

А. И. Ларичев

УДК. 553.98: 551.763.1(571.122)

ПАЛЕОГЕОМОРФОЛОГИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ ПЕСЧАНЫХ ТЕЛ ГРУППЫ АС В РАЗРЕЗЕ НЕОКОМА СЕВЕРО-ЗАПАДНОЙ ЧАСТИ СУРГУТСКОГО СВОДА

**А. И. Ларичев, Н. В. Мельников, Л. Н. Константинова,
Н. Я. Медведев, И. М. Кос**

*(Сибирский научно-исследовательский институт геологии, геофизики
и минерального сырья, Институт геологии нефти и газа СО РАН,
ОАО «Сургутнефтегаз»)*

Для сангопайской свиты северо-западной части Сургутского свода в результате корреляции продуктивных пластов и реперных горизонтов по данным бурения выделены два региональных циклита – пимский и быстринский. Используя электрометрические модели песчаных тел для морских фаций с учетом глубин морского бассейна, удалось построить палеогеоморфологические разрезы и карты для групп пластов АС₁₋₁₂ и АС₁₋₄. В основу этих построений положены генезис песчаных тел и предположение о том, что глубины моря в целом возрастают в западном направлении, в сторону склоновых участков. Выявлены вдольбереговые бары, Лянторский барьерный остров, забаровые и заостровные лагуны, зоны конусов выноса песчаников.

На территории Западной Сибири основные запасы углеводородов связаны с неокосским продуктивным комплексом. Вопросам строения неокосской толщи, в том числе выделению клиноформ и циклитов, посвящено много работ. В результате использования скважинной корреляции, в частности трассирования глинистых пачек в качестве маркирующих горизонтов [4, 5, 9, 12, 13], а также применения сейсмогеологического анализа [7] удалось разработать клиноформную модель неокома. В основу такой модели положено разделение толщи неокома на субрегиональные циклиты, а также предположительное распределение в циклитах индексированных песчаных пластов, которые в одних случаях являются телами локального ранга, в других имеют зональное и субрегиональное распространение. Поэтому одной из основных задач поиска нефти и газа является прогноз песчаных коллекторов. Ниже будет рассмотрено строение пластов АС₄ – АС₁₂ сангопайской свиты [14], в которых выявлен ряд залежей нефти и газа, сосредоточены большие запасы УВ. Наиболее крупные залежи приурочены к разным пластам и горизонтам, например, на Федоровском месторождении – к горизонту АС₅₋₈, на Быстринском – к пластам АС₇ и АС₈, на Лянторском – к пластам АС₉ и АС₁₀, на Камыньском – к пластам АС₁₀ и АС₁₁, на Маслиховском и Биттемском – к пласту АС₁₁. Таким образом, к западному окончанию Сургутского свода происходит смещение крупных залежей вниз по разрезу.

Целью данной работы является изучение закономерностей распределения песчаных тел в верхней части неокома (сангопайская свита) с применением палеогеоморфологических и литофациальных реконструкций на время их формирования.

Детальная корреляция разрезов проведена по 108 скважинам поискового и разведочного бурения на Лянторском, Биттемском, Маслиховском, Камыньском, Ай-Пимском месторождениях.

В результате анализа распределения песчаных и глинистых пачек терригенная толща сангопайской свиты и пимская пачка усть-балыкской свиты разделены вслед за другими исследователями [2, 3, 7, 11, 10, 15, 16] на два ре-

гиональных циклита – пимский и быстринский.

В подошве пимского циклита залегает реперная глинистая пимская пачка (верхняя часть усть-балыкской свиты), в подошве быстринского циклита – реперная быстринская глинистая пачка, представленная двумя-тремя пластами конденсированных глин, разделенных глинисто-алевритовыми слоями. Граница, разделяющая пимский и быстринский циклиты, в восточной части изучаемой территории совпадает с кровлей песчаного пласта АС₉, который в западном направлении постепенно выклинивается. Верхняя граница быстринского циклита проходит по подошве алымской свиты.

Определение фациальных обстановок осадконакопления основывалось на анализе керна, данных бурения и сейсморазведки. Применение стандартной методики корреляции разрезов скважин по каротажным диаграммам [1] позволило выделить реперы (пачки конденсированных глин) в кровле и подошве пимского и быстринского седиментационных комплексов. Использование электрометрических моделей песчаных тел-коллекторов для морских фаций [8] с учетом глубин морского бассейна дало возможность построить палеогеоморфологические разрезы для пимского и быстринского циклитов. В основу этих построений положены генезис песчаных тел и предположение о том, что глубины моря в целом возрастают в западном направлении в сторону склоновых участков, нулевой линии соответствует поверхность моря.

В основании пимского циклита залегает пачка темно-серых аргиллитов, которые являются региональным репером на Сургутском своде и на каротажных диаграммах выделяются по кривым КВ (высокие значения), БК и КС (низкие значения). Толщина пимской

пачки на изучаемой территории изменяется от 10...15 до 45 м. Пимскую пачку перекрывают глинистые, глинисто-алевритовые породы, толщина которых увеличивается в западном направлении от 10 до 70 м. Выше в пимском циклите находятся песчаные пласты АС₉–АС₁₂, которые разделены слоями глинисто-алевритовых пород (рис. 1). Минимальные толщины (первые метры) глинистых слоев фиксируются на Лянторском месторождении. В северо-западном направлении их толщина значительно увеличивается – до 60...70 м на Ай-Пимском месторождении.

Песчаники продуктивного пласта АС₁₁ имеют повсеместное распространение в северо-западной части Сургутского свода. Песчаники преимущественно серые, средне- и мелкозернистые, плотные, крепкие, с тонкослоистой текстурой. Песчаное тело пласта АС₁₁, толщина которого достигает 40 м (скв. 17–Лянторская), местами расслаивается на два-три слоя толщиной до 10 м. Пласт АС₁₀, как и пласт АС₁₁, повсеместно распространен на изучаемой территории и отделен от нижележащего пласта глинистой пачкой, толщина которой увеличивается с востока на запад от 5...10 до 30 м. Песчаник светло-серый, мелко-, реже среднезернистый, кварцевослюдистый, местами плохо отсортированный, содержит включения мелких обломков (1...2 мм) углистого детрита. Толщина песчаного пласта АС₁₀ также уменьшается в западном направлении от 20 до 5 м (см. рис. 1). Песчаный пласт АС₉ отделен от пласта АС₁₀ глинистой пачкой толщиной до 20...30 м. Песчаники серые, мелкозернистые, известковистые, с очень редкими линзовидными прожилками глинисто-углистого вещества. Толщина пласта АС₉ постепенно уменьшается в западном направлении от 15...20 м до полного его замещения глинистыми породами.

Толщина пимского циклита в северо-западной части Сургутского свода изменяется от 120 до 160 м.

В основании быстринского циклита залегают реперная быстринская пачка, имеющая сходные каротажные характеристики с пимской глинистой пачкой. Быстринская пачка разделяется глинисто-алевритовыми породами толщиной не более 15 м на два-три слоя (мощность каждого около 10 м). В западном направлении глинисто-алевритовые слои местами замещаются песчаниками, а в восточном полно-

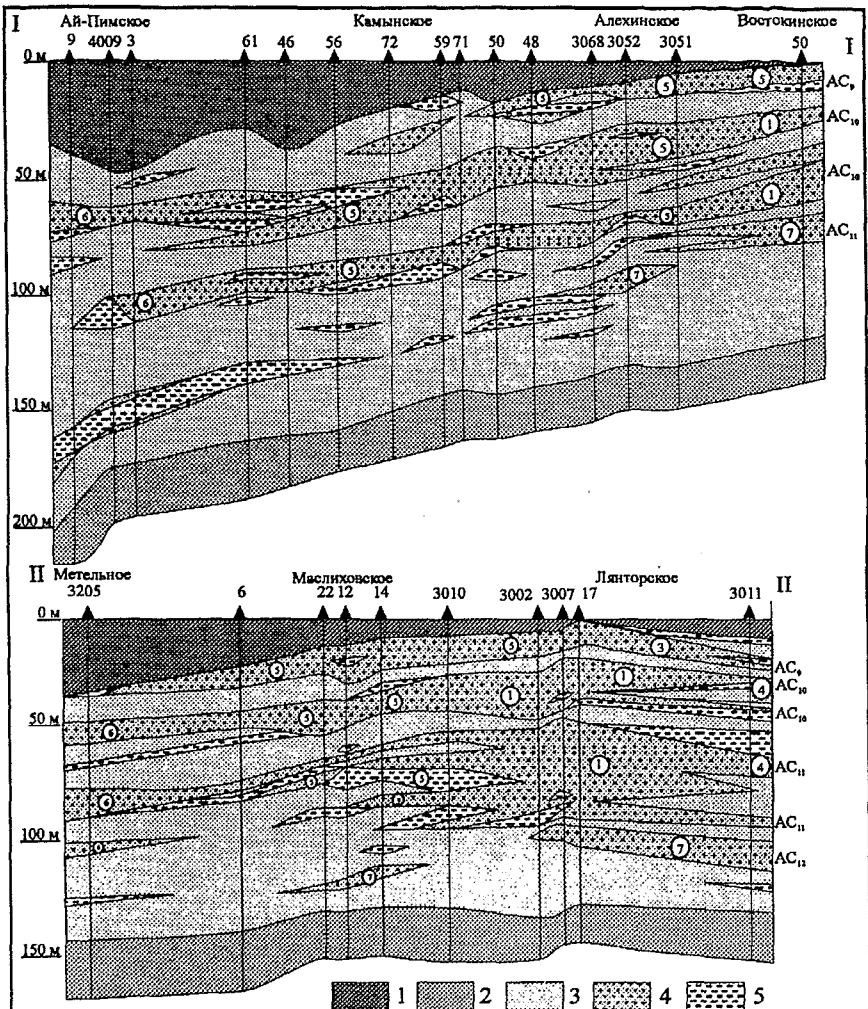


Рис. 1. Палеогеоморфологический разрез пимского циклита на начало формирования быстринской пачки:

1 – морская вода; 2 – быстринская пачка тонкоотмученных глин; 3 – аргиллит; 4 – песчаник; 5 – алевролит; ① – барьерные острова; ② – пляжи; ③ – вдольбереговые бары; ④ – забаровые и заостровные лагуны; ⑤ – зоны береговых песчаных гряд и валов; ⑥ – зоны конусов выноса песчаников; ⑦ – зона песчаников морского мелководья

стью выклиниваются и быстринская пачка составляет одно тело толщиной до 40...45 м. Выше быстринской пачки в циклите выделена группа песчаных пластов АС₄₋₆, которые на ряде участков изучаемой территории образуют единое песчаное тело (рис. 2). Верхняя часть быстринского циклита сложена глинисто-алевритовыми породами, поэтому кровля группы песчаных пластов АС₄₋₆ расположена на 15...40 м ниже границы сангопайской и алымской свит. Толщина быстринского циклита увеличивается в западном направлении от 90 до 140 м.

В палеогеоморфологическом плане накопление осадков происходило при погружении дна палеобассейна в западном направлении. Основными палеогеоморфологическими элементами являются мелководная часть шельфа, или, как считают Ю. Н. Кародин, С. В. Ершов и др. [5], «дельтовая платформа», бровка шельфа, или «фронт дельты», склон шельфа, или «склон дельты», и подводный конус выноса, или «глубоководная часть авандельты». Накопление

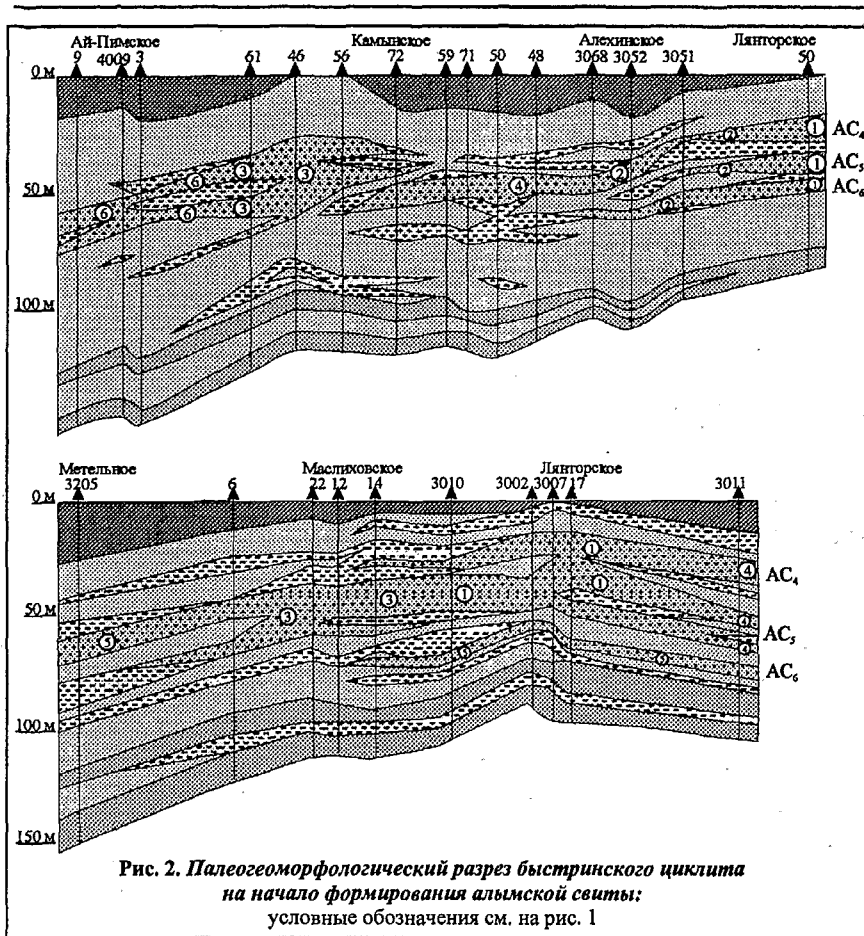


Рис. 2. Палеогеоморфологический разрез быстринского цикла на начало формирования альмской свиты: условные обозначения см. на рис. 1

терригенного материала на исследуемом участке происходило в пределах дельтовой платформы. Она представляла собой мелководье с отложениями баровых и лагунных фаций, которые контролируют площадное распространение коллекторов с разными фильтрационно-емкостными свойствами [6]. В пределах дельтовой платформы авторами выделены прибрежно-морские обстановки формирования песчаных тел и мелководного шельфа. В прибрежно-морских обстановках выделены фации барьерных островов, пляжей, вдольбереговых баров, забаровых и заостровных лагун, песчаных гряд и валов, а зона конусов выноса песчаного материала приурочена к мелководному шельфу (рис. 3, 4).

Формирование пластов AC_{9-12} происходило в зоне морского мелководья. На палеопрофилях (см. рис. 1) песчаные тела пласта AC_{12} имеют ограниченное распространение, узкую вытянутую форму и в западном направлении постепенно замещаются алевролитами или распространяются в виде отдельных линз. Максимальная толщина песчаников пласта AC_{12} составляет около 25 м (скв. 5256–Лянторская).

Песчаники пласта AC_{11} сформировались в прибрежно-морских и мелководно-морских шельфовых обстановках. В прибрежно-морских обстановках сформировался Лянторский барьерный остров (рис. 3). Отличительной особенностью электрометрической модели фаций барьерных островов является кривая ПС, которая располагается в зоне отрицательных откло-

нений ПС ($\alpha_{ПС} = 1,0 \dots 0,8$). Кровельная линия аномалии горизонтальная, подошвенная – регрессивная наклонная зубчатая. Толщина песчаников достигает 30...45 м. Поперечные сечения песчаных тел барьерного острова на время формирования имеют линзообразно-выпуклую форму (см. рис. 1, разрез II-II). Барьерный остров сложен песками (60...90 %) преимущественно средне- и мелкозернистыми. Алевролиты и глины занимают подчиненное значение.

В центральной части изучаемой территории песчаники пласта AC_{11} формировались на шельфе, образуя береговые песчаные гряды и валы толщиной до 20 м. Песчаные валы формировались в плане изолированно друг от друга. Между ними выявлены участки с толщиной песчаных тел до 10 м. Такие фациальные обстановки характерны для северной половины изучаемой территории, куда песчаного материала поступало мало (см. рис. 3).

Поперечные сечения песчаных гряд, сформировавшихся в прибрежной части морского шельфа, имеют вытянутую форму. Электрометрическая модель представляет собой треугольник, расположенный в зоне отрицательных отклонений кривой ПС. Кровельная линия горизонтальная прямая, подошвенная – наклонная, почти всегда осложнена зубчатостью. Максимальное отклонение кривой ($\alpha_{ПС} = 0,8 \dots 1,0$) характерно для верхней части аномалии. Содержание песчаных пород в отложениях этой фации 40...60 %. Песчаник преимущественно мелкозернистый. Характерной особенностью является развитие песчаных тел группами как в разрезе, так и по площади, что необходимо учитывать при их прогнозе. Средняя толщина их в северо-западной части Сургутского свода составляет примерно 15 м.

В западной части изучаемой территории песчаники были сформированы в зоне конусов выноса на мелководном шельфе. Свообразные подводные конусы образуются в результате выхода разрывных течений в открытое море, где они теряют скорость и, растекаясь, откладывают влекомый ими терригенный материал. В районе Биттемского месторождения толщина таких песчаников пласта AC_{11} составляет 10...15 м, а на Метельной площади уменьшается до 5...10 м (см. рис. 3).

Осадкообразование песчаных тел пласта AC_{10} происходило в сходных фациальных условиях.

Песчаники пласта AC_9 формировались в мелководной части шельфа в виде береговых гряд и валов.

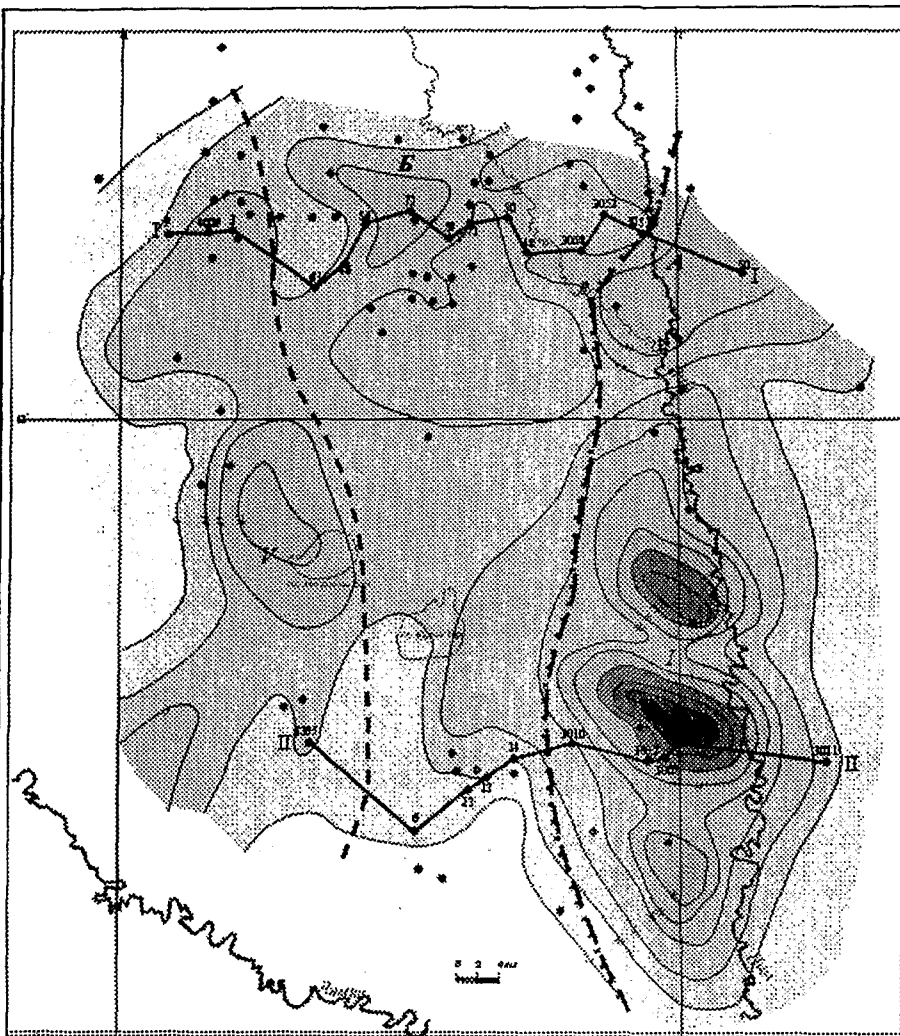


Рис. 3. Карта изопахит песчаников и палеогеографические обстановки формирования пластов AC_{3-12} : условные обозначения см. на рис. 4

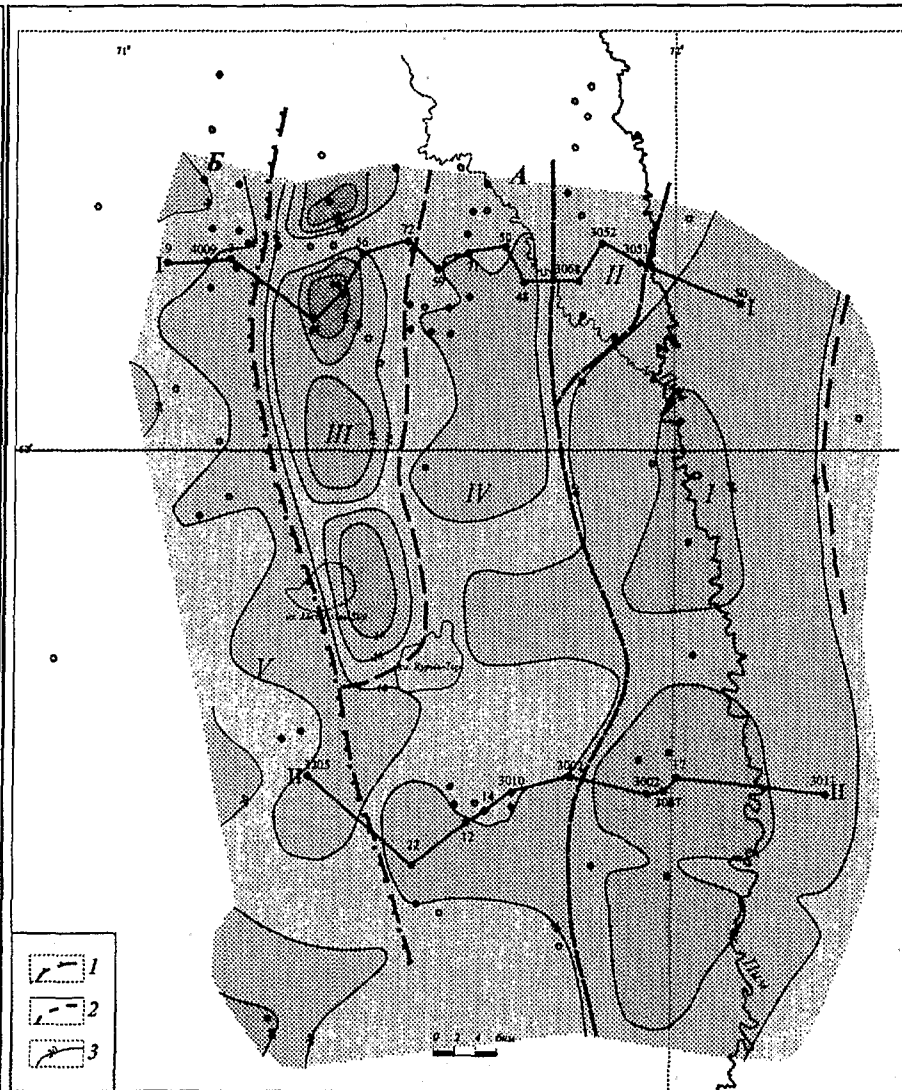


Рис. 4. Карта изопахит песчаников и палеогеографические обстановки формирования пластов AC_{44}

1 – граница прибрежно-морских палеогеографических обстановок формирования; 2 – границы палеогеографических участков; 3 – изопахиты песчаников; А – прибрежно-морские обстановки; Б – шельфовые обстановки; I – Лянторский барьерный остров; II – пляжи; III – вдольбереговые бары; IV – забаровые и заостровные лагуны; V – зоны конусов выноса песчаников

На палеоразрезах хорошо видна узкая вытянутая форма песчаных тел пласта АС₉, сформировавшихся в мелководных морских обстановках. При слабонаклонном рельефе дна морского бассейна заметны постепенное погружение пласта АС₉ и его выклинивание. В более глубоководных частях шельфа могут быть встречены лишь отдельные линзы, сложенные песчаным или алевроитовым материалом. При субгоризонтальном рельефе шельфа в западном и восточном направлениях (разрез II-II) от осевой части барьерного острова происходят постепенное погружение пласта АС₉ и уменьшение толщины до его полного выклинивания.

Во время формирования быстринского циклита на северо-западе Сургутского свода господствовали прибрежно-морские обстановки осадкообразования (см. рис. 4). Обстановки мелководного шельфа захватили только самую западную часть свода. Для восточной части характерны обстановки барьерных островов, которые тесно связаны с фацией вдольбереговых баров, так как барьерные острова образуются над вдольбереговыми регрессивными барами в результате их последующего частичного выхода над уровнем моря. Это хорошо видно на разрезе II-II, где барьерный остров, сформированный песчаниками группы пластов АС₄₋₆ на площади Лянторского месторождения, постепенно переходит в баровое тело на территории Маслиховского месторождения. Совсем другой переход этих фаций наблюдается в разрезе через Камыньское, Алехинское и Лянторское месторождения, где Камыньский вдольбереговой бар отделен от Лянторского барьерного острова заостровной лагуной, которая образует в прибрежной части моря полузамкнутый или замкнутый водоем. Количество песчаного материала в лагуне обычно не превышает 10%. Глинистые образования этой фации в поперечном сечении имеют линзовидную вогнутую форму (см. рис. 2). Электрометрическая модель этой фации представляет собой неравнобедренную трапецию, расположенную в зоне положительных отклонений кривой ПС ($\alpha_{ПС} = 0,4...0,1$). Кровельная линия модели наклонная прямая или зубчатая, боковая – вертикальная волнистая, подошвенная – чаще наклонная зубчатая (рис. 5). Высота аномальных отклонений кривой ПС составляет около 10...15 м, причем максимальные значения $\alpha_{ПС}$ приурочены к верхней части отклонений кривой, а минимальные – к нижней.

Западнее лагуны прогнозируется Камыньская зона вдольбереговых песчаных баров. Зона баров вытянута субмеридионально на десятки километров (см. рис. 4). Вдольбереговые бары сложены на 80...100% псаммитами. Песчаные тела вдольбереговых баров в поперечном сечении по северному обрамлению участка имеют линзообразно-выпук-

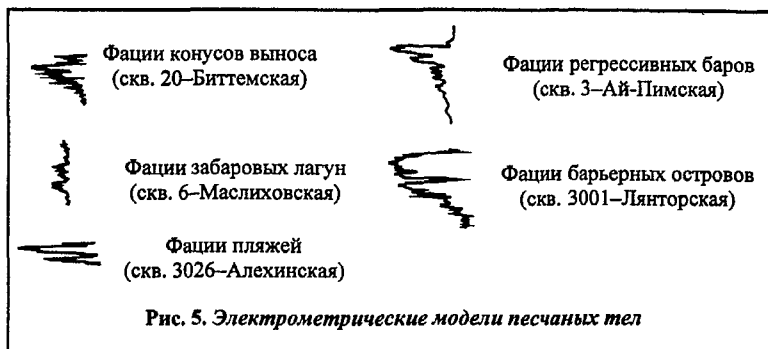


Рис. 5. Электрометрические модели песчаных тел

лую асимметричную форму. В плане они образуют сложнопостроенные песчаные тела, состоящие из нескольких соприкасающихся или перекрывающихся друг друга баров. Песчаники от мелко- до среднезернистых, хорошо отсортированные, с четко выраженной слоистостью. Максимальная толщина бара в разрезе скв. 46-Камыньской достигает 40 м.

Западнее вдоль береговых баров на открытом шельфе (юго-западная часть, включая Метельную площадь) формировались конусы выносов песчаного материала толщиной более 10 м (см. рис. 4).

Таким образом, с учетом разной фациальной принадлежности песчаных тел быстринского и пимского комплексов восстановлены палеоглубины морского бассейна. На уровень моря выведены наиболее приподнятые участки барьерных островов. Так, максимальные глубины морского бассейна во время формирования группы пластов АС₉₋₁₂ достигали 50 м, а пластов АС₄₋₆ – около 25 м. Следовательно, для изучаемого участка шириной более 70 км рельеф дна бассейна имел очень слабый наклон. С проградацией мелководья на западе связано формирование группы пластов АС₇₋₁₂ Приобской нефтеносной зоны, где уже наблюдается постепенный переход дельтовой платформы к глубоководной части авандельты [5]. Поэтому рассмотренная модель пространственного размещения песчаных тел, основанная на выделении разных палеогеографических участков в пределах дельтовой платформы, позволяет прогнозировать новые коллекторы в верхах неокома западной части Сургутского свода.

ЛИТЕРАТУРА

1. Интерпретация результатов геофизических исследований нефтяных и газовых скважин: Справочник / Под ред. В. М. Добрынина. – М.: Недра, 1988. – 476 с.
2. Карогодин Ю. Н. Классификация, структура и номенклатура ритмов и соподчиненных с ними литостратиграфических, гидрогеологических и нефтегазоносных подразделений // Проблемы нефтегазоносности Сибири. – Новосибирск: Наука, 1971. – С.150–153.
3. Карогодин Ю. Н. Ритмичность осадконакопления и нефтегазоносность. – М.: Недра, 1974. – 176 с.

4. Карогодин Ю. Н., Нежданов А.А. Неокомский продуктивный комплекс Западной Сибири и актуальные задачи его изучения // Геология нефти и газа. – 1988. – № 10. – С. 9–14.
5. Приобская нефтеносная зона Западной Сибири; Системно-литологический аспект / Ю. Н. Карогодин, С. Ю. Ершов, В. С. Сафонов и др. – Новосибирск: Изд-во СО РАН, НИЦ ОИГГМ, 1996. – 251 с.
6. Корчемкин В.Н., Архипов С.В., Медведев Н.Я. Литология и коллекторские свойства продуктивных пластов АС_[4]–АС_[12] месторождений Сургутского района // Геол. нефти и газа. – 1997. – № 10. – С. 34–41.
7. Сейсмогеологический анализ нефтегазоносных отложений Западной Сибири / Мкртчян О. М., Трусов Л.Л., Белкин Н. М., Дегтев В. А. – М.: Наука, 1987. – 126 с.
8. Муромцев В. С. Электрометрическая геология песчаных тел – литологических ловушек нефти и газа. – Л.: Недра, 1984. – 260 с.
9. Нежданов А.А., Корнев В. А. Комплексные особенности корреляции продуктивных пластов неокома Сургутского и Нижневартовского нефтегазоносных районов // Выделение и корреляция основных стратонамов мезозоя Западной Сибири. – Тюмень: ЗапСибНИГНИ, 1984. – С. 84–87.
10. Нежданов А.А. Основные закономерности строения сейсмостратиграфических комплексов неокома Западной Сибири // Геофизические методы при обосновании объектов нефтепоисковых работ в центральных районах Западной Сибири. – Тюмень: ЗапСибНИГНИ, 1988. – С. 62–70.
11. Прогноз нефтегазоносности ачимовской толщи северной центриклинали Нижнепурского мегапрогиба / И. И. Нестеров, В. Н. Бородкин, В. Н. Высотский и др. // Сов. геология. – 1988. – № 11. – С. 5–13.
12. Онищук Т. М., Наумов А.Л., Векслер Л.А. Корреляция продуктивных пластов нижнего мела в Среднеобской НГО // Геология нефти и газа. – 1977. – № 6. – С. 32–37.
13. Основные закономерности строения сейсмостратиграфических комплексов неокома Западной Сибири // Геофизические методы при обосновании объектов нефтепоисковых работ в центральных районах Западной Сибири. – Тюмень: ЗапСибНИГНИ, 1988. – С. 62–70.
14. Решения 5-го Межведомственного регионального стратиграфического совещания по мезозойским отложениям Западно-Сибирской равнины. – Тюмень: ЗапСибНИГНИ, 1991. – 54 с.
15. Трофимук А.А., Карогодин Ю.Н. Общетеоретические и методологические вопросы основных направлений и задач исследования геоцикличности // Геоцикличность. – Новосибирск: ИГиГ СО АН СССР, 1976. – С. 9–15.
16. Возможности локального прогноза зон развития коллекторов на основе комплексирования данных сейсморазведки и бурения / Л.Л. Трусов, Н.М. Белкин, И.С. Бехтерев, С.Э. Котунов // Локальный прогноз нефтегазоносности Западно-Сибирской геосинеклизы. – Тюмень: ЗапСибНИГНИ, 1989. – С. 68–79.