УДК 550.242.122 + 551.762(571)

ПАЛЕОГЕОГРАФИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ НЕФТЕНОСНЫХ ПЛАСТОВ ВАСЮГАНСКОЙ СВИТЫ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ

В.Б. Белозёров

Томский политехнический университет
E-mail: BelozerovVB@hv.tpu.ru

Показано, что наличие в пределах Западно-Сибирской плиты активных тектонических узлов, в рамках которых происходит переформирование пространственного волнового поля периодичности 18±1,5 млн л, влияет на палеогеоморфологические особенности развития осадочного бассейна и контролирует местоположение верхнеюрских источников сноса. Впервые составлены палеогеографические схемы на время формирования отдельных нефтегазоносных песчаных пластов горизонта $Ю_1$ васюганской свиты.

Оценка роли волновых тектонических движений в формировании осадочного чехла Западно-Сибирской плиты (ЗСП) [1] открывает новые подходы в палеогеографической реконструкции средне-верхнеюрских отложений. Выделяемые в их составе отложения абалакской, васюганской, георгиевской и баженовской свит формировались в результате последовательного проявления келловейской и кимеридж-волжской трансгрессий. Если в западных районах ЗСП эти трансгрессии по литологической последовательности разреза являются как бы продолжением друг друга и глинистая морская абалакская свита вверх по разрезу сменяется относительно глубоководной глинистой и глубоководной глинисто-битуминозной георгиевской и баженовской свитами, то на востоке и юго-востоке они разделены регрессивно-трансгрессивной песчано-глинистой толщей, относимой к горизонту $Ю_1$. Горизонт $Ю_1$ является основным нефтегазоносным объектом васюганской свиты.

Рассматриваемый ранее как единая гидродинамическая система, этот горизонт в дальнейшем был более детально стратифицирован и разделён на ряд гидродинамически самостоятельных резервуаров, что позволило детализировать палеогеографию келловей-оксфорда. Проведённые исследования показали существенные различия в формировании палеогеографических обстановок трансгрессивного и регрессивного этапов развития верхнеюрского осадочного бассейна. Учитывая связь формирования средне-верхнеюрского осадочного разреза с проявлением волновых колебательных движений [1], особенности строения васюганской свиты следует изучать с позиции выделения литолого-фациальных комплексов.

По существующему определению [2. С. 163–171], под литолого-фациальным комплексом понимается одновозрастная, ритмично построенная осадочная толща, представленная закономерным сочетанием генетически связанных типов пород, сформировавшихся под действием совокупности колебательных движений. Анализ внутреннего строения литолого-фациального комплекса можно проводить на базе систематизации выделяемых литотипов разреза в соответствии с построенной фациально-динамической моделью.

Под литотипом, согласно [3] понимается породная разновидность или «геологическое тело с определённым комплексом взаимосвязанных существенных признаков конституционных, – вещественного состава, строения и т. д., и дополнительных, индикативных – фитоценоз, конкреции».

Фациально-динамические модели в отличие от традиционного районирования территории по типам разреза предусматривают:

- выявление в многообразии имеющихся геологических разрезов литолого-фациального комплекса черт сходства отдельных литологических пачек, позволяющих сгруппировать их в литотипы разрезов;
- расположение выделенных литотипов в генетический ряд, отражающий трансгрессивную либо регрессивную стадии развития осадочного бассейна.

В келловее и верхней юре выделено три литолого-фациальных комплекса. *Первый* – регрессивный прибрежно-морской комплекс келловея-оксфорда, слагающий подугольную толщу васюганской свиты. *Второй* – регрессивно-трансгрессивный (переходный) прибрежно-континентальный и континентальный комплекс оксфорда, отвечающий максимуму регрессии, выделяемый в межугольную толщу васюганской свиты. *Третий* комплекс – трансгрессивный прибрежно-морской оксфорда-кимериджа, формирующий надугольную толщу васюганской свиты и завершающийся накоплением глубоководно-морских высокоуглеродистых, карбонатно-кремнисто-глинистых пород баженовской свиты.

Фациально-динамическая модели подугольной и надугольной толщ представлены шестью литотипами регрессивно-трансгрессивного ряда (рис. 1).

Стратификация выделяемых литотипов разреза [4. С. 34–47] свидетельствует о возрастном скольжении границ надугольной и подугольной толщ. Детальная корреляция разрезов васюганской свиты, в соответствии с построенными фациально-динамическими моделями, позволила реконструировать литолого-фациальные схемы и палеогеографические карты времени формирования отдельных песчаных пластов. Исследования показали су-

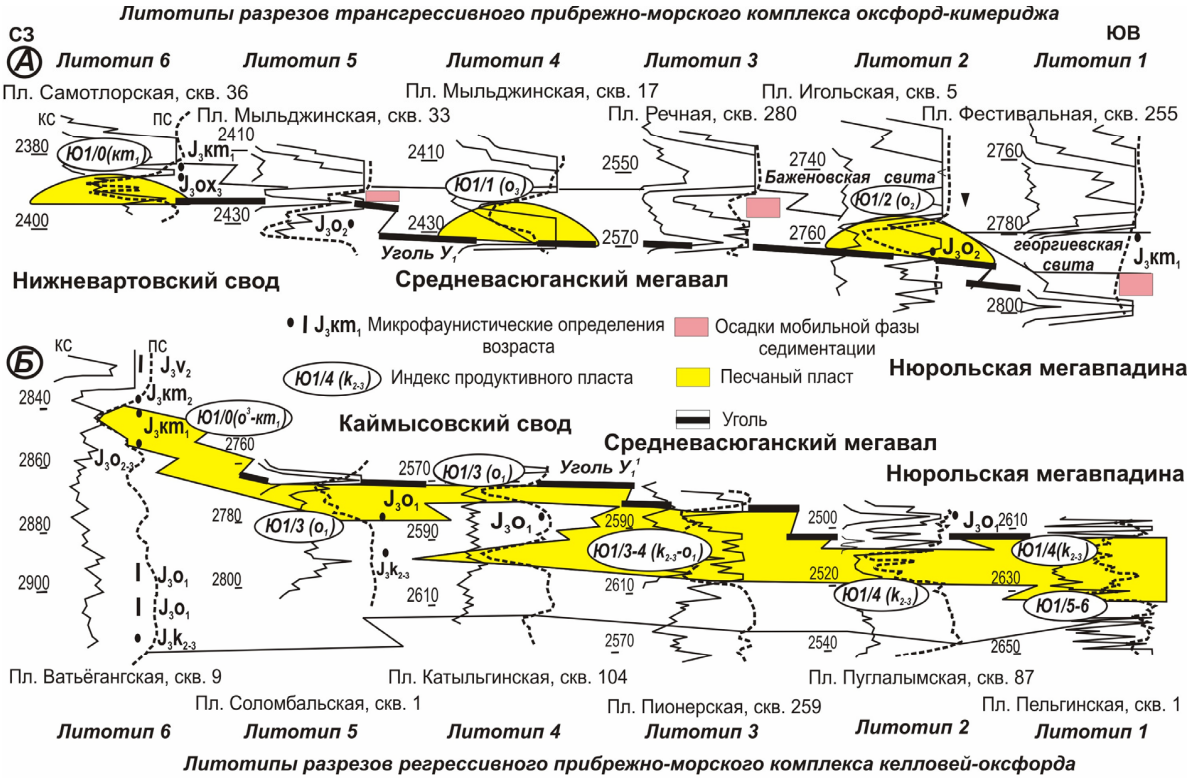

Рис. 1. *Фациально-динамические модели а) трансгрессивного и б) регрессивного осадочных комплексов васюганской свиты*

щественные различия в палеогеографических обстановках формирования осадков на трансгрессивном и регрессивном этапах развития верхнеюрского осадочного бассейна, что было связано с направленностью в смене фаз волновых тектонических процессов периодичности 18±1,5 млн л в переделах выделенных активных тектонических узлов (рис. 2). Так, при формировании подугольной толщи (см. рис. 1, *б*), прерывистый характер вздымания морского дна осадочного бассейна в южной тектонической ячейке ЗСП обусловил кулисообразное (клиноформное) залегание в разрезе пластов $Ю_1^3$ (литотип 5) и $Ю_1^4$ (литотип 2). Формирование песчаных резервуаров было связано с проявлением положительных фаз периодичности 3 млн л. В зоне совместного присутствия пластов $Ю_1^3$ и $Ю_1^4$ (литотип 4) они часто объединяются (литотип 3). В восточной тектонической ячейке, в области перехода морских глин васюганской свиты в континентальные отложения наунакской, в разрезе появляются более древние прибрежно-морские песчаные пласты $Ю_1^5$ и $Ю_1^6$ (литотип 1). Западнее (территория Сургутского и западной части Нижневартовского сводов) регрессивный цикл осадконакопления проявился в верхнем оксфорде и кимеридже (литотип разреза 6), т. к. по характеру тектонического развития эта территория тяготеет к западной тектонической ячейке ЗСП, где в среднем оксфорде преобладали процессы прогибания.

Кульминационным этапом ранне-среднекелловейской трансгрессии явилось значительное расширение морского бассейна, в границах которого накапливались преимущественно глинистые отложения нижневасюганской подсвиты, абалакской и точинской свит (рис. 2). Развитие трансгрессии было обусловлено выравниванием территории и, возможно, эвстатическим подъёмом уровня Мирового океана. На этом фоне проявление отрицательной тектонической фазы периодичности 3 млн л в выделяемых активных тектонических узлах способствовало быстрому распространению обширного по площади мелкого эпиплатформенного моря на большую часть территории Западно-Сибирской плиты.

В результате активизации в позднем келловее положительных тектонических процессов, замедливших скорость прогибания дна осадочного бассейна в пределах юго-восточной и северной тектонических ячеек ЗСП, келловейское море обмелело. Его береговая линия постепенно переместилась в западном направлении (рис. 2). Это повлекло за собой накопление в прибрежной зоне грубообломочного материала пласта $Ю_1^4$. В фациальном отношении пласт представлен регрессивными покровными песками, осложнёнными аккумулятивными постройками дельтовых комплексов (Вахская, Лугинецкая и другие структуры).

Площадное распространение пласта $Ю_1^4$ ограничено полосой субмеридионального простирания, охватывающей центральную и восточную части Нюрольской мегавпадины, Средневасюганский мегавал, западную часть Пудинского мезоподнятия, Александровский и северовосточную пе-

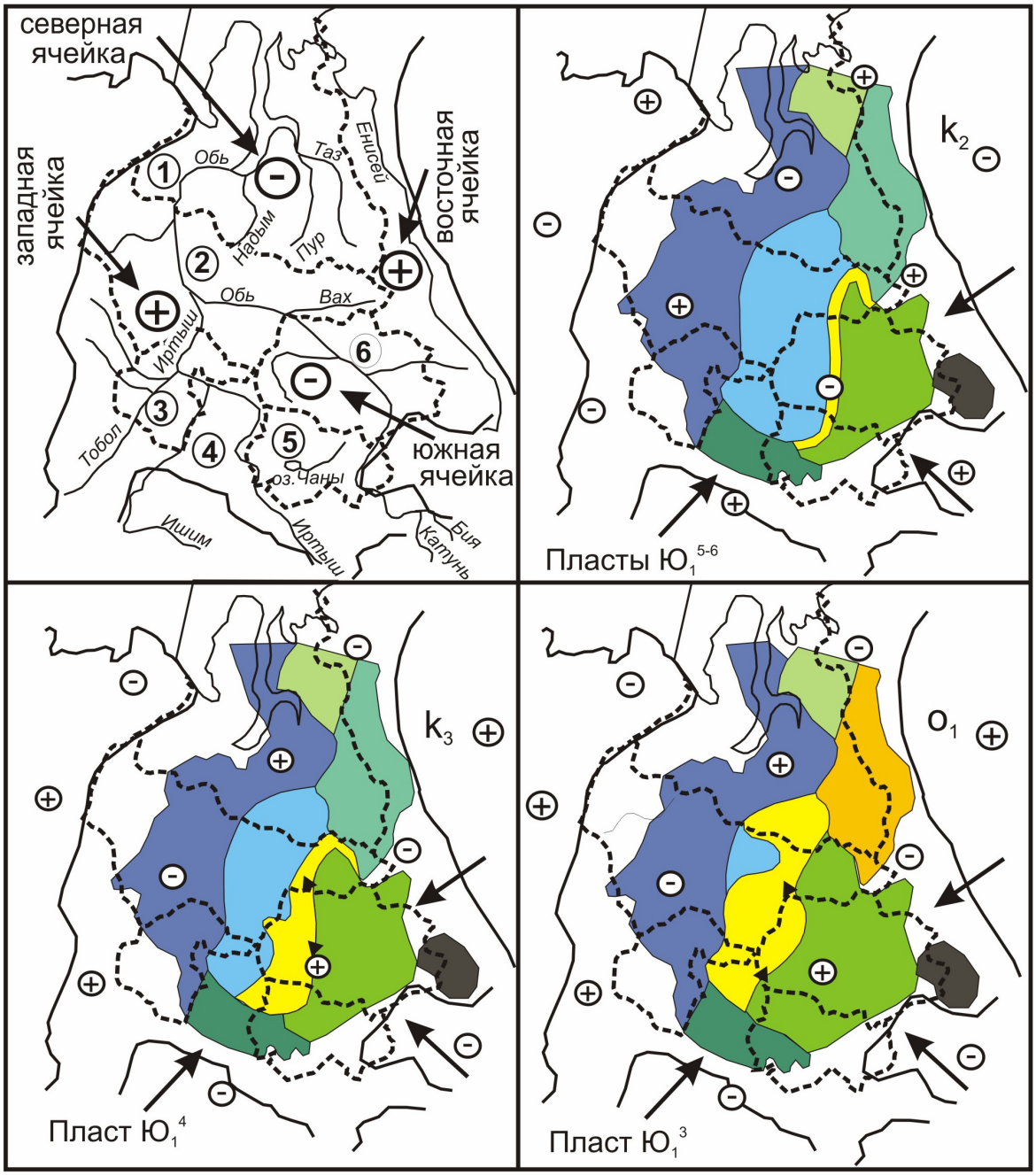

Рис. 2. *Палеогеографические схемы келловея и раннего оксфорда Западно-Сибирской плиты*

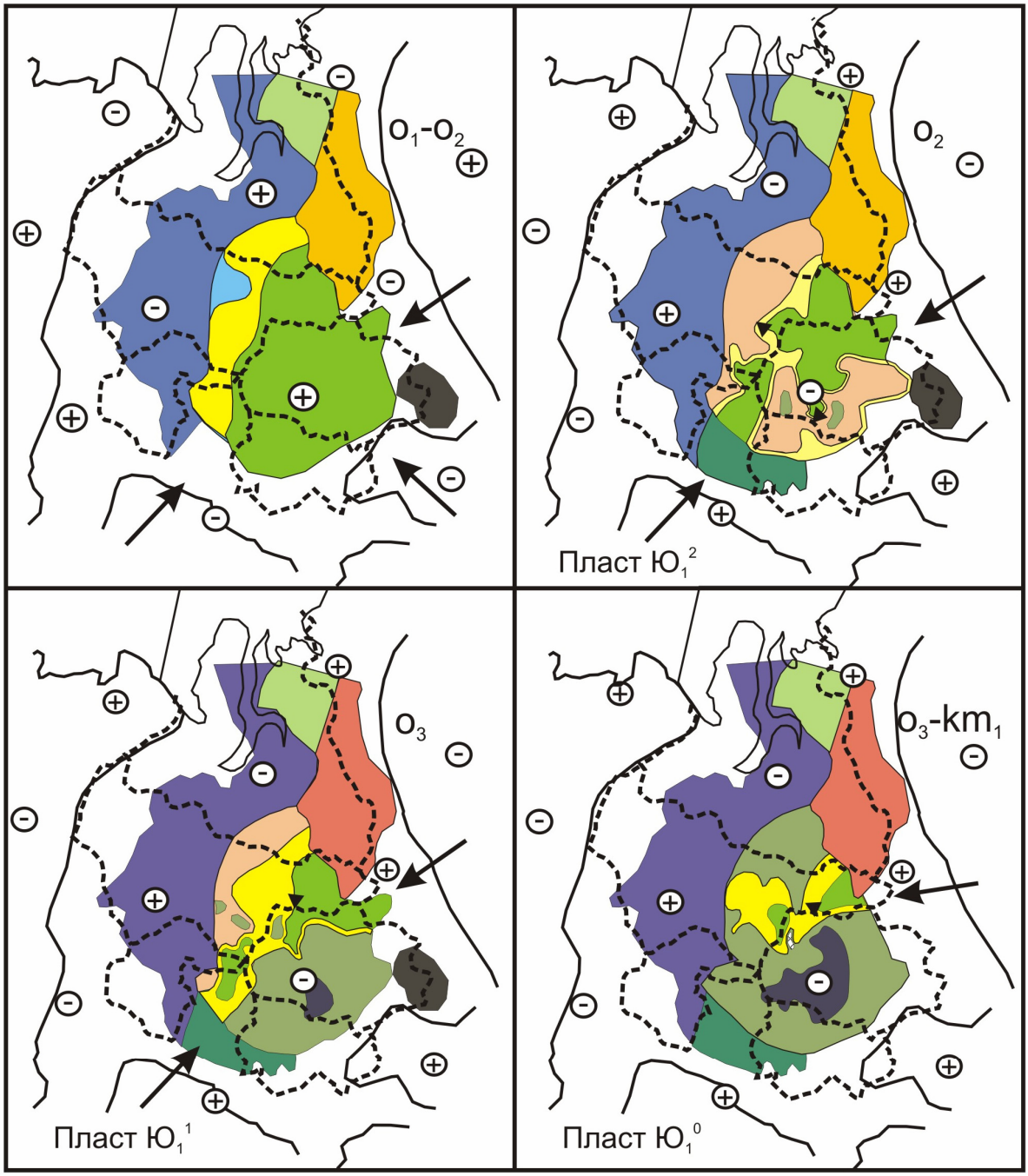

Рис. 3. *Палеогеографические схемы раннего оксфорда и позднего оксфорда – кимериджа Западно-Сибирской плиты*

риклиналь Каймысовского сводов, а также Колтогорский мезопрогиб и западный борт Усть-Тымской мегавпадины. К западу от этой зоны, на Нижневартовском и Каймысовском сводах в Юганской мегавпадине и в Колтогорском мезопрогибе, продолжалось накопление морских алевропелитовых отложений нижневасюганской подсвиты. На востоке, в пределах Парабельского мегавала, восточной части Пудинского мезоподнятия, Александровского свода и северной части Усть-Тымской мегавпадины сохранялись условия для отложения аллювиально-озёрных осадков наунакской свиты.

Последующий импульс восходящих тектонических движений в раннем оксфорде повлёк за собой дальнейшее отступление моря и формирование второй ступени покровных прибрежно-морских песков (пласт $Ю_1^3$), расположенных западнее первой. Для этого времени выделены две обстановки накопления осадков: континентальная и прибрежно-морская (рис. 2). Граница их раздела в пределах Нюрольской мегавпадины совпадает с западной границей прибрежно-морской зоны, существовавшей в среднем-позднем келловее.

Севернее, повторяя контуры Средневасюганского мегавала, эта граница прослеживается далее на Александровском своде и, разделяя его, оставляет центральную его часть в области континентальной седиментации. Западная и северо-западная границы развития регрессивного песчаного покрова контролируются бортом Юганской мегавпадины и рядом более мелких отрицательных структур первого порядка (Верхнеатлановская, Нерутинская мегавпадины), которые испытывали активное прогибание в связи с проявлением отрицательной фазы волнового тектонического процесса с периодом 18±1,5 млн л в западной ячейке ЗСП.

На юго-востоке рассматриваемого региона, охватывающего бортовые части Нюрольской и Усть-Тымской мегавпадин, Средневасюганский мегавал, Пудинское мезоподнятие и восточную часть Александровского свода, формировались континентальные отложения межугольной толщи и наунакской свиты. Так же, как и для пласта $Ю_1^4$, прибрежно-морские осадки пласта $Ю_1^3$ представлены покровными песками, осложненными баровыми постройками и дельтовыми комплексами (Вахская, Крапивинская площади). Общая толщина регрессивного песчаного покрова изменяется от 10 до 20 м, увеличиваясь на участках объединения пластов до 30 м и более.

В завершающую стадию регрессии на границе раннего и среднего оксфорда, в пределах большей части рассматриваемой территории установился прибрежно-континентальный и континентальный режимы осадконакопления (рис. 3). Прибрежно-морская обстановка существовала на территории Юганской мегавпадины, западных частей Нижневартовского свода и Верхнедемьяновского мегавала. Обширная зона прибрежных маршей сменялась на восток низменной аллювиально-озёрной равниной. Соответственно палеообстановкам здесь накапливались осадки континентальной межугольной толщи. Эти осадки клинообразно увеличивают свою толщину в восточном направлении и частично замещают объёмы подугольной и надугольной толщ. При полном замещении нижневасюганской подсвиты континентальными отложениями межугольной толщи, выделяется наунакская свита.

Фациально-динамическая модель прибрежно-морского комплекса оксфорда и кимериджа представлена совокупностью разрезов трансгрессивного ряда (см. рис. 1, *а*), где также выделено шесть литотипов. Подошвенной границей для всех литотипов является стратиграфически «скользящий» угольный пласт $У_1$, кровельной – аргиллиты георгиевской и баженовской свит. В трансгрессивный этап значительно активизировался конседиментационный рост положительных структур первого и второго порядка, что оказало влияние на скорость развития трансгрессии. В периоды быстрого перемещения береговой линии (мобильная фаза седиментации) отлагался незначительный по толщине слой песчано-алеврито-глинистых осадков, а при стабилизации морского побережья активное накопление песчаного материала было связано с конкретными фациальными обстановками (бары, дельты, приливные валы и др.). В надугольной толще *первого литотипа* отмечается последовательная смена вверх по разрезу маломощной пачки алевропелитовых осадков мобильной фазы седиментации глинами георгиевской свиты. Во *втором литотипе* выделяется среднеоксфордский песчаный пласт $Ю_1^2$. Для *третьего литотипа* надугольная толща представлена последовательной сменой глинистых отложений приливно-отливной зоны алевропелитовыми осадками мобильной фазы седиментации. *Четвёртому литотипу* свойственно развитие позднеоксфордского песчаного пласта $Ю_1^1$. В *пятом литотипе* анализируемый интервал разреза представлен значительно сокращённой толщей алевропелитовых отложений мобильной фазы седиментации и в *шестом литотипе* выделяется оксфорд-кимериджский пласт $Ю_1^0$.

Анализ генетического ряда свидетельствует об эпизодичности накопления песчаных пластов по фронту развития трансгрессии, что обусловлено последовательным чередованием осадков, сформированных в периоды стабильных (литотипы 2, 4, 6) и мобильных (литотипы 1, 3, 5) фаз осадконакопления.

Начальная фаза трансгрессии наиболее полно проявилась в юго-восточной и северной частях ЗСП, в результате изменения направленности движений активных тектонических узлов периодичности 18±1,5 млн л. Трансгрессия развивалась на фоне усиления конседиментационного роста структур первого и второго порядка, при котором отрицательные тектонические элементы (впадины, мегапрогибы) испытывали активное прогибание, а положительные (свод, мегавал) – поднятие. На момент замедления прогибания бассейна седиментации в среднем оксфорде, что было обусловлено проявлением положительной фазы волны периодичности 3 млн л, континентальная обстановка продолжала существовать на Средневасюганском мегавале, большей части Пудинского мезоподнятия, Александровском, центральной части Каймысовского и северо-западной части Нижневартовского сводов (рис. 3).

Обширные зоны лагун и приливно-отливных равнин выделены в пределах Каймысовского свода, юго-восточной части Нюрольской мегавпадины. Относительно глубоководная зона была характерна для центральной и южной частей Нюрольской, Юганской мегавпадин, южной части Колтогорского

мезопрогиба. В узкой зоне песчаной полосы побережья, окаймляющей континентальную равнину, формировался песчаный пласт $Ю_1^2$. В фациальном отношении пласт $Ю_1^2$ представлен вдольбереговыми и барьерными баровыми постройками, барами дальней зоны (Игольско-Таловое поднятие), обстановками дельтовой седиментации (Калиновая, Нижнетабаганская, Киняминская и др. площади). Толщина песчаников в среднем составляет 2...6 м, увеличиваясь в дельтовых комплексах до 10...5 м и более.

Для приливно-отливной и континентальной равнин Каймысовского, Нижневартовского, Александровского сводов, Пудинского мезоподнятия, Верхнедемьяновского, Парабельского и Средневасюганского мегавалов было характерно развитие приливно-отливных каналов и речных систем, где толщина песчаников изменяется от единиц до первого десятка (Карасёвская, Весенняя, Стрежевская, Малореченская и др. площади) метров.

Последующий импульс трансгрессии на рубеже среднего и позднего оксфорда изменил распределение фациальных зон в пределах рассматриваемой территории. Активизация погружения ранее всего проявилась в южной и северной, а поднятия – в западной и восточной тектонических ячейках (рис. 3). Это существенно ограничил поступление терригенного материала в осадочный бассейн со стороны основных источников сноса (Сибирская платформа, Казахстан).

В соответствии с проведённой корреляцией радиоактивных пачек баженовской свиты по данным гамма-каротажа [5. С. 32–35], на момент стабилизации береговой линии в позднем оксфорде, в наиболее погруженных участках Нюрольской и Усть-Тымской мегавпадин (южный активный тектонический узел), формировались более древние её пачки. Береговая линия, в общих чертах повторяя конфигурацию побережья среднего оксфорда, переместилась в северном и северо-западном направлениях.

Покровный характер развития пласта $Ю_1^1$, отмечается в пределах Нижневартовского и северной периклинали Каймысовского сводов, северной части Колтогорского мезопрогиба. Осадки прибрежно-континентальной и континентальной равнин выявлены на Средневасюганском, Верхнедемьяновском мегавалах, где песчаники приурочены к руслам рек и приливно-отливным каналам.

За пределами прибрежно-морской полосы, в сторону относительного глубоководья (Нюрольская, Юганская, Усть-Тымская мегавпадины, Колтогорский, Верхнеаганский мезопрогибы и прилегающие к ним склоновые погружения крупных платформенных поднятий) формировались фосфориты, глинистые, и глауконитсодержащие осадки георгиевской свиты. В фациальном отношении прибрежно-морской пласт $Ю_1^1$ слагают трансгрессивные береговые пески, вдольбереговые, барьерные бары, дельты. Толщины позднеоксфордских песчаных построек для различных фациальных зон аналогичны среднеоксфордским.

Проявление положительной фазы волновых движений периодичности 3 млн л в раннем кимеридже, после очередного импульса трансгрессии, вновь стабилизировало положение береговой линии, изменив её конфигурацию (рис. 3). По сравнению с поздним оксфордом область прибрежно-морского осадконакопления сократилась. Песчаные отложения распространены лишь по линии, соединяющей западный и восточный активные тектонические узлы ЗСП, для которых были характерны процессы поднятия, что способствовало формированию шестого литотипа разреза регрессивного ряда (см. рис. 1, *б*). Активное погружение в раннем кимеридже территорий, расположенных в пределах северного и южного тектонических узлов, отразилось в усилении прогибания Юганской, Нюрольской мегавпадин, Ярайнерско-Етыпуровского, Верхнеаганского, Колтогорского мезопрогибов и прилегающих к ним склонов положительных структур первого порядка. Здесь отлагались преимущественно глинистые осадки георгиевской свиты. Песчаный материал аккумулировался, в основном, на склонах Нижневартовского и на северной периклинали Александровского сводов. Сосредоточен он в баровых постройках и дельтах, где толщина коллектора составляла от 3 до 10 м и более. В центральной части Нижневартовского свода существовала обширная приливно-отливная равнина, где грубозернистые отложения отлагались в приливно-отливных каналах.

В верхнекимериджское и волжское время глубоководная обстановка осадконакопления распространилась на большей части осадочного бассейна в пределах северного и южного активных тектонических узлов, где накапливались высокоуглеродистые карбонатно-глинисто-кремнистые осадки баженовской свиты.

Как следует из вышеизложенного, палеогеографические реконструкции келловея и оксфорда, проведённые на основе проявления волнового процесса тектогенеза, более объективно учитывают накопленный фактический материал по стратиграфии и литологии отложений васюганской свиты.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Белозёров В.Б., Иванов И.А. Кинематическая модель осадконакопления отложений платформенного чехла Западно-Сибирской плиты // Геология и геофизика. – 2003. – Т. 44. – № 8. – С. 781–795.
2. Филина С.И. Литология и палеогеография Среднего Приобья. – М.: Наука, 1977. – 212 с.
3. Македонов А.В. Типизация и систематика осадочных пород и фаций // Эволюция осадочного процесса на континентах и в океанах: Тез. докл. XII Всес. литологич. общ. – Новосибирск, 1981. – С. 136–137.
4. Брадучан Ю.В. Биостратиграфические аспекты верхнеюрских отложений Западной Сибири // Биостратиграфические аспекты верхнеюрских отложений Западной Сибири: Сб. науч. тр. Зап.-Сиб. НИГНИ. – Тюмень, 1987. – 131 с.
5. Белозёров В.Б., Даненберг Е.Е., Нарута Ю.С. Расчленение и типы разрезов баженовской свиты: Сб. науч. тр. Зап.-Сиб. НИГНИ. – Тюмень, 1979. – Вып. 141. – 112 с.

Поступила 08.12.2006 г.