материала вследствие изменения рельефа дна бассейна.

Главный нефтеносный объект района — продуктивный горизонт ЮВ<sub>1</sub> келловей-оксфордского возраста, состоящий из пластов ЮВ<sub>1</sub><sup>1-2</sup> и ЮВ<sub>1</sub><sup>3</sup>, активно разрабатывающихся на основной положительной структуре. Автор изучала геологическое строение неразбуренной зоны для выявления новых залежей углеводородов (УВ) структурного и литологического типов, прогноза перспективных участков для постановки эксплуатационного бурения.

В статье в качестве примера приводятся результаты анализа пласта ЮВ<sub>1</sub><sup>1-2</sup>. По результатам предшествующих исследований формирование изучаемых отложений происходило в раннем оксфорде в условиях обмеления морского бассейна, сменившегося в позднеоксфордский—кимериджский век повсеместной трансгрессией [Геология..., 2000]. Толщина пласта ЮВ<sub>1</sub><sup>1-2</sup> изменяется от 10 до 34 м, уменьшаясь в сводах палеоподнятий. Максимальные значения толщины пласта приурочены к западной границе разломного пояса и северной части изучаемой площади.

**Методика работ.** Для преобразования волнового сейсмического поля в физические параметры среды

использовалась инверсия, в процессе которой рассчитывались куб акустического импеданса (АИ), равного произведению скорости продольных волн на плотность, и куб объемной плотности. Для выявления взаимосвязей между петрофизическими параметрами (пористость, эффективная толщина и т.д.) и сейсмическими данными (скорость продольных волн, объемная плотность) проводился анализ физических свойств горных пород.

Восстановление обстановок осадконакопления верхнеюрских отложений выполнено с использованием детального описания керна, методики В.С. Муромцева [Муромцев, 1984], анализа распределения акустического импеданса.

**Результаты работ.** Среди терригенных пород, вскрытых скважинами в интервале продуктивного горизонта ЮВ<sub>1</sub>, выделены следующие типы: алевропесчаные коллекторы, глины, угли и плотные породы, под которыми интерпретаторы ГИС понимают смешанные глинисто- и алевропесчаные разности пород с карбонатным цементом. По характеру цикличности в интервале пласта ЮВ<sub>1</sub><sup>1-2</sup> выделено 5 типов разреза, для которых проводился анализ свойств резервуара: значения коэффициентов пористости ( $K_p$ ) и песчаности ( $K_{песч}$ ), эффективной толщины ( $H_{эф}$ ) (таблица). В разрезе пласта выделяются 1–2 циклита, являющихся двухчленными, в которых верхняя часть часто редуцирована.

*I тип разреза* образован двумя циклитами прогрессивного типа [Карогадин, 1980], каждый из которых представлен тонкослоистым чередованием алевролитовых, глинистых пород, угольных прослоев с тенденцией к уменьшению вверх по разрезу размерности зерен и толщины прослоев. В основании нижнего циклита встречаются 1–2 маломощных прослоя песчаников. В верхнем циклите появляются уплотненные разности алевроглинистых пород. Толщина нижнего

<sup>1</sup> Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, геологический факультет, кафедра геологии и геохимии горючих ископаемых, соискатель, ООО «Фугро Геосайенс ГмбХ», вед. геолог, e-mail: gvasilevskaya@fugro-jason.com



район работ

юрская			Система
средний	верхний		Отдел
батский	келловей, оксфорд, кимеридж, волжский		Ярус
тюменская	наукаская	баженовская, георгиевская	Свита
ЮВ2	ЮВ1/3	ЮВ1/1-2	Пласт
			ПС ГК, НГК

Рис. 1. Выкопировка из Тектонической карты центральной части Западно-Сибирской плиты, по [Тектоническая..., 1998]

Геолого-геофизическая характеристика пласта ЮВ<sub>1</sub><sup>1-2</sup> по типам разреза

Тип разреза	АИ, 1Е+6 кг/(м <sup>2</sup> ·с)	K <sub>п</sub> , %	H <sub>эф</sub> , м	K <sub>песч.</sub> , доли ед.	Число скважин	Дебит нефти, м <sup>3</sup> /сут. (диаметр штуцера, мм)
I	<u>&lt;9,5</u>	<u>14,9 — 16,8</u> 16,0	<u>0 — 9,8</u> 3,0	<u>0,09 — 0,29</u> 0,17	14	4,3–9,3
II	<u>9,4 — 10,6</u> 10,0	<u>13,7 — 17,7</u> 15,8	<u>0,7 — 13,5</u> 3,9	<u>0,17 — 0,48</u> 0,36	13	1,73–69,4 (8)
III	<u>9,2 — 9,5</u> 9,4	<u>17,1 — 17,9</u> 17,5	<u>22,0 — 26,2</u> 24,1	<u>0,68 — 0,70</u> 0,69	2	349,1 (12)
IV	<u>9,4 — 10,4</u> 9,9	<u>11,9 — 16,7</u> 14,6	<u>0,9 — 7,4</u> 2,8	<u>0,05 — 0,27</u> 0,14	21	
V	>10,5	неколлектор			6	

Примечание. Над чертой — минимальное–максимальные значения, под чертой — среднее.

циклита составляет 7–12 м, верхнего — 5–10 м. Коллекторы I типа разреза обладают невысокими геолого-промысловыми характеристиками (таблица).

**II тип разреза.** Нижний цикллит относится к прогрессивному типу, представлен преимущественно песчаниками толщиной 10–15 м, в которых уменьшение размерности зерен происходит вверх по разрезу. Пес-

чаники имеют характерные для русловых отложений форму кривых методов ГИС — потенциала самопроизвольной поляризации (ПС) и гамма-каротажа (ГК) [Муромцев, 1984]. Верхний проциклит образован тонкослоистым чередованием алевроглинистых пород и их уплотненных разностей. Толщина верхнего цикллита составляет 5–7 м. Геолого-геофизические

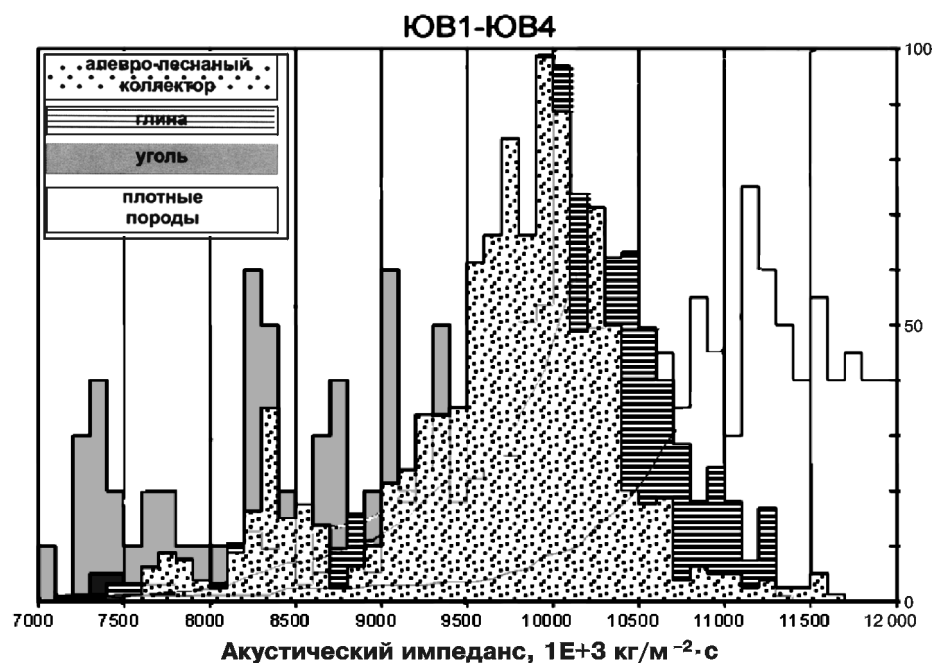


Рис. 2. Гистограмма распределения значений акустического импеданса по типам пород для пластов ЮВ<sub>1</sub>—ЮВ<sub>4</sub>

параметры II типа разреза значительно варьируют (таблица).

**III тип разреза.** Нижний цикллит относится к регрессивному типу, представлен преимущественно песчаниками с тенденцией к уменьшению размерности зерен вниз по разрезу. Песчаники имеют форму кривой ПС, свойственную баровым отложениям [Муромцев, 1984]. Толщина нижнего цикллита составляет 20–27 м. Верхний цикллит прогрессивного типа образован тонким чередованием алевроглинистых пород и их уплотненных разностей. Толщина верхнего цикллита составляет 5–7 м. Этот тип разреза характеризуется максимальными толщинами пласта и обладает наилучшими свойствами резервуара.

**IV тип разреза** образован двумя цикллитами прогрессивного типа. Каждый из них представлен тонким чередованием алевроглинистых пород. В основании нижнего цикллита присутствуют маломощные песчаные прослои, характеризующиеся неявно выраженным характером кривой ПС. В верхнем цикллите появляются слои уплотненных пород. Толщина нижнего цикллита составляет 8–10 м, верхнего — 5–8 м. Коллекторы в этом типе разреза имеют наихудшие свойства.

В **V типе разреза** нижний цикллит редуцирован. Верхний проциклит образован пачкой тонкослоистого чередования алевроглинистых пород и их уплотненных разностей, сменяющейся вверх по разрезу пачкой глинистых пород. Толщина цикллита составляет 7–10 м. Этот тип разреза не содержит коллекторов.

Зависимость акустических свойств горных пород от типа пород установлена для средне- и верхнеюрского интервала (пласты ЮВ<sub>1</sub>—ЮВ<sub>4</sub>) по реальным замерам скорости продольных волн, объемной плотности в одной скважине (рис. 2). К сожалению, четкое разделение алевропесчаных коллекторов и глин в зави-

симости от акустических свойств не выявлено. Исключение составляют угленосные и уплотненные разности пород, для которых указанные свойства отличаются. Тем не менее для оконтуривания алевропесчаных резервуаров использовалось распределение средних значений АИ по площади, полученных в интервале пласта ЮВ<sub>1</sub><sup>1-2</sup>, замечательно отражающее морфологию седиментационных тел.

Показана связь зональности распределения значений АИ по площади от типов разреза пласта. Для выделения границ палеогеографических зон использована карта временных толщин между отражающими горизонтами «А» (кровля фундамента) и «Б» (кровля баженовской свиты). Согласно классификации Г.-Э. Рейнека, И.Б. Сингха [Рейнек, Сингх, 1981], на изучаемой площади выделены

следующие обстановки осадконакопления: морского мелководья, прибрежной равнины, эрозионно-денудационной равнины (рис. 3).

Морское мелководье занимало наиболее погруженные участки средне-позднеюрского бассейна осадконакопления на севере площади, ему соответствуют области с V типом разреза пласта, выделяющегося на карте распределения АИ по значениям более 10,0E+06 кг/м<sup>2</sup>·с.

Прибрежные равнины, которые периодически затопляло море, характеризуются средней глубиной средне-позднеюрского бассейна осадконакопления и занимают центральную часть площади. Области с аномально низкими значениями АИ (меньше 9,4E + 06 кг/м<sup>2</sup>·с, к которым приурочен I тип разреза изучаемого пласта, интерпретируются как прибрежные равнины с торфонакоплением.

Эрозионно-денудационная равнина, а также холмы и холмогорья занимают участки с минимальной глубиной средне-позднеюрского бассейна осадконакопления и расположены в районе разломного пояса и на северо-западе площади.

Во всех палеогеографических областях на карте распределения АИ наблюдаются участки со средними значениями (8,7–9,7 E + 06 кг/м<sup>2</sup>·с), к которым приурочены II, III, IV типы разреза, интерпретируемые как врезанные речные русла, бары, конусы выноса. Песчаные резервуары оконтурены по границе резкой смены значений акустического импеданса на площади. Наибольший нефтегазопромысловый интерес представляют аккумулятивные тела, приуроченные к комбинированному ловушкам разломного пояса. Ловушки относятся к структурному типу с элементами тектонического экранирования.

С использованием граничного значения АИ (больше 10,55E+06 кг/м<sup>2</sup>·с) на неразбуренных

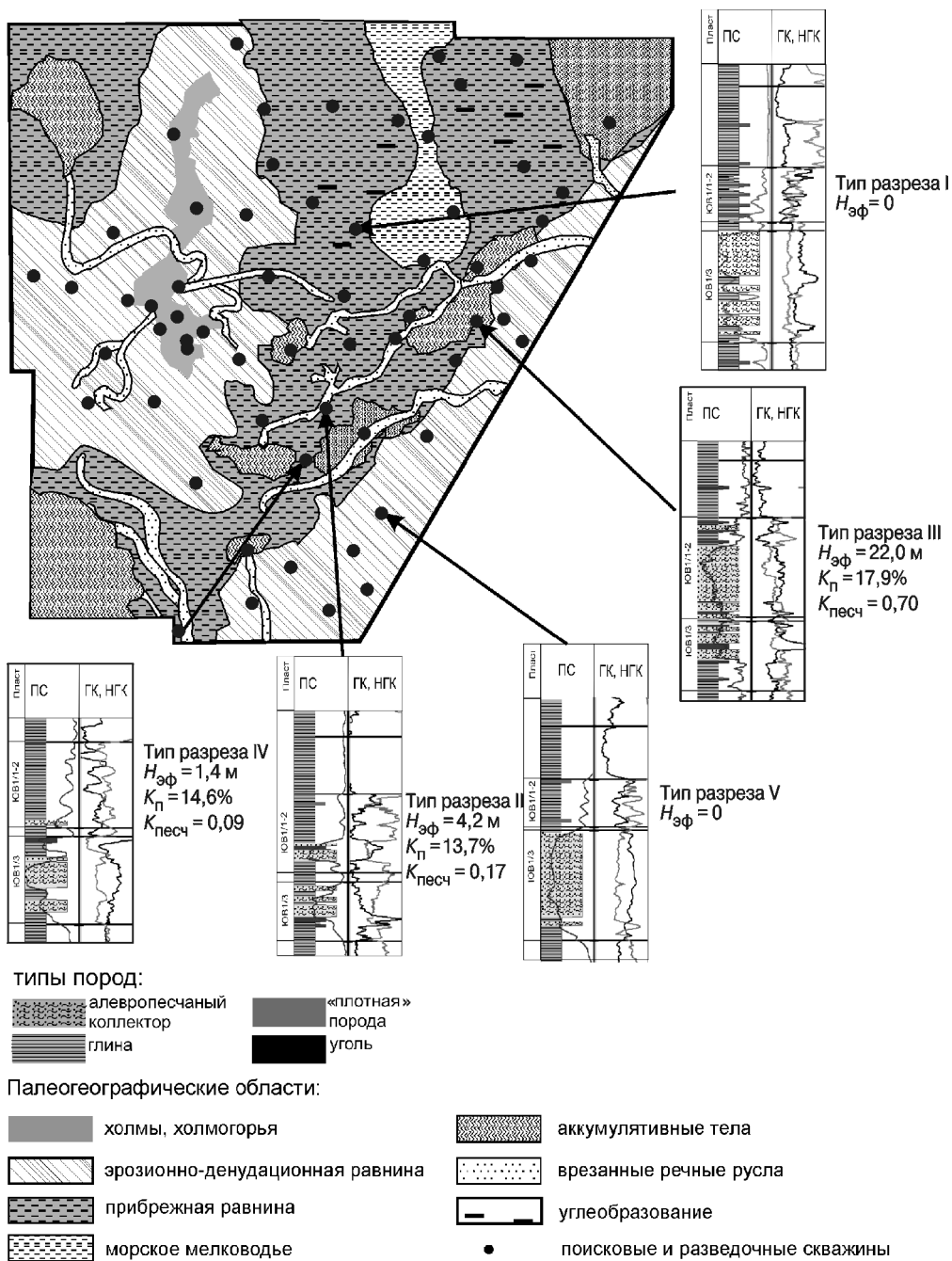


Рис. 3. Распределение палеогеографических областей на время накопления пласта ЮВ<sub>1</sub><sup>1-2</sup>

участках прослежены зоны, где коллектор в пласте отсутствует. Для залежей, выделенных по результатам предыдущих работ и замкнутых по восстанию пласта условными литологическими барьерами, установлены границы литологического контроля.

Использование геолого-промысловых данных пласта ЮВ<sub>1</sub><sup>1-2</sup> позволило определить перспективные участки для уплотняющего эксплуатационного бурения в разрабатываемых залежах.

**СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ**

Геология и полезные ископаемые. Западная Сибирь. Т. 2. СПб.: ВСЕГЕИ, 2000. 113 с.  
 Каргодин Ю.Н. Седиментационная цикличность. М.: Недра, 1980. 242 с.  
 Муромцев В.С. Электрометрическая геология песчаных тел — литологических ловушек нефти и газа. Л.: Недра, 1984. 258 с.

**Выводы.** 1. На основе связи значений акустического импеданса с типами разреза пласта ЮВ<sub>1</sub><sup>1-2</sup> установлена литофациальная зональность. Показано распределение алевропесчаных резервуаров на изучаемой площади.

2. Рекомендованы перспективные зоны для постановки эксплуатационного бурения в разрабатываемых залежах. Определены участки дальнейших геолого-разведочных работ, приуроченные к комбинированным ловушкам в районе разломного пояса.

Рейнек Г.-Э., Сингх И.Б. Обстановки терригенного осадконакопления. М.: Недра, 1981. 439 с.  
 Тектоническая карта центральной части Западно-Сибирской плиты / Под ред. В.И. Шпильмана. Тюмень: НАЦ РН, 1998.

Поступила в редакцию 25.02.2009