УДК 551.762.3

СТРАТИФИКАЦИЯ НИЖНЕЮРСКИХ ОТЛОЖЕНИЙ В РАЗРЕЗЕ СКВАЖИНЫ ТОТА-ЯХИНСКАЯ 25 И ПЕРСПЕКТИВЫ НЕФТЕГАЗОНОСНОСТИ НА ПОЛУОСТРОВЕ ГЫДАНСКИЙ

LOWER JURASSIC DEPOSITS STRATIFICATION IN THE SECTION OF TOTA-YAKHINSKAYA 25 WELL AND OIL AND GAS PROSPECTS ON GYDAN PENINSULA

Е. А. Зыза, С. А. Федоров, Т. И. Хасанов
E. A. Zyza, S. A. Fedorov, T. I. Khasanov

ООО НППГМ «ГЕОСЕЙС», ООО ЛНТНГ «Петрограф», г. Тюмень

Ключевые слова: ***стратиграфическое расчленение; китербютский горизонт; нижняя юра; Тота-Яхинская; Западная Сибирь***
Key words: ***stratigraphic compartmentalization; Kiterbyut horizon; Lower Jurassic; Tota-Yakhinskaya; West Siberia***

Одним из ближайших резервов для наращивания ресурсной базы УВ северных районов Западно-Сибирской НГП является нижнеюрский НГК, выполняющий нижнюю часть мезозойско-кайнозойского осадочного чехла. Несмотря на слабую изученность и значительные глубины залегания нижнеюрских отложений, перспективы данного НГК подтверждает открытие залежей УВ на Новопортовском и Бованенковском месторождениях полуострова Ямал.

С середины 70-х годов прошлого века начато бурение скважин глубиной более 5 км с целью изучения глубоких горизонтов осадочного чехла и доюрского основания. За это время были пробурены сверхглубокие скважины Тюменская СГ-6 и Ен-Яхинская СГ-7 (глубина забоя 7 502 и 8 250 м соответственно), вскрывшие наиболее полный разрез мезозоя в Западной Сибири. Результаты бурения дали большой объем фактического материала, который позволяет более обоснованно решать проблемы нефтегазоносности глубокозалегающих горизонтов осадочного чехла и доюрского основания. К сожалению, по территории эти скважины распределены крайне неравномерно. Так, большинство глубоких скважин пробурено в Уренгойском районе, в том числе и сверхглубокие.

Данное обстоятельство заставляет более обоснованно подходить к исследованию материалов бурения каждой из скважин, поскольку большая часть из них является эталонным объектом для изучения глубокозалегающих горизонтов отдельных районов, а неточности в интерпретации результатов бурения могут привести к существенному искажению перспектив нефтегазоносности нижнеюрского НГК исследуемого района в целом.

На полуострове Гыданский, который отличается крайне низкой изученностью бурением, в 1987 году с целью изучения геологического строения юрских и нижнемеловых отложений было начато бурение параметрической скважины Тота-Яхинская 25. Скважина пробурена до глубины 5 050 м, вскрыв на забое отложения зимнего горизонта.

Разрез скважины Тота-Яхинская 25 служит стратотипом неокомских пластов $БГ_{20\text{-}32}$ [1], а разрез юры, вскрытый данной скважиной, принимается в качестве типового для полуострова Гыданский многими научно-производственными предприятиями [2, 3].

Принципиального расхождения в вариантах стратиграфического расчленения юрских отложений в разрезе скважины по большинству горизонтов между различными исследователями в настоящее время нет (табл. 1).

Варианты стратиграфического расчленения разрезы юры в скважине Тота-Яхинская 25 (по фондовым работам)

Горизонт	Лотышев В. И. и др., 2009	Шпильман А. В., 2008	Нестеров И. И., 2007	Наумов А. Л. (1988)	Геосейс
bz	3484	3484	3488	3484	3486
gr		3508	3508	3507	3506
ml	3595	3597	3596	3598	3597
ln	3930	3787	3930	3936	3788
vm	4016	4018	4013	4012	4014
ld	4326	4325	4326	4328	4325
nd	4397	4398	4389	4398	4389
kt	4598	4598	4598	4600	4858
shr	4670	4670	4711	4716	4921
lv	4875	4880	4880		н.в.
zm	4923	4984	4922		н.в.

Разница в отбивках кровли баженовского, георгиевского, малышевского, вымского, лайдинского, надояхского и китербютского горизонтов не превышает 15 м. Отметки кровли леонтьевского, шараповского, левинского и зимнего горизонтов могут различаться более чем на 70 м (в случае с леонтьевским — на 160 м).

Скважина Тота-Яхинская 25 имеет стратегическое значение для изучения нижнеюрских отложений Ямало-Гыданского региона, поскольку в радиусе 200 км отсутствуют скважины, вскрывшие отложения китербютского горизонта (рис. 1), являющегося на севере Западной Сибири опорным при сейсмогеологических исследованиях глубоких горизонтов осадочного чехла.

Китербютский горизонт в настоящее время рассматривается как межрегиональный стратиграфический репер из-за однородного глинистого состава этой части нижней юры на огромной территории Азии и далеко за ее пределами, специфической и однотипной каротажной характеристики, однородного состава комплексов макро- и микрофауны в морских разрезах, весьма специфических спорово-пыльцевых комплексов [4]. Кроме того, раннетоарские глины обладают высокими нефтегазоматеринскими и экранирующими свойствами [5].

Породы китербютского горизонта сформированы в период крупной трансгрессии, обусловленной эвстатическим подъемом уровня Мирового океана, и распространены во многих мезозойских морских бассейнах земного шара [6]. В центральных и южных районах Западной Сибири аналогом китербютской свиты являются породы тогурской глинистой пачки.

К отложениям китербютского горизонта приурочен отражающий горизонт Т4. В сейсмическом поле китербютской свите обычно соответствует серия отражений, состоящая условно из 4 экстремумов. Первый (сверху) отрицательный экстремум низкочастотен, имеет слабую амплитуду, но иногда хорошо прослеживается на отдельных площадях за счет локального усиления амплитуд. Следующий экстремум (положительный) также теряет свою интенсивность в разных частях территории, но прослеживается более уверенно, чем первый экстремум. Ниже выделяются два наиболее интенсивных экстремума в серии — положительная и отрицательная фаза, которые выдержаны и надежно прослеживаются практически по всей территории работ и представляют собой основные опорные горизонты.

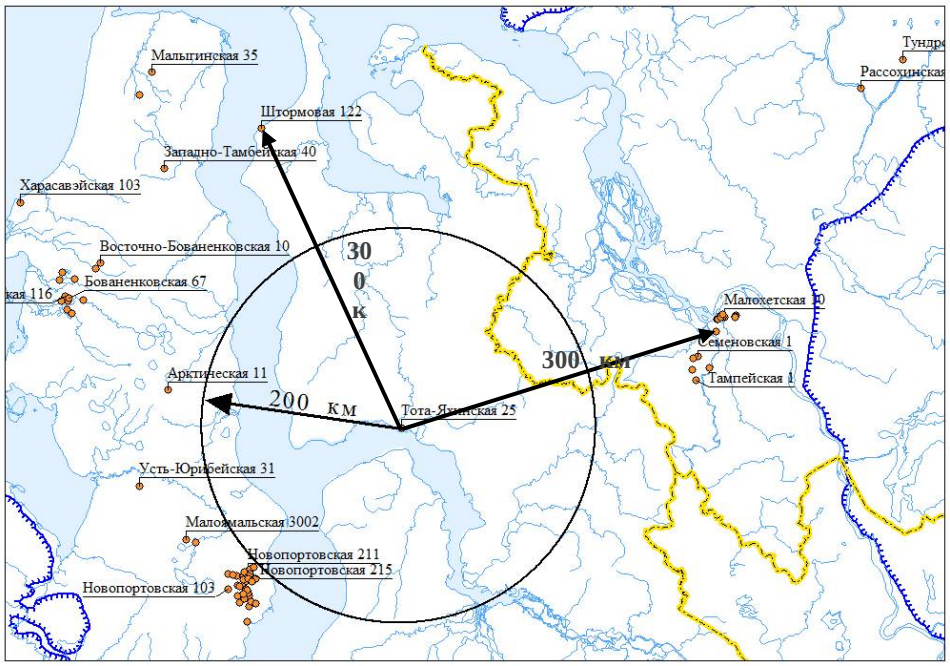

Рис.1. ***Схема расположения скважин, вскрывших китербютский горизонт***

Данную серию отражений по ее динамическим характеристикам можно ассоциировать с мощной глинистой пачкой с высококонтрастными акустическими свойствами, которые можно приписать тонкоотмученным глинам внутри интервала китербютской свиты.

При выделении ОГ Т4 в региональном плане имеются различные варианты сейсмостратиграфической привязки ОГ Т4. Данный горизонт обычно привязывают ко второму положительному экстремуму либо к третьему отрицательному, наиболее выдержанному в региональном плане горизонту. В случае привязки к кровле китербютской свиты корреляцию ОГ Т4 следует вести по второму положительному экстремуму, но часто корреляция проводится по третьему отрицательному экстремуму, так как он наиболее выдержан и хорошо распознается в сейсмическом поле на территории севера Западной Сибири. Если ОГ привязывать к кровле шараповской свиты, то корреляцию ОГ Т4 следует вести по подошве серии отражений.

Временная мощность серии этих отражений довольно большая и изменяется от 45 мс до 100 мс и более. Учитывая средние интервальные скоростные характеристики разреза от 3 500 до 4 500 м/с, мощности китербютской свиты могут изменяться условно от 70 до 250 м и более.

Таким образом, отражающий горизонт Т4 обладает ярко выраженными свойствами регионального опорного горизонта в северной части Западной Сибири. Южнее, за Мессояхским порогом, он полностью теряет свойства опорного горизонта и становится слабо различимым в сейсмическом поле.

Выше и ниже данной серии отражений сейсмическое поле хорошо соотносится с региональными резервуарами. Отражающие горизонты теряют интенсивность, появляется интерференция, крупномасштабные черепицеобразные наслоения внутри резервуаров. Все это может говорить о типичных резервуарах юры — переслаивании алевролитов, глин и песчаников в различных фациальных обстановках, преимущественно мелководно-морских. ОГ Т4 уверенно прослеживается на профиле, который проходит непосредственно через скважину Тота-Яхинская 25 (рис. 2). Данный профиль пересекается со 107 региональным профилем, на котором данный горизонт также уверенно следится. Осложняющим фактором являют-

ся амплитудные разломы севернее Тота-Яхинской скважины, максимальное смещение по нашей оценке составляет до 40–50 м для ОГ Т4.

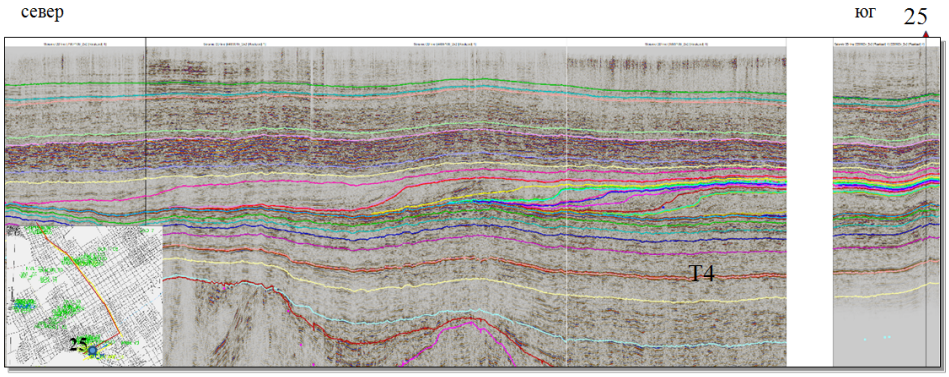

Рис. 2. ***Композитный сейсмический разрез через скв. Тота-Яхинская 25***

При региональных исследованиях северных районов Западной Сибири авторы настоящей работы выполнили сейсмостратиграфическую привязку ОГ Т4 (приуроченного к кровле китербютской свиты) к третьему сверху (отрицательному) экстремуму, наиболее выдержанному в региональном плане в волновом поле.

Первоначально при привязке использовались стратиграфические отбивки, аналогичные варианту отбивок других исследователей. При таком варианте привязки получилась следующая картина: на сейсмическом разрезе китербютская свита предположительно представляет собой серию из 4 амплитудных экстремумов мощностью примерно 70 мс. Мощность между ОГ Т4 и Т3 составляет 310 мс. При этом глубинная мощность надояхского горизонта составляет 200 м. В таком случае интервальная скорость надояхского горизонта составляет 1300 м/с, что невозможно объяснить даже если бы в этом интервале была мощная газовая шапка, чего не наблюдается по сейсмическим профилям.

Кровля надояхского горизонта, по данным ГИС, в скважине Тота-Яхинская 25 всеми исследователями выделяется однозначно — примерно на глубине 4 390 м. Авторы данной работы также выделяют кровлю надояхской свиты на отметке 4 389 м. ОГ Т3 (приуроченный к кровле надояхской свиты) в сейсмическом поле прослеживается уверенно. Поэтому была выполнена попытка найти альтернативный вариант выделения кровли китербютской свиты в данной скважине.

В первую очередь были проанализированы диаграммы ГИС в нижнеюрском интервале разреза скважины Тота-Яхинская 25. Оказалось, что в интервале глубин 4 858–4 921 м выделяется пачка глин, обладающая ярко выраженной промыслово-геофизической характеристикой (здесь и далее репер «К»), сопоставимой с лайдинской свитой в разрезе той же скважины. Пачка характеризуется высокими значениями электропроводности, низкими значениями УЭС, высокой радиоактивностью. Данный глинистый горизонт выражен более ярко, чем пачка в интервале глубин 4 594–4 658 м, выделяемая как китербютская свита. Расхождение вариантов отбивок подошвы данной пачки разных авторов составляет 80 м, что говорит о неоднозначном ее выделении в разрезе скважины, хотя, как правило, основные сейсмогеологические реперы приурочены к контрастным границам, уверенно выделяемым как по данным ГИС, так и на временных сейсмических разрезах.

На следующем этапе проанализированы каротажные диаграммы скважин, вскрывших китербютский горизонт на полуострове Ямал, в частности на Бованенковской, Восточно-Бованенковской и Арктической площадях. Установлено, что китербютские глины в разрезе скважин вышеперечисленных площадей обладают промыслово-геофизической характеристикой, аналогичной реперу «К» в разрезе скважины Тота-Яхинская 25 (рис. 3). Китербютский горизонт в разрезе данных скважин полуострова Ямал выделяется однозначно. Более того, разрез скважины

Бованенковская 116 является стратотипом нижнесреднеюрских пластов группы ЮЯ, а разрез скважины Бованенковская 67 ОАО «СибНАЦ» предлагает в качестве стратотипа юрских отложений [7]. Все это позволило сопоставить репер «К» с китербютским горизонтом.

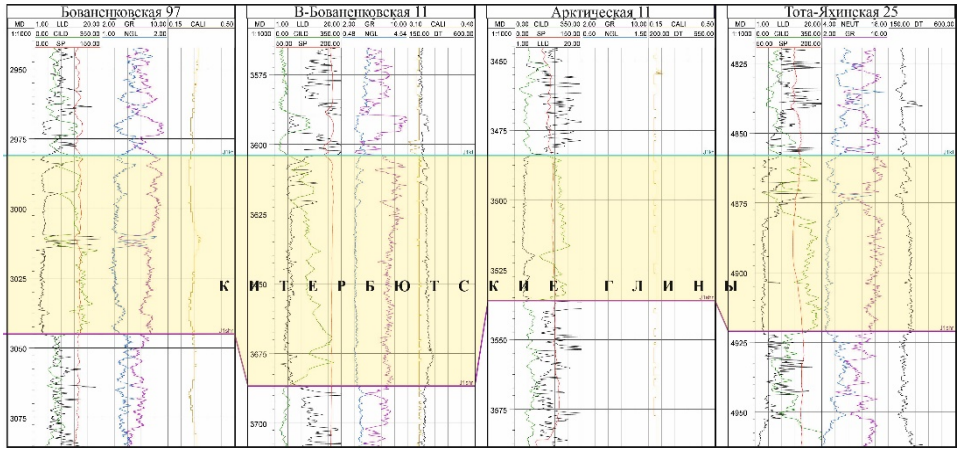

Рис. 3. ***Сопоставление промыслово-геофизической характеристики китербютского горизонта***

Рассматриваемая пачка (репер «К») в скважине Тота-Яхинская 25 охарактеризована керном в интервале 4 895–4 908 м (ЛВК составил 11 м). Керн представлен аргиллитом темно-серым до черного, плотным, крепким, слюдистым, тонкоотмученным, с шероховатым изломом. Встречаются включения пирита в виде линзочек и прожилок. На полуострове Ямал керн из китербютского горизонта отобран в скважине Восточно-Бованенковская 10 в интервале 3 590–3 600 м (ЛВК 9,3 м) и в скважине Западно-Тамбейская 40 в интервале 4 079–4 090 м (ЛВК 11 м). Керн представлен аргиллитами темно-серыми с тонкой примесью слюды. Отмечаются гнезда и линзочки пирита. Во всех случаях вынос керна составил более 90 %. Таким образом, литологическая характеристика рассматриваемой пачки также позволяет сопоставить ее с китербютским горизонтом на полуострове Ямал.

В Усть-Енисейском районе из китербютского горизонта керн был отобран в скважине Майская 1 (интервал отбора 3 079,2–3 081,6 м), где он представлен темно-серыми аргиллитами, слабо слюдистыми, средней плотности. На севере полуострова Гыданский в скважине Штормовая 122 из китербютской свиты был отобран керн (интервал 4 040–4 050 м), где он представлен аргиллитами темно-серыми с развитием пирита.

На основании анализа каротажных диаграмм и имеющегося описания керна авторами было выдвинуто предположение, что в скважине Тота-Яхинская 25 китербютскую свиту необходимо выделять в интервале глубин 4 858–4 921 м, а на забое скважины вскрыты отложения шараповской свиты.

Стоит отметить, что при выделении кровли китербютского горизонта в скважине Тота-Яхинская 25 на отметке 4 858 м мощность надояхского горизонта более чем в 2 раза превышает мощность в скважине Арктическая 11 на полуострове Ямал, что, на первый взгляд, кажется не совсем логично. Однако в западной части Енисей-Хатангского регионального прогиба (ЕХРП) имеются скважины с разрезом, аналогичным вскрытому в скважине Тота-Яхинская 25 как по мощности, так и по строению. Это скважины Рассохинская 1 и Тундровая 1. Стратиграфическое расчленение нижнесреднеюрских отложений в этих скважинах однозначно и подтверждено результатами возрастных определений. При этом мощность надояхского горизонта составляет 417 и 359 м соответственно против 469 м в скважине Тота-Яхинская 25. В пользу увеличенных мощностей говорит и то, что Тота-

Яхинская структура имеет инверсионное строение, так как на сейсмических разрезах в юрском интервале не видно сокращения мощности. Структура начала свой рост после накопления юрских отложений, которые формировались в условиях заполнения региональной депрессии. Это означает, что в разрезе скважины Тота-Яхинская 25 в юрском интервале разреза не должно быть сокращенных мощностей (которые часто приписывают структурам), а наоборот, разрез должен быть наиболее полный.

Вышеуказанные Тота-Яхинская, Рассохинская и Тундровая площади расположены в пределах Обско-Лаптевской гряды инверсионного строения, являющейся крупнейшей мезозойской положительной надпорядковой структурой на севере Сибири, для которой характерны интенсивные конседиментационные движения с инверсией знаков на границах триаса — юры и юры — мела [8].

Кроме того, в большинстве скважин Ямало-Гыданского и Усть-Енисейского районов надояхский горизонт четко обособляется на 2 крупных циклита (рис. 4).

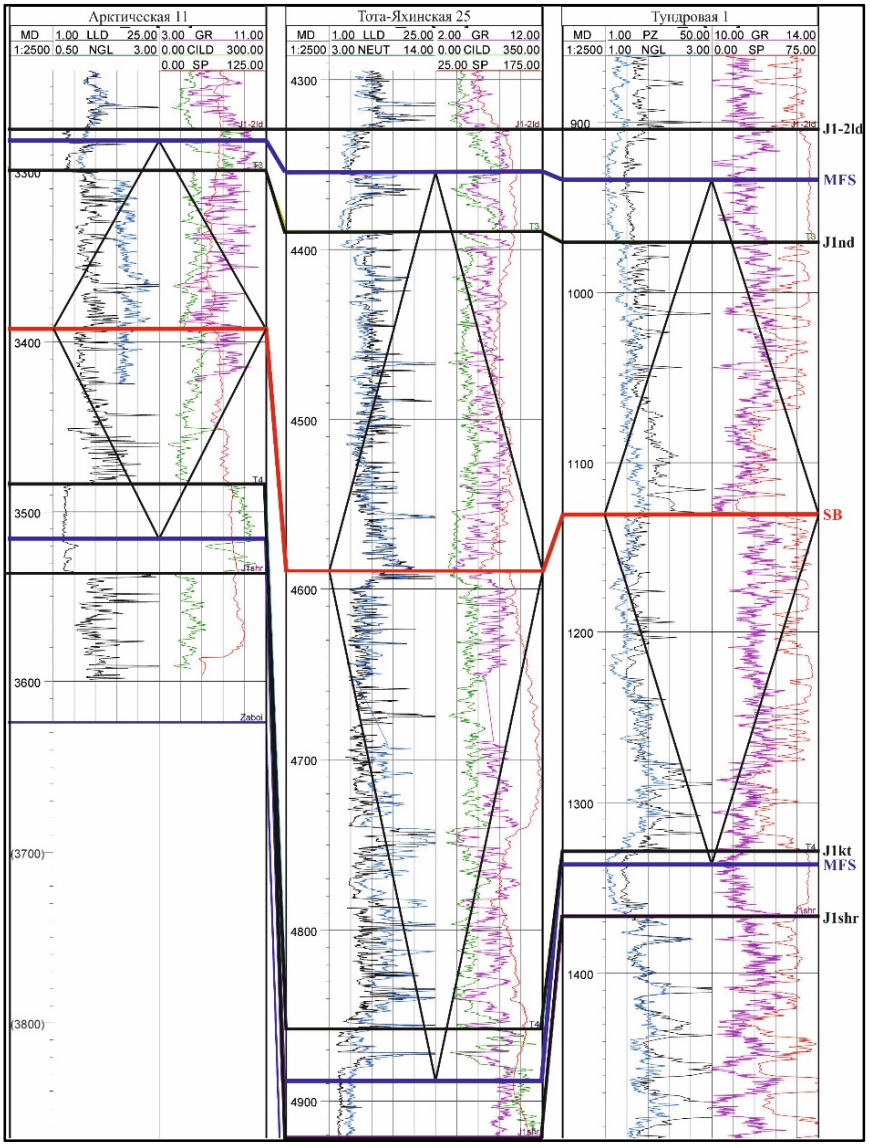

Рис. 4. ***Выделение крупных циклов в надояхском горизонте***

Если учесть, что Ямало-Гыданский регион и западная часть ЕХРП в юрское время представляли собой единый бассейн и формировались в схожих условиях, то единая цикличность разреза надояхского горизонта и близкая литологическая характеристика китербютского горизонта на рассматриваемой территории являются вполне закономерными.

В 1974 году Л. Л. Кузнецовым при систематизации продуктивных пластов в разрезе ЕХРП на основании данных каротажа и с учетом данных биостратиграфии для верхней части джангодской свиты (надояхская свита в современном понимании) было выделено две пачки пластов — Дж1 и Дж2, разделом между которыми служил глинистый пласт [9]. При корреляции разрезов скважин западной части ЕХРП, Ямала и Гыдана становится очевидно, что выделенные Л. Л. Кузнецовым пачки пластов — это два циклита внутри надояхской свиты, о которых говорилось выше. Глинистый пласт, служащий разделом между ними, следится не только на территории ЕХРП, но и на полуостровах Гыданский и Ямал. В случае со скважиной Тота-Яхинская 25 глинистая пачка, выделяемая в интервале глубин 4 598–4 670 м, на наш взгляд, является не китербютской свитой, а как раз этим глинистым пластом, о котором говорилось выше. Кроме того, данный глинистый пласт является покрышкой для залежи УВ в пласте $Ю_{12}$ Бованенковского месторождения.

Далее вновь было выполнено одномерное сейсмогеологическое моделирование, но кровля китербютской свиты уже была принята на отметке 4 858 м. В результате получена информация, которая также подтвердила лучшую сходимость предложенной отбивки (рис. 5). Интервальная скорость слоя в надояхском горизонте составила около 3 000 м/с, что согласовывается со скоростными характеристиками в данном типе разреза.

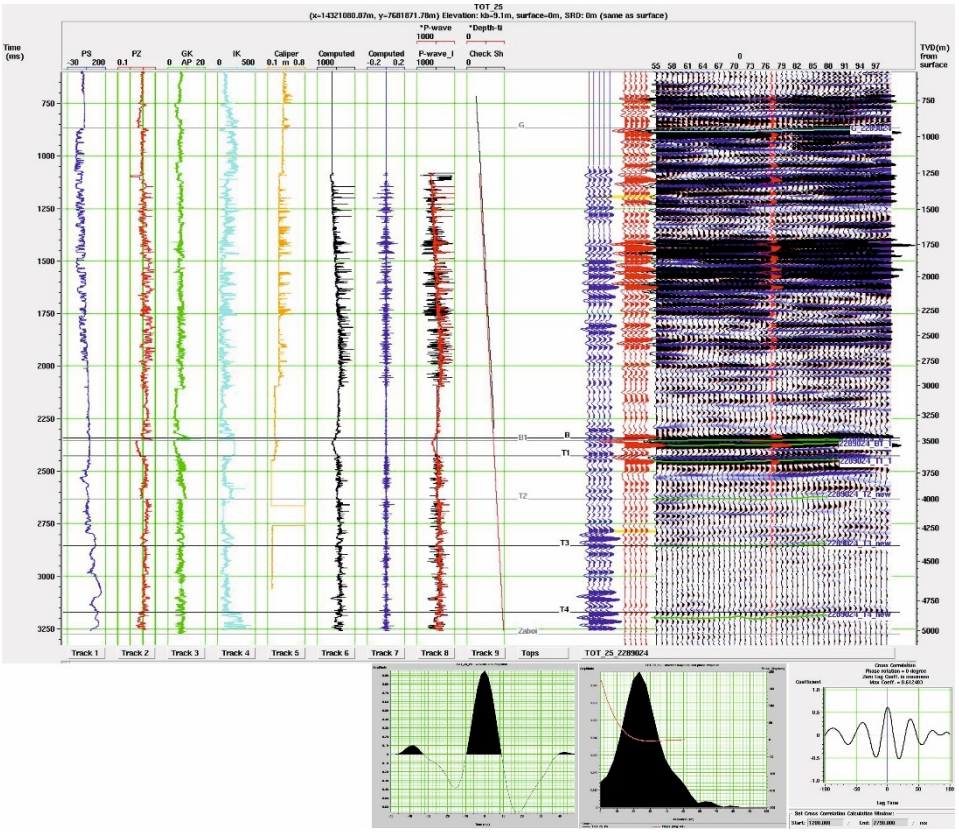

Рис. 5. ***Планшет сейсмостратиграфической привязки юрских отложений по скважине Тота-Яхинская 25***

При такой слабой буровой изученности нижнеюрских отложений на территории полуострова Гыданский изменение отбивки одного из опорных горизонтов неизбежно приведет к серьезному изменению структурного плана на рассматриваемой территории, однако объективно оценить его изменение проблематично. Это связано с тем, что на структурный план в межскважинном пространстве наибольшее влияние оказывает выбранная методика картопостроения. Поэтому при одних и тех же отбивках в скважинах за пределами изученных бурением площадей глубины залегания горизонтов могут значительно отличаться. Тем не менее стоит ожидать того, что при использовании предложенного варианта отбивки кровли китербютского горизонта в скважине Тота-Яхинская 25 нижнеюрские горизонты на территории полуострова Гыданский значительно «просядут». Так, например, в районе Гыданской площади изменение структурного плана кровли китербютского горизонта может составить порядка 500 м, что может существенно повлиять на прогнозную оценку ФЕС нижнеюрских толщ, а также на степень катагенетической преобразованности глубокозалегающих горизонтов юры, а это, в свою очередь, отразится на перспективах нефтегазоносности нижнеюрских отложений рассматриваемой территории.

Список литературы

1. Нестеров И. И. (мл.) и др. Гипостратотипический разрез пластов группы БГ Гыданского литофациального подрайона // Горные ведомости. – Тюмень, 2005. – № 3. – С. 20-25.
2. Нестеров И. И. Переинтерпретация, переобработка и унифицированная стратификация опорных отражающих горизонтов региональных сейсмических профилей Западно-Сибирской нефтегазоносной провинции с целью построения единых нефтегеологических моделей продуктивных комплексов как основы уточнения перспектив нефтегазоносности. – Тюмень, 2007.
3. Шпильман А. В. Создание детальной модели геологического строения нижнесреднеюрских образований Западной Сибири, оценка ресурсного потенциала и обоснование главных направлений поисково-разведочных работ. – Тюмень, 2008.
4. Шурыгин Б. Н., Никитенко Б. Л., Девятов В. П. и др. Стратиграфия нефтегазоносных бассейнов Сибири. Юрская система. – Новосибирск: Изд-во СО РАН, филиал «ГЕО», 2000. – 480 с.
5. Девятов В. П. Битуминозные глины нижнего тоара Сибирской Платформы / Геология угленосных и горючесланцевых формаций Сибири. – Новосибирск: СНИИГГиМС, 1987. – С. 116-123.
6. Девятов В. П., Сапьяник В. В. Главнейшие геологические события мезозоя Сибири / / Региональная геология. Стратиграфия и палеонтология фанерозоя Сибири: сборник научных трудов / Под ред. И. В. Будникова, В. И. Краснова. – Новосибирск: СНИИГГиМС, 2009. – С. 123-130.
7. Нестеров И. И. Уточнение и детализация стратиграфического расчленения мезозоя и кайнозоя Западной Сибири с увязкой сейсмических отражающих горизонтов, возрастных и литологических границ на основе обобщения и комплексной интерпретации геолого-геофизической информации. – Тюмень, 2009.
8. Балдин В. А. О выделении на севере Сибири крупнейшей Обско-Лаптевской гряды / Геомодель-2008: Тезисы докладов. – Геленджик, 2008.
9. Кузнецов Л. Л. Индексация и корреляция юрских и меловых продуктивных горизонтов в западной части Енисей-Хатангского прогиба. – В кн.: Енисей-Хатангская нефтегазоносная область. – Л.: НИИГА, 1974. – С. 29-32.
10. Лотышев В. И., Девятов В. П., Смирнов Л. В., Сурков В. С. Разработать геологические и геохимические критерии оценки нефтегазоносности юры платформенных областей Сибири. – Новосибирск, 2009.

Сведения об авторах

Зыза Евгений Александрович, *руководитель группы, ООО «НППГМ Геосейс», аспирант, Тюменский государственный нефтегазовый университет, г. Тюмень, тел. +79220030656, e-mail: ziz_ea@geoseis.ru*

Федоров Сергей Александрович, *руководитель группы, ООО «ЛНТНГ Петрограф», г. Тюмень, тел. +79129908418, e-mail: fed_sa@geoseis.ru*

Хасанов Тимур Ильдарович, *ведущий геолог, ООО «ЛНТНГ Петрограф», аспирант, Тюменский государственный нефтегазовый университет, г. Тюмень, тел. +79129908418, e-mail: has_ti@geoseis.ru*

Information about the authors

Zyza E. A., *head of the group LLC «NPPGM Geoseis», postgraduate of Tyumen State Oil and Gas University, phone: +79220030656, e-mail: ziz_ea@geoseis.ru*

Fedorov S. A*., head of the group LLC «LNTNG Petrograph», Tyumen, phone: +79129908418, e-mail: fed_sa@geoseis.ru*

Khasanov T. I*., leading geologist of LLC «LNTNG Petrograph» , postgraduate of Tyumen State Oil and Gas University, phone: +79129908418, e-mail: has_ti@geoseis.ru*