

УДК 622.276(571.1)

А.Н. Шакиров

Академия наук Республики Татарстан, г. Казань
e-mail: sh_albert@bk.ru

Проблемы построения качественных геологических моделей пластов неокомских отложений Западной Сибири на примере Повховского нефтяного месторождения

Одной из специфических особенностей нефтенасыщенных пород Западной Сибири является их сильная неоднородность и расчлененность. Эти качества продуктивных пластов значительно усложняют процесс разработки месторождений нефти. В следствие особенностей формирования нефтесодержащих пород каждое месторождение имеет свои закономерности залегания пластов. Все это при очень скудной информации о фаунистических остатках и остатках флоры в купе с перечисленными выше признаками сильно осложняют корреляцию разрезов пластов, что может приводить к ошибочным представлениям об объекте разработки. В данной статье поднимается вопрос о необходимости более углубленного изучения этой проблемы, т.к. на сегодняшний день этого не происходит, и проектные документы по разработке составляются на основе не корректной геологической базы.

Ключевые слова: Западная Сибирь, нефтенасыщенные породы, геологические модели, корреляция разрезов пластов

Как известно, любая геологическая модель нефтяного объекта не может быть точным отражением истинного его вида. В процессе поступления новой информации представление о его геологическом строении эволюционирует. Тем не менее, геологическая модель является базой для принятия технологических решений при разработке нефтяных месторождений. Ярким примером изменения представлений о геологической модели являются неокомские отложения Повховского нефтяного месторождения.

Повховское месторождение было открыто в 1972 г. и введено в разработку в 1978 г. Основным нефтеносным объектом месторождения являются неокомские пласты БВ-8. **Первая версия** геологической модели этих пластов была представлена в 1978 г. в технологической схеме СибНИИИП,

где объект БВ-8 был разделен методом геолого-статистического разреза (ГСР) на два БВ-8-1 и БВ-8-2, принимая при этом плоско-параллельное залегание пластов.

Вторая версия была принята ГКЗ в 1982 г. при первом подсчете запасов. Согласно этой версии в составе неокомских отложений выделено 5 пластов: БВ-7, БВ-8, БВ-9, БВ-10, БВ-14 (Главтоменьгеология). При этом ранее выделенный пласт БВ-8-1 целиком входит в пласт БВ-8, а ранее выделенный пласт БВ-8-2 частично входит в пласт БВ-8 и частично в пласт БВ-9. На это время на месторождении было пробурено 443 скважины. При этом варианте также принималось плоско-параллельное залегание пластов.

Однако примерно к 1985 году стало ясно, что модель геологического строения пластов БВ-8 требует пересмотра. Основанием пересмотра геологической модели было

Окончание статьи Д.Г. Ярахановой «О перспективах процессов освоения сверхвязких нефтей и природных битумов горизонтальными скважинами»

fundamentally new systems of field development with complex application of thermal methods and horizontal wells with high surface of reservoir penetration and effective drainage, is one of the most rational and promising directions for development of heavy and unconventional hydrocarbons.

Keywords: heavy oil, natural bitumen, program of heavy oil development, thermal methods, horizontal wells, horizontal technology of oil recovery.

References

- Gatiyatullin N.S. Peculiarity of spatial occurrence of Permian bitumens and more deep oil pools on the Tatarstan Republic territory. *Neftgazovaya Geologiya. Teoriya I Praktika* [Petroleum Geology - Theoretical and Applied Studies]. 2010. T.5. No 3. http://www.ngtp.ru/rub/9/34_2010.pdf
- Muslimov R.Kh. Oil recovery: past, present, future. 2 Ed. Kazan: «Fen» Publ. 2014. 750 p. (In russian)
- Muslimov R.Kh. Oil recovery: past, present, future. Kazan: «Fen» Publ. 2012. 664 p. (In russian)
- Yarakhanova D.G. Issledovanie osobennostey pritoka zhidkosti k gorizontal'noy skvazhine s tsel'yu intensivatsii dobychi nefi [Research features of fluid flow to a horizontal well in order to intensify oil production]. *Avtoref. Diss. kand. tech. nauk* [Abstract Cand. tech. sci. diss.]. Ufa. 2008. 22 p.

Yarakhanova D.G. O perspektivakh protsessov osvoeniya sverkhv'yazkikh neftey i prirodnykh bitumov [Prospects of heavy oil and natural bitumen development processes]. *Mat. Mezhd. nauchno-prakt. konf. «Trudnoizvlekaemye i netraditsionnye zapasy uglevodorodov: opyt i prognozy»* [Proc. Int. Sci. and Pract. Conf. «Hard- and unconventional hydrocarbon reserves: experience and predictions»]. Kazan. 2014. Pp. 403-404.

Yarakhanova D.G. Primenenie gorizonta'nykh skvazhin dlya dobychi trudnoizvlekaemykh i netraditsionnykh zapasov uglevodorodov [The use of horizontal wells for the extraction of difficult and unconventional hydrocarbon resources]. *Mat. Mezhd. nauchno-prakt. konf. «Trudnoizvlekaemye i netraditsionnye zapasy uglevodorodov: opyt i prognozy»* [Proc. Int. Sci. and Pract. Conf. «Hard- and unconventional hydrocarbon reserves: experience and predictions»]. Kazan. 2014. Pp. 400-402.

Information about author

Dilyara G. Yarakhanova – Senior Lecturer of the Oil and Gas Geology Department
Institute of Geology and Petroleum Technologies, Kazan (Volga region) Federal University
420008, Kazan, Kremlevskaya str., 4/5
Phone: +7 (919) 693-88-17

версии	залегание пластов	направление наклона пластов	количество пластов	углы наклона пластов (м на 1км.)	роль сейсморазведки	роль макроописания керна
версия 1	плоскопаралельное	-----	2	-----	-----	-----
версия 2	плоскопаралельное	-----	5	-----	-----	-----
версия 3	клиноформное	с-з	6	2-20	Дает общее представление	Не решает задачи
версия 4	клиноформное	ю-з	-----	-----	-----	-----
версия 5	плоскопаралельное	-----	6	-----	-----	-----
версия 6	клиноформное	с-з	8	До 15	Дает общее представление	-----
версия 7	комбинированное	-----	6	До 15	-----	-----
версия 8	клиноформное	с-з	5	До 17	-----	-----
версия 9	клиноформное	с-з	6	2-20	Дает общее представление	Не решает задачи

Табл. 1. Сравнение некоторых геологических параметров Повховского месторождения.

систематическое невыполнение показателей разработки, несмотря на то, что объект к тому времени был практически разбурен проектной сеткой скважин (более 2000 скв.) и внедрена система заводнения. Система заводнения была неэффективной, геологи на местах не могли скоррелировать разрезы и разделение на БВ-8-1 и БВ-8-2 было чисто условным. На выяснение причин такой ситуации ушло три года. За это время сначала был изучен весь накопившийся материал по сейсморазведке месторождения и всего региона в целом (Наумов, Гогоненков), который дал почву для рассмотрения версии клиноформного строения неокомских отложений Повховского месторождения. Первые результаты были опубликованы в сборнике научных трудов «БашНИПИнефть» в 1988 г. (Шакиров, 1988). Далее были изучены труды ведущих ученых, работавших по Западной Сибири, о современных (на то время) представлениях об условиях формирования неокомских отложений. Автором статьи совместно с профессором Б.М. Орлинским были проведены промыслово-геофизические исследования по контролю заводнения пластов БВ-8, которые подтвердили версию о наличии клиноформ и падении пластов в западном направлении.

В 1988 г. в работе (Оперативная оценка запасов..., 1986-1988) была представлена впервые клиноформная модель строения объекта БВ-8. Это стало **третьей версией**, согласно которой объект был расчленен на шесть (6) пластов: БВ-8-1, БВ-8-2, БВ-8-3, БВ-8-4а, БВ-8-4б, БВ-8-5.

Остановимся на этой модели более подробно. Детальная корреляция проводилась по данным ГИС. Границы пластов были проведены по линиям максимума транс-

грессии. Были выявлены геофизические реперы первого, второго и третьего порядка. К реперам первого порядка были отнесены мощные пласты аргиллитов толщиной от 15 м. до 35-40 м. Первый – это пласт разделяющий кровлю отложений БВ-8 от вышележащих пород, который имеет региональное распространение. Второй и третий – слои аргиллитов разделяющие пласты БВ-8-5, БВ-8-4, БВ-8-3 и за четвертый репер был принят песчано-алевритовый слой, который характеризуется стабильно высоким содержанием карбонатного обломочного материала и связанного с этим очень высокими значениями кривой электрического сопротивления, а также ее характерным видом на диаграммах ГИС. Этот реперный пласт залегает в нижней части продуктивного пласта БВ-8-5 (Рис. 1).

За реперы второго порядка были взяты достаточно четко прослеживающиеся от скважины к скважине глинистые пласты, которые имеют толщину от 2 до 15-20 м и достаточное распространение в пределах месторождения, чтобы быть устойчивым разделом между пластами, которые были индексированы как бв-8-3, бв-8-3-а и бв-8-3-б. Выше названные глинистые слои разделяют продуктивные пласты БВ-8-2 и БВ-8-3.

Реперы третьего порядка представляют собой песчано-алевритовые отложения, имеющие на диаграммах ГИС характерный вид, связанный с появлением в разрезе пропластков с резкими положительными скачками на кривых КС и НГК. Эти скачки, очевидно, связаны с наличием в них карбонатного материала. Каждый из этих реперов имеет свой характерный вид кривой. Их распространение ограничено, но они перекрывают друг друга в

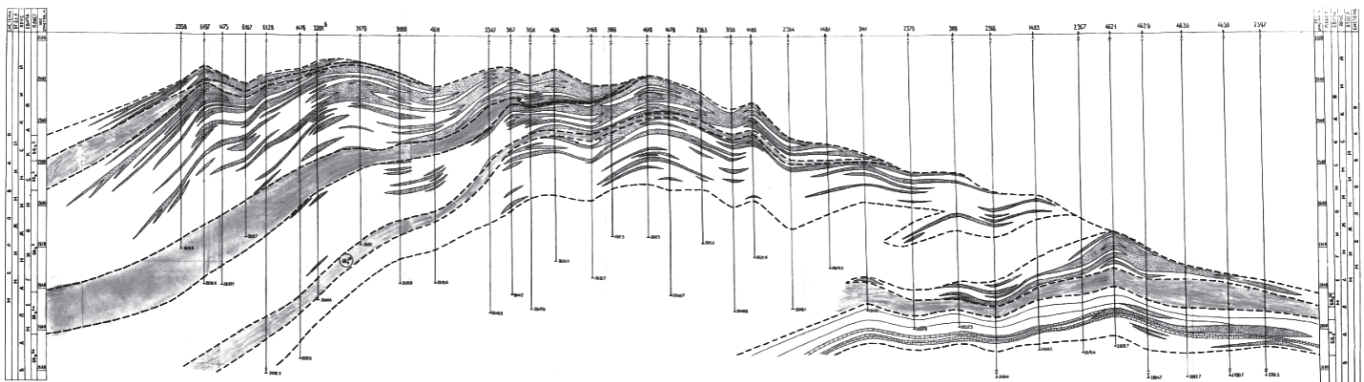


Рис. 1. Геологический профиль объекта БВ-8 Повховского месторождения (вкrest простираения) (Шакиров, 1988).

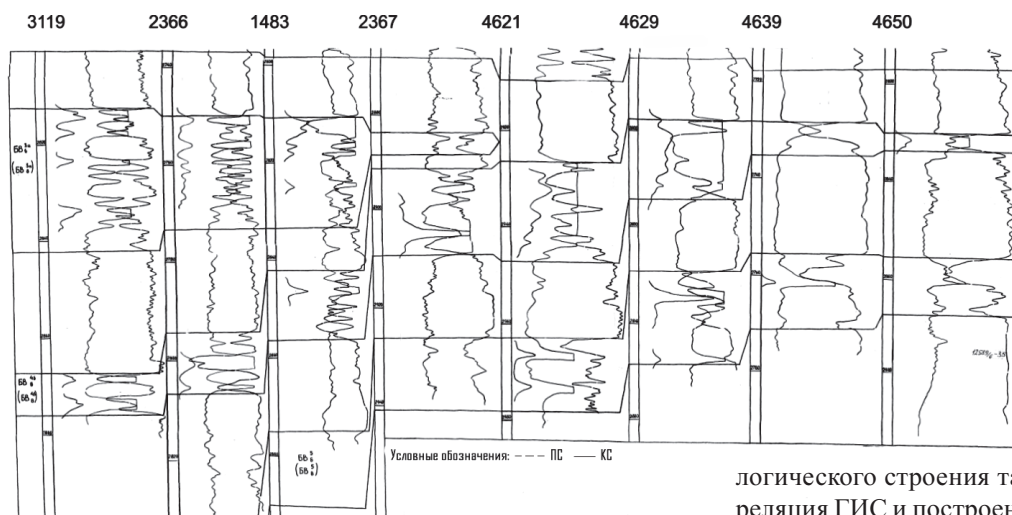


Рис. 2. Схема корреляции пластов БВ-8 Повховского месторождения вкрест простирания (Шакиров А.Н.).

плане, поэтому позволяют корректно скоррелировать пласты (Рис. 2).

В результате детальной корреляции пластов в пределах месторождения была выявлена зона палеовреза с резким повышением толщин (в разы) по сравнению с соседними граничащими скважинами. Палеоврез имеет вид 2-х рукавообразных геологических тел. Эти геологические тела имеют все признаки палеорусел: вытянутая вкрест простирания структура, кратно увеличенная мощность песчаников и алевролитов в направлении с бортов русла к ее центру и отсутствие корреляции пластов на границе врезом с нормально коррелируемыми разрезами.

Таким образом, по результатам исследования объект БВ-8 был расчленен на шесть пластов, выявлена и закартирована зона палеорусел (палеоврезом), и оценены запасы нефти и газа.

Что касается углов падения, они тоже были определены. Углы падения пластов и пропластков сильно отличаются в зависимости от их местоположения. Что, впрочем, характерно для всех клиноформных образований. Углы падения пластов БВ-8 колеблются в пределах месторождения от 3 до 20 м на 1 км.

Далее процесс уточнения геологической модели По-

вховского месторождения продолжался.

В 1993 году профессор Б.М. Орлинский опубликовал **четвертую** версию залегания пластов БВ-8, которое предполагало падение пластов с северо-северо-востока на юго-юго-запад (Орлинский, Файзуллин, 1993). Таким образом, четвертая модель находится в явном противоречии с третьей моделью. В качестве обоснования данной модели геологического строения также послужила детальная корреляция ГИС и построение геостатистических разрезов.

Кроме того, при обосновании модели Б.М. Орлинский ссылается на результаты промыслово-геофизических исследований по контролю заводнения пластов БВ-8, проводившиеся совместно с автором данной статьи. Однако, в данном случае те же самые результаты были использованы для обоснования существенно иной модели напластования.

В том же 1993 г. институтом «СибНИИНП» при очередном подсчете запасов была представлена **пятая версия**, но с плоско-параллельным залеганием объекта БВ-8 и с разделением неокомских отложений на пять пластов: БВ-7, БВ-8, БВ-9, БВ-10, БВ-14 и Ач на основании данных по 2991 скв. Очевидно, что за основу данной модели без существенных была взята модель 1982 года, обозначенная нами как версия номер два.

В 1997 г. специалистами «Шлюмберже» был предложен **шестой вариант** корреляции и модели отложений БВ-8, в котором выделены восемь клиноформно залегающих пласта с наклоном в северо-западном направлении.

В 1999 г. при составлении проекта разработки СибНИИНП в разрезе горизонта БВ-8 по-прежнему выделяется два плоско-параллельно залегающих горизонта БВ8-1 и БВ8-2. Выделять данную модель как самостоятельную, очевидно, не имеет смысла, так как она повторяет уже известные модели версии два и пять.

В 2004 г. в «КогалымНИПИнефть» представлена ра-

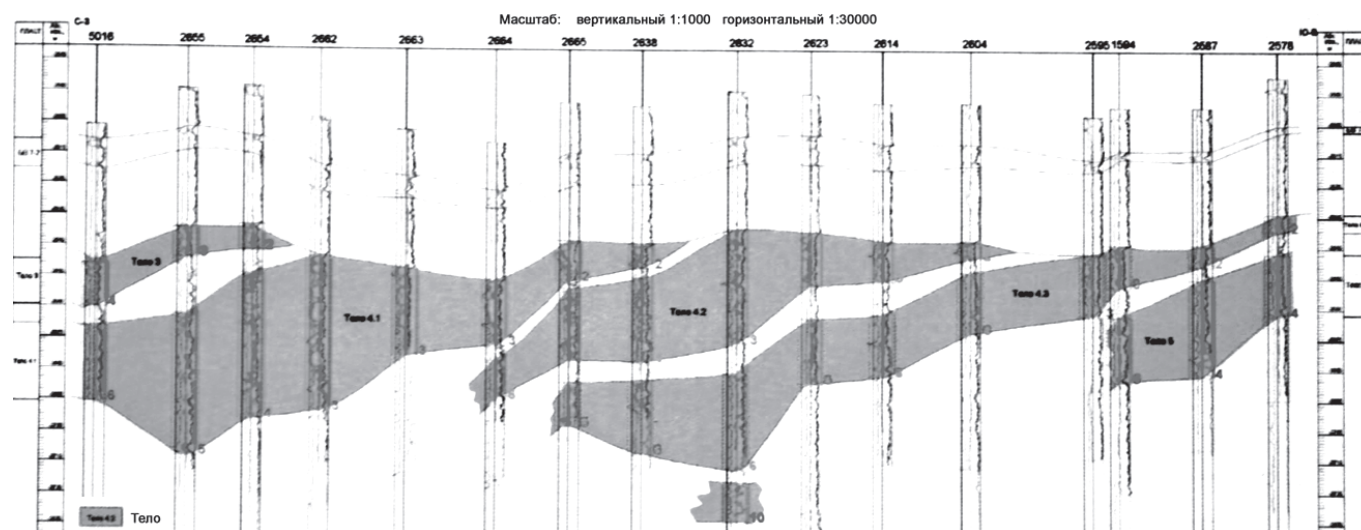


Рис. 3. Субширотный профиль продуктивного пласта БВ8 (Булыгин Д.В., Волков Ю.А., 2008).

бота по пересчету запасов, в котором неокомские отложения были расчленены на пласты БВ-8(1-8), Ач-2, Ач-3, Ач-4, Ач-7, Ач-8, т.е. верхняя часть комплекса отнесена к пласту БВ-8, а нижележащие пласты отнесены к ачимовским отложениям (Гордина и др., 2004). В этой работе использовались данные уже по 3236 скважинам, и это была **седьмой** по счету версией модели. Прототипом этой модели явилась модель «Шлюмберже» без внесения в неё существенных изменений. В качестве обоснования данной модели геологического строения также послужила детальная корреляция ГИС, а также данные сейсморазведки.

В 2005 г. «КогалымНИПИнефть» выполняет анализ разработки пласта БВ8. За основу берется уже известная двухслойная модель с плоскопараллельным залеганием пластов.

Вернемся к модели под номером семь и сравним её нашей моделью 1988 года (модель номер три). На первый взгляд, учитывая сходство концептуальных типов моделей (в обоих случаях принята клиноформная модель залегания), близкое направление падения пластов (в обоих случаях принято падение пластов в северо-западном направлении) и увеличенное с 6 до 8 количество пропластков, можно предположить, что модель номер семь является более детальной версией модели номер три. Однако анализ показывает, что это существенно разные модели, а увеличение количества пропластков получено за счет увеличения в среднем угла падения пропластков.

Далее в 2008 г. представляется еще одна, **восьмая** версия модели (Рис. 3), которая сопровождается описанием теоретических процессов формирования клиноформных отложений (Волков и др., 2013).

Наконец в 2013 г. группой авторов опубликована еще одна **девятая** версия геологической модели пластов БВ-8 Повховского месторождения (Рис. 4). В качестве обоснования новой модели геологического строения наряду с традиционными методиками, такими как детальная корреляция ГИС, корреляция данных сейсморазведки и геостатистические разрезы, использовалось также большое число нестандартных методик: факторный анализ данных ГИС, фашиальный анализ седиментологических макроописаний керна, высокоточная реконструкция палеорельефа и др. Кроме того, к достоинствам восьмой версии геологической модели следует отнести то, что авторы внимательно отнеслись к сравнению предлагаемой ими модели

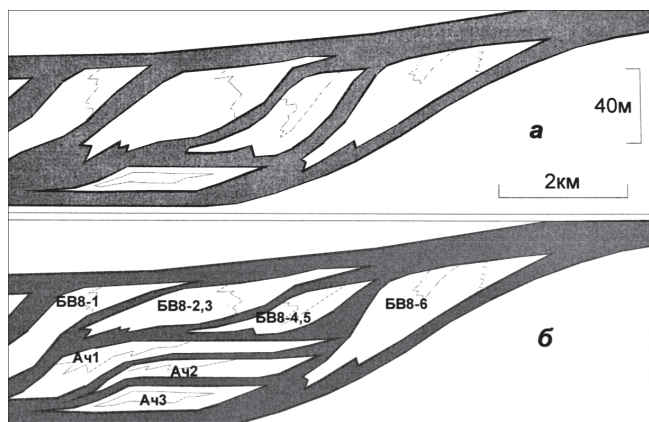


Рис. 4. Схема строения сложной клиноформы (Михайлов В.Н. Волков Ю.А.).

с моделями предшественников, в частности с моделями Б.М. Орлинского (1993 г., четвертая версия) и «КогалымНИПИнефть» (2004 г., седьмая версия) и к обоснованию вносимых изменений.

Однако в итоге проделанной работы получена геологическая модель по всем основным параметрам (количество пластов, направление и углы падения пластов) совпадающая с нашей моделью 1988 г. Как позднее в личной беседе сообщили авторы 8-й модели, при выполнении своей работы они смогли использовать только те материалы, которые находились в фондах «ТПП Когалымнефтегаз» или были опубликованы в открытой печати. Таким образом, о наших результатах, представленных в отчете БашНИПИнефть им ничего не было известно. С учетом этого обстоятельства сходство двух моделей, полученных независимо друг от друга с интервалом четверть века, косвенным образом подтверждает правильность расчленения разреза в обоих этих моделях.

Выводы

На основании проведенного выше анализа можно сделать вывод, что основная проблема при решении задачи построения **качественных геологических моделей пластов неокомских отложений** заключается в отсутствии поступательного движения при переходе к каждой последующей модели геологического строения. То есть новая модель примерно с равной степенью вероятности в зависимости от квалификации специалистов может быть как лучше, так и хуже предшествующей. Эта проблема обусловлена следующими причинами:

- высокая неоднородность и изменчивость литолого-фашиального строения неокомских резервуаров;
- недостаточная разрешающая способность сейсморазведки для решения задач детальной корреляции пластов непосредственно по данным сейсморазведки;
- большое влияние субъективных факторов при использовании традиционных методик, основанных на детальной корреляции ГИС и построении геостатистических разрезов; анализ показывает, что данные методики всегда подтверждают изначально принятую концептуальную модель геологического строения, которая, по сути, предопределяет результаты корреляции;
- поточная система организации геолого-разведочных работ, когда в 90% случаев ради экономии времени и денег каждая последующая модель либо создается заново на пустом месте (без анализа достоинств и недостатков ранее существовавших моделей), либо механически копирует предыдущую внесением минимального количества не всегда обоснованных изменений;
- отсутствие единого информационного пространства, из-за чего часто невозможно использовать результаты предшественников, особенно, если работы ранее выполнялись в другой организации.

Для решения данной проблемы мы считаем необходимым разработать методические рекомендации по использованию нестандартных методик для обоснования моделей геологического строения в ходе проведения регламентных работ таких как, подсчет и пересчет запасов, составление технологических схем и проектов разработки. Имеется в виду, что использование нестандартных методик для более тщательного изучения геологического

строения должно быть изначально учтено в геологическом (техническом) задании на проведение работ и в календарном плане с выделением для этих целей соответствующего финансирования.

Особое значение имеет разработка методических рекомендаций по применению количественных критериев качества корреляции. За основу можно было бы взять, например, карты качества корреляции, упоминаемые в работах (Волков и др., 2013а; 2013б).

Для решения этих и ряда других задач целесообразно ОАО ЛУКОЙЛ-Западная Сибирь совместно с Академией наук Республики Татарстан создать на базе Повховского месторождения полигон по отработке методик инновационного подсчета запасов и проектирования разработки. При выборе данного объекта в качестве полигона учитываются, с одной стороны, уникальные особенности геологического строения Повховского месторождения, что само по себе требует нестандартного подхода к изучению и разработке данного объекта. С другой стороны, учитывается наличие Академии наук РТ специалистов имеющих большой опыт работы по изучению этого объекта и наличие именно по этому объекту колоссального научного задела, включая, в том числе большое количество альтернативных схем корреляции (с которыми ещё надо разбираться).

Литература

Волков Ю.А., Михайлов В.Н., Потрясов А.А., Скачек К.Г. Обоснование новой концептуальной модели геологического строения неокомских клиноформ на основе детальной корреляции пласта БВ8 Повховского месторождения. *Мат. межд. научно-практ. конф.: «Проблемы повышения эффективности разработки нефтяных месторождений на поздней стадии»*. Казань. 2013. С. 79-84.

Волков Ю.А., Михайлов В.Н., Потрясов А.А., Скачек К.Г. Изменение представлений о детальной корреляции пласта БВ8 Повховского месторождения на основе новой модели геологического строения. *Пути реализации нефтегазового и рудного потенциала Ханты-Мансийского автономного округа-Югры. XVI научно-практ. конф.* Ханты-Мансийск. 2013. Т1. С. 326-335.

Гордина Р.И. и др. Пересчет запасов нефти и растворенного газа Повховского месторождения. *Отчет КогалымНИПИнефть*. Когалым. 2004.

Оперативная оценка запасов нефти и газа Повховского месторождения (рук. Шакиров А.Н.). Тема 0456 за 1986-1988 гг.

Орлинский Б.М., Файзуллин Г.Х. Геологическое строение залежи пласта БВ8 Повховского нефтяного месторождения. *Геология нефти и газа*. 1993. №5. С. 9-13.

Шакиров А.Н. Особенности геологического строения пластов БВ-8 Повховского месторождения. *Сборник научных трудов, БашНИПИнефть*. Вып. 77. 1988. С. 190-197.

Сведения об авторе

Альберт Наилевич Шакиров – заместитель директора Академического центра управления инновационным развитием нефтяной отрасли Академии наук РТ

420013, Казань, ул. Баумана, 20, тел: +7(9600)45-01-58

Constructing High-Quality Geological Models of Neocomian Deposits of Western Siberia on the Example of Povkhovsky Oil Field

A.N. Shakirov

Academy of Sciences of the Republic of Tatarstan, Kazan, Russia, e-mail: sh_albert@bk.ru

Abstract. Strong heterogeneity and compartmentalization are specific features of oil-saturated rocks in Western Siberia. These qualities of productive formations considerably complicate development of oil fields. As a consequence, each field has its own patterns of layers occurrence. The above features and lack of information about faunal and floral remains greatly complicate correlation of formation sections. It can lead to misconceptions about the development object. This article raises the issue of more in-depth study of this problem, since nowadays project documents for the development are made based on incorrect geological base.

Keywords: Western Siberia, oil-saturated rocks, Geological Models, correlation of formation sections.

References

Volkov Yu.A., Mikhaylov V.N., Potryasov A.A., Skachek K.G. Obosnovanie novoy kontseptual'noy modeli geologicheskogo stroeniya neokomskikh klinoforn na osnove detal'noy korrelyatsii plasta BV8 Povkhovskogo mestorozhdeniya [Justification of a new conceptual model of the Neocomian clinoforn geological structure based on detailed correlation of the BV8 deposit, Povkhovsky field]. *Mat. Mezhd. nauchno-prakt. конф. «Problemy povysheniya effektivnosti razrabotki neftyanykh mestorozhdeniy na pozdney stadii»* [Proc. Int. Sci. and Pract. Conf. «Problems of oil recovery efficiency improvement on the late stage»]. Kazan. 2013b. Pp. 79-84.

Volkov Yu.A., Mikhaylov V.N., Potryasov A.A., Skachek K.G. View change about the detailed correlation of formation (BV8 Povkhovsky field) on the basis of a new geological structure model.

Sbornik dokladov XVI nauchno-prakt. конф. «Puti realizatsii neftegazovogo i rudnogo potentsiala Khanty-Mansiyskogo avtonomnogo okruga-Yugry» [XVI Sci. and Pract. Conf «Ways of implementation of oil and gas and ore potential of the Khanti-Mansiysk Autonomous District-Yugra»: Collected papers]. Khanty-Mansiysk: «IzdatNaukaServis» Publ. 2013. O.1. Pp.326-336. (In russian)

Gordina R.I. et al. Pereschet zapasov nefiti i rastvorenogo gaza Povkhovskogo mestorozhdeniya [Recalculation of reserves and dissolved gas of the Povkhovsky field]. *Отчет КогалымНИПИнефть* [Report KogalymNIPIneft]. Kogalym. 2004.

Operativnaya otsenka zapasov nefiti i gaza Povkhovskogo mestorozhdeniya [Operational evaluation of oil and gas reserves of the Povkhovsky field]. Theme № 0456. 1986-1988.

Orlinskiy B.M., Fayzullin G.Kh. Geologicheskoe stroenie zalezhi plasta BV8 Povkhovskogo neftyanogo mestorozhdeniya [Geological structure of the BV8 deposit reservoir of the Povkhovsky oil field]. *Геология нефти и газа* [Oil and Gas Geology]. 1993. №5. Pp. 9-13.

Shakirov A.N. Osobennosti geologicheskogo stroeniya plastov BV-8 Povkhovskogo mestorozhdeniya [Features of geological structure of BV-8 deposits, Povkhovsky oil field]. *Sbornik nauchnykh trudov BashNIPIneft* [Collected papers. BashNIPIneft]. Is. 77. 1988. Pp. 190-197.

Information about author

Albert N. Shakirov – Deputy Director of the Academic Center of oil industry innovative development management, Academy of Sciences of the Republic of Tatarstan

420013, Russia, Kazan, Baumana str., 20

Phone: +7(9600)45-01-58