

УДК 550.8.013

DOI 10.31087/0016-7894-2023-1-75-83

## Концептуально новая геологическая модель продуктивных пластов готерив-баррем-аптского возраста на примере Ватьеганского месторождения

© 2023 г. | А.А. Калугин

ООО «ЛУКОЙЛ-Инжиниринг», Москва, Россия; alexandr.kalugin@lukoil.com

Поступила 29.08.2022 г.

Доработана 03.10.2022 г.

Принята к печати 02.12.2022 г.

**Ключевые слова:** геологическое моделирование; концептуальная геологическая модель; Ватьеганское месторождение; пласты группы АВ; готерив-баррем-аптский возраст; каналы; генезис отложений; аллювиально-дельтовая обстановка; врезы; корреляция.

**Аннотация:** Поддержание уровней добычи нефти на зрелых месторождениях Западной Сибири невозможно без геологических моделей, максимально полно отражающих строение природных резервуаров и залежей нефти. Современное моделирование выполняется многофункциональными программными средствами, позволяющими учесть весь объем исторически накопленных геологических данных, однако важнейшим элементом соответствия модели объекту моделирования является ее методологическая основа — выбор правильной геологической концепции строения природного резервуара, заложенной в основу моделирования. Недочет или недостаточная проработка концепции приводит к упрощенному пониманию геологического строения. За ширмой ложного понимания геологического строения такая модель может существовать годами, накапливая множественные нестыковки и допущения, что со временем может привести к кризису геологической основы. Для недропользователей это грозит повышенными экономическими затратами, что особенно критично на финальных стадиях разработки. На примере продуктивных резервуаров группы пластов АВ готерив-баррем-аптского возраста уникального Ватьеганского месторождения показана возможность пересмотра исторических геологических моделей. При переосмыслении концептуальной основы привлечен генезис продуктивных отложений, который стал ключом к пониманию формирования сложной системы резервуаров. Корреляция, выполненная на основе новой концепции, учитывает генетические особенности пород и отражает множественные гидродинамические окна слияния пластов. Новая модель позволила объяснить множественные исторические допущения, а также отобразить всю реальную сложность геологического строения.

*Для цитирования:* Калугин А.А. Концептуально новая геологическая модель продуктивных пластов готерив-баррем-аптского возраста на примере Ватьеганского месторождения // Геология нефти и газа. – 2023. – № 1. – С. 75–83. DOI: 10.31087/0016-7894-2023-1-75-83.

## Paradigm-shifting geological model of Hauterivian-Barremian-Aptian reservoirs: example of Vatyogansky field

© 2023 | А.А. Kalugin

LUKOIL Engineering, Moscow, Russia; alexandr.kalugin@lukoil.com

Received 29.08.2022

Revised 03.10.2022

Accepted for publication 02.12.2022

**Key words:** geological modelling; conceptual geological model; Vatyogansky field; AB group formations; Hauterivian-Barremian-Aptian age; channels; sediment genesis; alluvial-deltaic environment; incisions; picking.

**Abstract:** Maintaining oil production levels in West Siberian mature fields is impossible without geological models representing the structure of natural reservoirs and oil pools to the fullest extent possible. Modern modelling is carried out using multifunctional software tools that allow considering the full extent of historically accumulated geological data. However, the most important factor of the goodness of model fit to the object being modelled is the methodological basis, namely: choice of the proper geological concept of natural reservoir structure behind the modelling. Failure to take into account or insufficient elaboration of a concept result in simplified understanding of geological structure. Hidden behind the false understanding, such a model may exist for years and accumulate numerous mismatches and assumptions; in the course of time this can cause crisis of confidence in the geological framework. For subsoil users, this threatens higher economic costs, which are especially critical in the final stages of field development. By the example of the Hauterivian-Barremian-Aptian productive reservoirs of the AB group formations in the unique Vatyogansky field, the authors demonstrate the possibility of revising historical geological models. Rethinking of the conceptual framework included reservoir genesis that was a key to understanding of formation of the complicated reservoir system. Picking carried out on the basis of the new concept takes into account the genetic features of the rocks and demonstrates the numerous reservoir confluence “windows”. The new model allowed explaining the numerous legacy assumptions and presenting all the actual complexity of geological structure.

*For citation:* Kalugin A.A. Paradigm-shifting geological model of Hauterivian-Barremian-Aptian reservoirs: example of Vatyogansky field. *Geologiya nefi i gaza*. 2023;(1):75–83. DOI: 10.31087/0016-7894-2023-1-75-83.

## Введение

Ключевыми критериями достоверности геологических моделей залежей УВ являются результаты бурения новых скважин и адаптация эксплуатационного фонда к истории разработки. Надежность моделей зависит от многих факторов, основными из которых являются: научно обоснованный концептуальный подход к моделированию, достоверные и полные входные данные, а также технически грамотная реализация концепции в 2D/3D-моделях.

Наиболее критичным для обеспечения достоверности геологической модели является этап обоснования концептуальной основы. Ограниченность исходных данных и слабая техническая реализация геологических 2D/3D-моделей влекут менее крупные погрешности, чем ошибочный выбор концепции. Этап обоснования концепции всегда предшествует всему процессу моделирования. Отсутствие этого этапа или недостаточное к нему внимание приводит к последующим ошибкам в типе и локализации природных резервуаров и геометрии залежей нефти.

Ключевым фактором при выборе концепции является условие осадконакопления продуктивного интервала, поскольку генезис отложений определяет форму залегания и закономерности размещения песчаных тел в разрезе и по площади. В свою очередь это влияет на геометрию и сложность геологического строения резервуара.

На территории деятельности ООО «ЛУКОЙЛ-Западная Сибирь», в западной части Нижневартовского свода, добыча нефти из пластов группы АВ ведется на Покачевском, Урьевском, Ключевом, Кечимовском и других месторождениях. Одним из крупнейших резервуаров нефти в пластах группы АВ является Ватьеганское нефтяное месторождение.

## Проблематика

Для поддержания уровней добычи нефти на зрелых месторождениях Западной Сибири важно критически отнестись к прежним парадигмам и детализировать геологические модели, ранее считавшиеся удовлетворительными. Локальная детализация геологических моделей месторождений ООО «ЛУКОЙЛ-Западная Сибирь» в Широтном Приобье проводилась только на отдельных площадях и частях месторождений, поэтому на Государственном балансе до сих пор числятся фациально-однородные пластовые модели, унаследованные с 1970-х и 1980-х гг. Заложена в их основу концепция базируется на разделении объектов подсчета выдержанными на всей территории непроницаемыми покрывками, изолирующими продуктивные пласты. Детальная корреляция пропластков внутри объектов подсчета отвечает предположению о повсеместном равномерном осадконакоплении в рассматриваемом интервале, что часто не соответствует генезису этих отложений и приводит к искажению геологического пред-

ставления о резервуаре, сложно объяснимому с точки зрения геологии [1].

## Строение Ватьеганского месторождения

Ватьеганское нефтяное месторождение уникально по размеру и запасам нефти. Основной объем запасов приурочен к готерив-баррем-аптским отложениям нижнего мела, к группе пластов АВ. Пласты АВ<sub>2</sub>-АВ<sub>8</sub> относятся к ванденской свите, а завершающий группу пласт АВ<sub>1</sub> — к нижней подсвите алымской свиты.

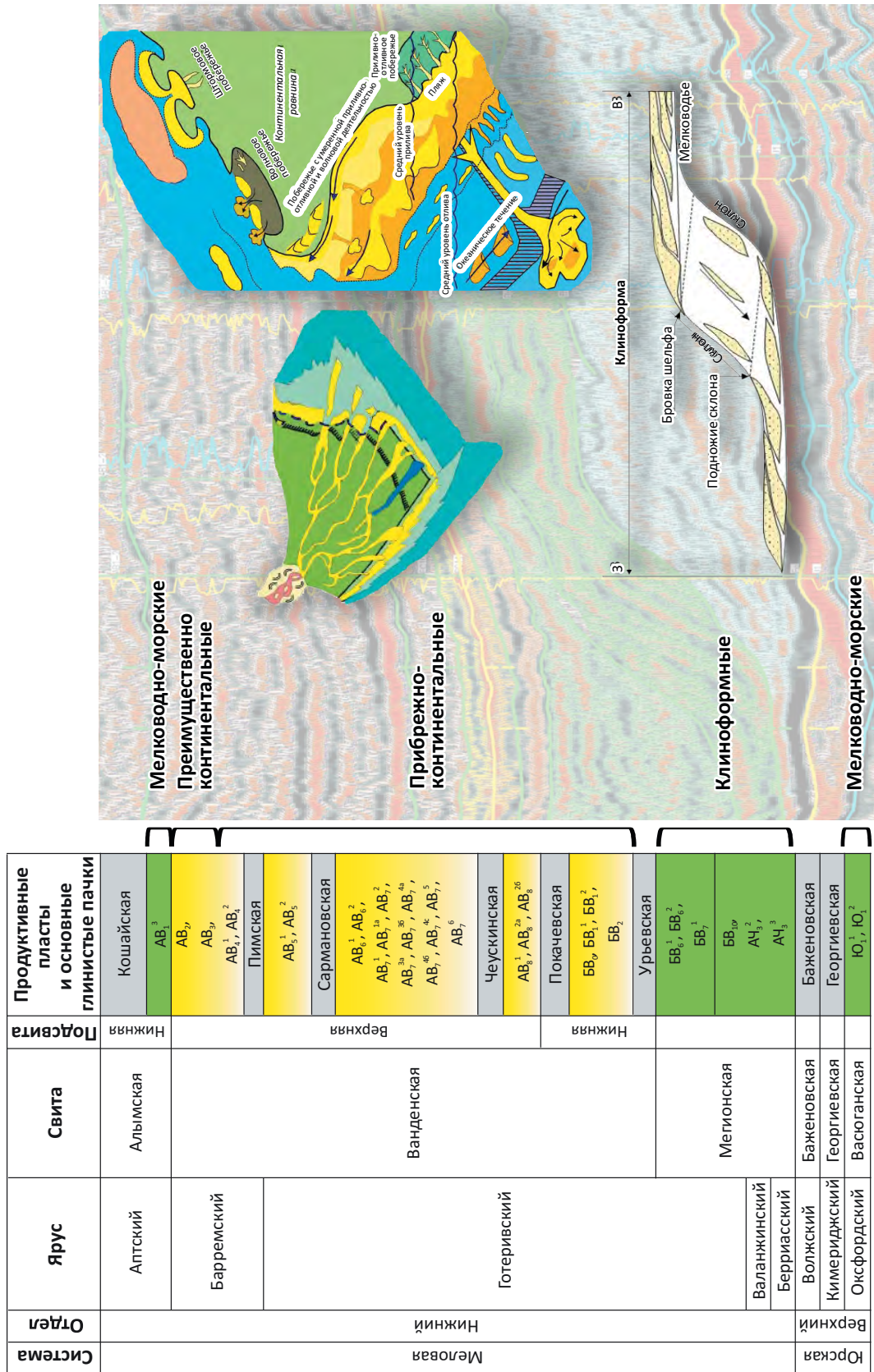
Разрез ванденской свиты характеризуется ритмичным сложным чередованием пачек песчаников, алевролитов и относительно выдержанных глинистых разделов разной толщины. В основании группы пластов АВ лежит регионально-выдержанная покачевская (савуйско-покачевская) пачка аргиллитоподобных глин толщиной 30–35 м. К подошве пачки приурочен сейсмический отражающий горизонт БВ<sub>1</sub>. Пачка легко диагностируется по керну и каротажу, она разделяет группы пластов АВ и БВ.

На Ватьеганском месторождении в составе ванденской свиты выделено 25 продуктивных пластов. Пласты разделены относительно выдержанными толщами глин: чеускинской, разделяющей пласты АВ<sub>7</sub> и АВ<sub>8</sub>, и сармановской, разделяющей пласты АВ<sub>6</sub> и АВ<sub>5</sub>. Аналог пимской глины, который является зональным маркирующим горизонтом на Сургутском своде и опесчанивается на Нижневартовском, с долей условности прослеживается ниже пласта АВ<sub>4</sub>. Перекрывает группу пластов АВ пачка кошайских глин, она уверенно определяется по каротажу и сейсмическим данным. В палеогеографическом отношении указанные толщи накапливались при трансгрессии моря и относительно высоком его уровне (рис. 1).

Песчаники, слагающие разрез, светло- и темно-серые, полимиктовые, крупнозернистые, слюдистые, слабосцементированные с волнисто-прерывистой и линзовидной слоистостью. Глины зеленоватые, зеленовато-серые, местами серые, неравномерно-алевритистые комковатые. Вверх по разрезу наблюдается возрастание роли зеленоцветов. По всему разрезу свиты в керне встречаются обугленный растительный детрит и остатки корневых систем. В шламе отмечаются обломки угля, количество которых резко возрастает в кровле свиты, в пластах АВ<sub>2</sub> и АВ<sub>3</sub>. Общая толщина отложений свиты составляет 560–670 м.

Интервал пластов АВ<sub>2</sub>-АВ<sub>8</sub> формировался в обстановках, меняющихся от пульсирующих регрессий моря до прибрежных, переходящих к прибрежно-континентальным и континентальным условиям [2]. Тренд обмеления моря сохранялся на протяжении формирования всей ванденской свиты. Завершающие процесс регрессии отложения пластов АВ<sub>2</sub> и АВ<sub>3</sub> накапливались в условиях прибрежной аккумулятивной аллювиальной равнины, периодически заливаемой морем. Формирование мощных песчаных тел происходило в условиях

Рис. 1. Продуктивный интервал Ватъеганского месторождения (с использованием схем Фишера В.Л. и Брауна Л.Ф. с соавторами, 1969; Белозерова В.Б., 2001; Ухловой Г.Д., 2004)  
 Fig. 1. Pay interval of Vatyugansky field (the authors used schemes by Fisher V.L. and Brown L.F. et al., 1969; Belozeroва V.B., 2001; and Ukhlova G.D., 2004)





речных и дельтовых долин, между которыми в условиях болотно-озерных пойм отлагались чередующиеся пласты песков и глин [3].

По завершении накопления пласта  $AB_2$  произошла резкая смена палеогеографических условий с субконтинентальных и прибрежно-морских на мелководно-морские и морские, обусловленная началом аптской трансгрессии. В этот период формировались осадки, слагающие алымскую свиту. Изменение условий осадконакопления привело к частичной эрозии верхов ванденской свиты с последующим образованием базального горизонта и накоплением осадков пласта  $AB_1$ . На Ватъеганском месторождении он представлен циклом  $AB_1^3$ , приуроченным к подводному склону.

### Предпосылки к смене концептуальной модели

На Ватъеганской территории палеогеография и динамика седиментации осадков группы АВ сильно менялись. Существовавшие условия осадконакопления предопределили полифациальные условия осадконакопления и послужили причиной гетерогенного строения отложений. Неоднородность наблюдается как в пластах, так и по всему разрезу свиты. Кроме вертикальной неоднородности разреза имеет место высокая литологическая дифференциация по площади месторождения.

Для подобных палеогеографических условий характерно образование линейно вытянутых вложенных «шнурковых» песчаных тел, а также размыты подстилающих отложений [4–6]. Речные и дельтовые обстановки образовывали «канальные» формы песчаных тел [7]. Несмотря на это, литолого-фациальные особенности отложений группы пластов АВ не нашли отражения в прежней геологической модели Ватъеганского месторождения. Одной из причин этого несоответствия является исторически укоренившееся представление о простоте устройства пластовых резервуаров, механически изолированных друг от друга. Это приводило к необъяснимым с позиции геологии изменениям общих толщин и резкой дифференциации эффективных толщин пластов от скважины к скважине, к локальным изменениям отметок водонефтяного контакта (ВНК), к большим различиям в добычных возможностях скважин по площади. По этой причине геологические модели содержали большие погрешности и множественные условности.

Смена концепции геологического моделирования с упрощенной пластовой на русловую модель, соответствующую генезису отложений, позволяет избегать в моделях залежей группы пластов АВ прежних погрешностей и искажений.

### Сейсморазведка и скважины

Основными инструментами выявления и картирования литолого-фациальной неоднородности и песчаных тел в объектах подсчета служит детальная корреляция разрезов скважин по данным ГИС и керн, а также результаты интерпретации сейсмо-

разведки 3D. На Ватъеганском месторождении сейсморазведкой 3D покрыты краевые части, поэтому выделение границ распространения палеоврезов на качественном уровне выполнено только по периферии залежей. Так, русловая система пласта  $AB_2$  явно отображается лишь в западной части месторождения (рис. 2 А).

Стоит отметить, что для разновозрастных отложений пласта  $AB_2$  на сопредельном Кечимовском месторождении подобный прогноз по данным сейсморазведки 3D может быть более полно применен для целей геологического моделирования. Аллювиальная система ярко выражена и четко ограничена, она представлена преимущественно меандрирующими потоками (см. рис. 2 В).

Неоднородность и изменчивость коллекторов в группе пластов АВ выявляются по результатам электрофациального анализа каротажных кривых скважин [1]. Смена палеогеографических обстановок и врезов диагностируется при корреляции разрезов скважин по данным ГИС. Зональные и локальные глинистые реперы хорошо прослеживаются и трассируются по площади. При сопоставлении разрезов скважин повсеместно встречаются резкие замещения сильно расчлененных алевритоглинистых отложений на мощные монолитные песчаные пачки, которые ранее ошибочно коррелировались между собой. Пласты группы АВ вскрыты большим числом скважин, что позволило количественно оценить изменчивость разреза и дифференцировать литофациальные комплексы на уровне корреляционных границ в скважинах. При корреляции выявлены множественные участки, затронутые эрозионными процессами, неучет которых ранее приводил к существенным просчетам. Результаты новой корреляции разреза соответствуют представлениям о формировании целевого комплекса отложений и минимизируют прежние условности выделения границ.

### Применение новой концепции

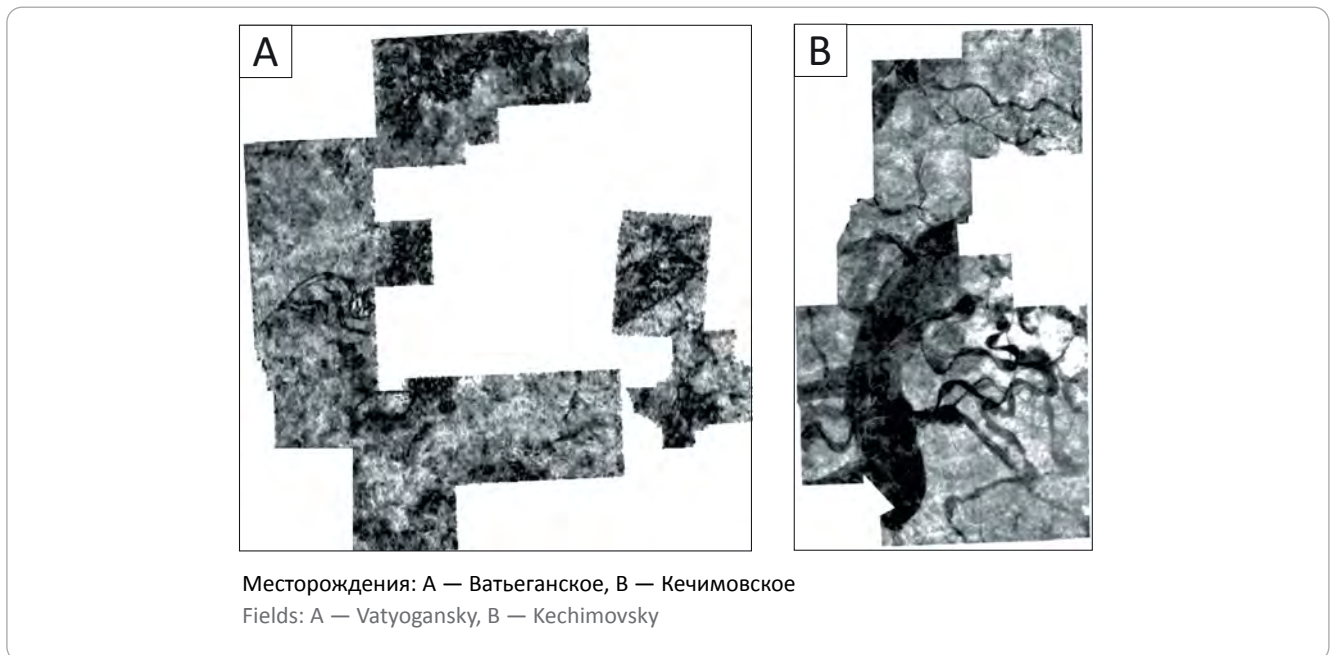
Множественные протяженные вытянутые «шнурковые» песчаные тела различной морфологии встречены во всех пластах группы АВ. Врезы в подстилающее ложе и эрозионные процессы, протекавшие при формировании ванденской свиты, также развиты повсеместно по площади и разрезу. Порой они были настолько активны, что отмечены даже локальные размыты выдержанных зональных глинистых реперов. Так, при накоплении горизонта  $AB_8$ , залегающего в основании группы АВ, наблюдаются зоны размыта экрана — подстилающей покачевской пачки, с формированием «окон» слияния групп пластов АВ и ВВ (рис. 3).

В подошве интервала пласта  $AB_8$  отмечается высокая активность развития каналов. Она несколько затухает к середине интервала и снова возрастает к кровле.

Осадконакопление пласта  $AB_7$  характеризуется высокой динамикой эрозии, что подтверждается

**Рис. 2.** Срезы амплитуд на уровне пласта АВ<sub>2</sub> (по материалам производственных отчетов Филиала ООО «ЛУКОЙЛ-Инжиниринг» «КогалымНИПнефть»)

**Fig. 2.** Amplitude slices at АВ<sub>2</sub> reservoir level (according to reports prepared by Lukoil Engineering branch, KogalymNIPneft)



монолитными песчаниками, достигающими эффективной толщины 40 м. Однако такие песчаники залегают в подошве пласта и они водоносны. Диагностика литофаций в этом пласте важна, поскольку в процессе его накопления происходил размыв подстилающей чеускинской пачки с образованием «окон» слияния пластов АВ<sub>7</sub> и АВ<sub>8</sub>. Динамика эрозионных процессов несколько снижается к периоду формирования продуктивного пласта АВ<sub>7</sub><sup>6</sup>. Подобный режим в целом сохраняется до конца седиментации всего интервала пласта АВ<sub>7</sub>. Наблюдается образование узких врезанных ветвящихся песчаных тел. Основное направление развития «вложенных» тел — с юго-запада на северо-восток. Для продуктивной части пласта АВ<sub>7</sub> характерны обширные извилистые зоны неколекторов, их границы контролируются геометрией «вложенных» песчаных тел. Несмотря на сильную изменчивость разреза, перемены между пластами хорошо прослеживаются при корреляции. Локальные реперы имеют толщину до 5 м и осложнены множественными «окнами» слияния.

При корреляции интервала АВ<sub>7</sub> выявлено большое число палеоврезов, размывающих до трех подстилающих пластов с образованием единого гидродинамически связанного резервуара. Подобное явление невозможно учесть в геологической модели, основанной на концепции «параллельных» пластовых резервуаров.

Интервал пласта АВ<sub>6</sub> унаследовал литолого-фациальные особенности подстилающих отложений. В подошве горизонта АВ<sub>6</sub> ширина и толщина «вложенных» песчаников несколько меньше, чем в

кровле горизонта. Направление развития меняется незначительно.

Перекрывающая группу пласта АВ<sub>6</sub> сармановская глинистая пачка хорошо определяется по скважинным данным. «Окна» слияния пластов АВ<sub>6</sub> и АВ<sub>7</sub> наблюдаются в северной и западной частях месторождения.

Пласты АВ<sub>5</sub> и АВ<sub>4</sub> имеют существенно меньшую продуктивность относительно других пластов, при этом сохраняется тенденция увеличения как эффективных толщин «вложенных» тел, так и их ширины от подошвы к кровле.

Преобладание континентальных условий отмечается вверх по разрезу ванденской свиты, и максимум регрессии приходится на залегающий в ее кровле интервал АВ<sub>2</sub>–АВ<sub>3</sub>. Эти пласты вскрыты 5 тыс. скважин, что обеспечивает равномерное освещение разреза каротажными характеристиками. Даже на небольшом корреляционном разрезе (рис. 4) можно наблюдать развитие системы мощных палеопотоков на разных уровнях, что свойственно дельтовым обстановкам осадконакопления.

Корреляция эрозионной границы между залегающим выше пластом АВ<sub>1</sub><sup>5</sup> и подстилающим его АВ<sub>2</sub> по скважинным данным затруднительна и не позволяет уверенно разделить эти объекты. Точную границу между пластами АВ<sub>2</sub> и АВ<sub>1</sub>, относящимися к разным свитам, можно определить по керну: в нем отмечается переход от зеленоватого оттенка к сероцветам вверх по разрезу, связанный с изменением обстановок осадконакопления. Надежного репера для дифференциации пласта АВ<sub>2</sub> в разрезе нет, а попытки прослеживания локальных реперов



Рис. 3. Пример размыва покаянской пачки глин (Ватъганское месторождение)  
 Fig. 3. An example of the Pokachevsky clay member erosion (Vatyogansky field)

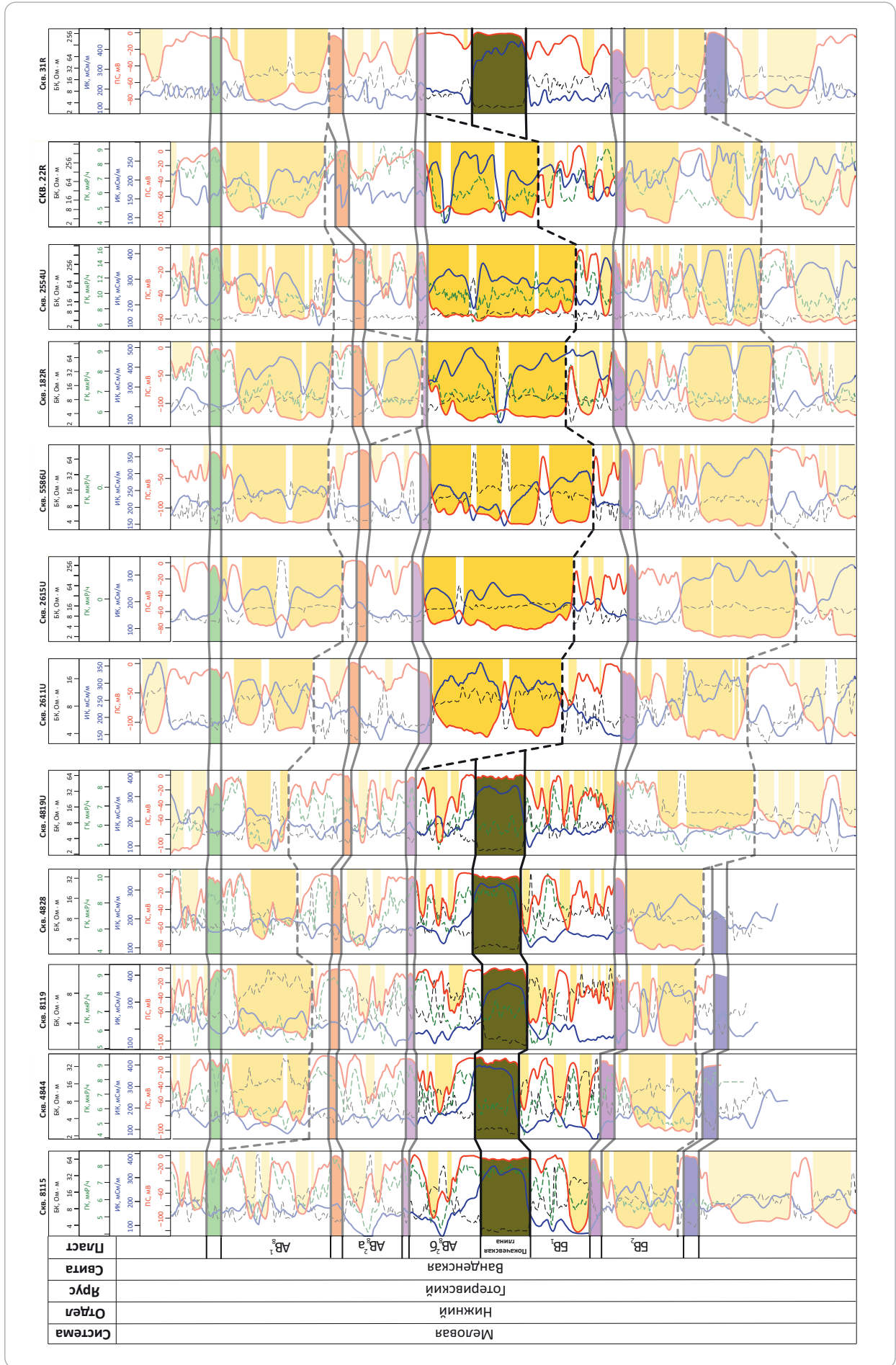
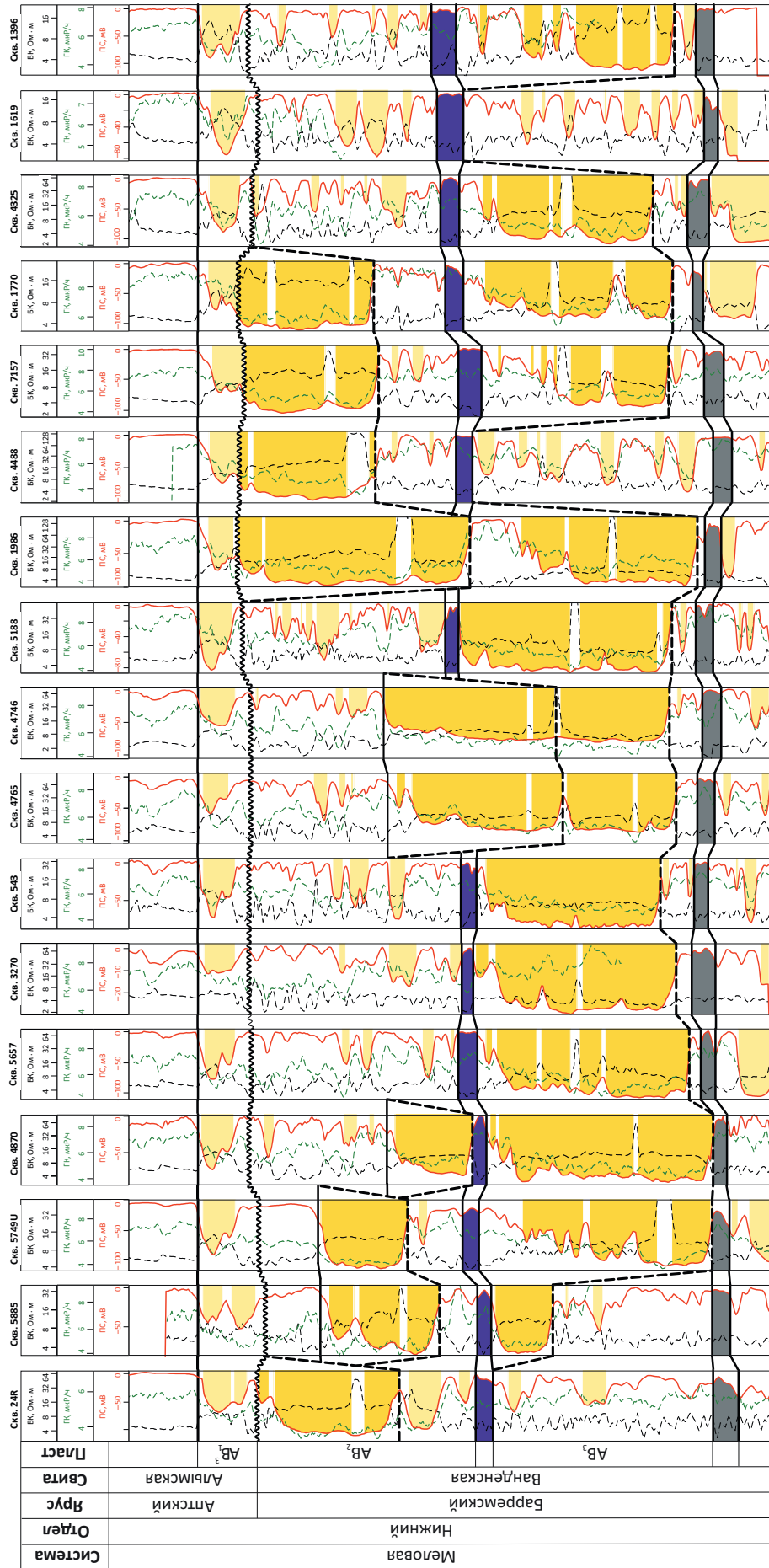




Рис. 4. Пример схемы корреляции интервала АВ<sub>1</sub><sup>3</sup> – АВ<sub>3</sub> Ватъеганского месторождения с учетом «врезовой» концептуальной модели, 2019  
 Fig. 4. An example of correlation chart for АВ<sub>1</sub><sup>3</sup> – АВ<sub>3</sub> reservoir in Vatyogansky field, which accounts for the incision-based conceptual model, 2019



показывают их ограниченность по площади, обусловленную эрозией, поэтому пласты АВ<sub>1</sub><sup>3</sup>, АВ<sub>2</sub> и АВ<sub>3</sub> образуют единый гидродинамически связанный резервуар (см. рис. 4).

Актуализация геологических моделей, построенная на основе прежней концепции, привлекательна, поскольку сокращает время выполнения работы, трудозатраты и финансирование. Однако множественные палеоврезы и размывы подстилающих покрышек, гидродинамические «окна» сливной оказываются за рамками подобной модели. Попытки вписать сложные явления в прокрустово ложе упрощенных концепций путем укрупнения объектов подсчета, литологическими экранами или зонами замещения, с сохранением прежней концепции фациально-однородного строения резервуаров приводит к неизбежным ошибкам в корреляции, искусственному созданию экранов, ограничивающих «раздутую» часть пласта. Все эти приемы приводят к искажению фактических геологических данных и ошибочному пониманию геологии резервуара.

### Выводы

На территории Ватъеганского месторождения в интервале отложений готерив-баррем-аптского возраста (группа пластов АВ) по результатам исследований керн и данных ГИС изучена литолого-фациальная неоднородность геологического разреза.

В интервалах пластов АВ<sub>1</sub>–АВ<sub>8</sub> выявлены и геометризованы многочисленные потоковые системы, формирующие протяженные песчаные тела повышенной эффективной толщины, и «пойменные» разности, характеризующиеся пониженными значениями чередования песчаников и глин.

Для всех пластов определены и закартированы многочисленные врезы в подстилающие ложа, во многих случаях полностью размывающие залегающие в подошве глинистые перемычки и объединяющие смежные пласты в единый гидродинамический резервуар.

«Врезовая» модель позволяет понять прежде необъяснимые случаи увеличения общих и эффективных толщин пластов, скачков отметок ВНК и искусственные «технические» ограничения залежей.

Действующая прежде фациально-однородная геологическая модель пластов группы АВ Ватъеганского месторождения пересмотрена. Аллювиально-дельтовая обстановка осадконакопления пластов стала предопределяющей для создания новой концепции, характеризующей реальные свойства геологического строения и соответствующая фактической сложности строения резервуаров.

На примере группы пластов АВ Ватъеганского месторождения показана возможность создания более точной геологической модели за счет переосмотра концептуальной геологической основы.

### Литература

1. Калугин А.А., Алексеева А.Д., Копылов В.Е. Детализация геологического строения группы пластов АВ Ватъеганского месторождения с целью оптимизации довыработки остаточных запасов // Геология, геофизика и разработка нефтяных и газовых месторождений. – 2020. – Т. 341. – № 5. – С. 25–30. DOI: 10.30713/2413-5011-2020-5(341)-25-30.
2. Конторович А.Э., Ершов С.В., Казаненков В.А., Карогодин Ю.Н., Конторович В.А., Лебедева Н.К., Никитенко Б.Л., Попова Н.И., Шурыгин Б.Н. Палеогеография Западно-Сибирского осадочного бассейна в меловом периоде // Геология и геофизика. – 2014. – Т. 55. – № 5–6. – С. 745–776. DOI: 10.15372/GiG20140504.
3. Филина С.И., Барков С.Л. Седиментационный контроль распределения залежей углеводородов в пластах ЮВ<sub>1</sub>, АВ<sub>2</sub>, АВ<sub>1</sub> Западной Сибири // Геология, геофизика и разработка нефтяных и газовых месторождений. – 2004. – № 4. – С. 11–17.
4. Рединг Х.Г. и др. Обстановки осадконакопления и фации: в 2 т. – М. : Мир, 1990. – 352 с.
5. Рейнек Г.Э., Сингх И.Б. Обстановки терригенного осадконакопления (с рассмотрением кластических осадков). – М. : Недра, 1981. – 439 с.
6. Селли Р.Ч. Древние обстановки осадконакопления. М. : Недра, 1989. – 194 с.
7. Конибир Ч.Э.Б. Палеогеоморфология нефтегазоносных песчаных тел. – М. : Недра, 1979. – 256 с.

### References

1. Kalugin A.A., Alekseeva A.D., Kopylov V.E. Detailing of the geological structure of the AB group of the Vatiegan field reservoirs in order to optimize the additional extraction of residual reserves. *Geology, geophysics and development of oil and gas fields*. 2020;341(5):25–30. DOI: 10.30713/2413-5011-2020-5(341)-25-30. In Russ.
2. Kontorovich A.E., Ershov S.V., Kazanenkov V.A., Karogodin Yu.N., Kontorovich V.A., Lebedeva N.K., Nikitenko B.L., Popova N.I., Shurygin B.N. Cretaceous paleogeography of the West Siberian sedimentary basin. *Russian Geology and Geophysics*. 2014;55(5–6):582–609. DOI: 10.1016/j.rgg.2014.05.005.
3. Filina S.I., Barkov S.L. Sedimentatsionnyi kontrol' raspredeleniya zalezhei uglevodorodov v plastakh ЮВ<sub>1</sub>, АВ<sub>2</sub>, АВ<sub>1</sub> Zapadnoi Sibiri [Depositional control of hydrocarbon pool occurrence in ЮВ<sub>1</sub>, АВ<sub>2</sub>, АВ<sub>1</sub> reservoirs of Western Siberia]. *Geologiya, geofizika i razrabotka neftyanykh i gazovykh mestorozhdenii*. 2004;(4):11–17. In Russ.
4. Reading H.G. et al. *Sedimentary environments and facies*. Elsevier; 1978. 557 p.
5. Reinek G.E., Singkh I.B. *Obstanovki terrigenogo osadkonakoplaniya (s rassmotreniem klasticheskikh osadkov)* [Terrigenous depositional settings (including clastic sediments)]. Moscow: Nedra; 1981. 439 p. In Russ.
6. Selli R.Ch. *Ancient depositional environments*. Moscow: Nedra; 1989. 294 p. In Russ.
7. Konibir Ch.E.B. *Paleogeomorfologiya neftegazonosnykh peschanykh tel* [Paleomorphology of oil and gas bearing sand bodies]. Moscow: Nedra; 1979. 256 p. In Russ.



#### Информация об авторе

**Калугин Александр Александрович**

Начальник управления геологического моделирования  
и подсчета запасов по российским проектам

ООО «ЛУКОЙЛ-Инжиниринг»,

109028 Москва, Покровский б-р, д. 3, стр. 1

e-mail: alexandr.kalugin@lukoil.com

ORCID ID: 0000-0001-6291-4914

#### Information about author

**Alexander A. Kalugin**

Head of Geological Modeling and reserves determination  
Department (Russian projects)

LUKOIL Engineering

3 bldg. 1, Pokrovskiy Bulvar, Moscow, 109028, Russia

e-mail: alexandr.kalugin@lukoil.com

ORCID ID: 0000-0001-6291-4914



НА ПРАВАХ РЕКЛАМЫ



**Наука о сланцах '23. Новый опыт**  
4-й специализированный  
научно-практический семинар

**УСПЕЙТЕ ЗАРЕГИСТРИРОВАТЬСЯ!**

**20 - 22 марта 2023 г., г. Москва**

