



НОВЫЕ ДАННЫЕ О ГЕОЛОГИЧЕСКОМ СТРОЕНИИ И НЕФТЕГАЗОНОСНОСТИ МЕССОЯХСКОЙ ГРЯДЫ НА СЕВЕРЕ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ

Н. М. Кулишкин*, В. В. Харахинов*, С. И. Шленкин*, О. И. Попова*, Д. Н. Коняев*,
Ю. Б. Андрейчик*, А. В. Пантелеев**, А. В. Подойницын**

Изложены новые данные по геологии и нефтегазоносности Мессояхской гряды (порога) в районе Среднемессояхского вала. Выявлена ее ведущая роль в создании седиментационного облика северной части Западно-Сибирского осадочного мегабассейна. Созданные геологические модели Западно- и Восточно-Мессояхского месторождений свидетельствуют о существовании в пределах Среднемессояхского вала крупной тектоно-седиментационной системы, включающей гигантское многоярусное нефтегазоконденсатное Среднемессояхское месторождение.

Ключевые слова: Мессояхская гряда, Среднемессояхский вал, неантиклинальные ловушки, сейсмостратиграфический анализ, клиноформное тело.

NEW DATA ON GEOLOGICAL STRUCTURE AND OIL-AND-GAS-BEARING CAPACITY OF MESSOYAKHA RIDGE IN THE NORTHERN PART OF WEST SIBERIA

N. M. Kulishkin, V. V. Kharakhinov, S. I. Shlenkin, O. I. Popova, D. N. Konyaev,
Yu. B. Andreychik, A. V. Panteleev, A. V. Podoinitsin

The article deals with new data on geology and oil-and-gas-bearing capacity of Messoyakha ridge (knickpoint) in the Middle-Messoyakha swell. The leading role of the ridge in sedimentation character of the northern West Siberian megabasin is determined. The developed geological models of the West Messoyakha and East Messoyakha fields definitely prove the existence of a large tectonic sedimentary system including the huge multilayered Middle-Messoyakha oil and gas condensate field.

Key words: Messoyakha ridge, Middle-Messoyakha swell, nonanticline traps, seismostratigraphic analysis, clinoform body.

В 2006–2010 гг. в результате геолого-разведочных работ, проведенных предприятиями ОАО «НГК «Славнефть», по Западно- и Восточно-Мессояхским нефтегазоконденсатным месторождениям получены крупные приросты запасов УВ. На месторождениях выполнен большой комплекс сейсморазведочных работ 2D и 3D, пробурен значительный объем поисково-разведочных скважин, проведены палеонтологические исследования. В этот же период на смежных территориях выполнены научно-исследовательские работы [2, 3, 5, 7, 8] по изучению стратиграфии и геологического строения северной части Западно-Сибирского осадочного бассейна. Проведенные работы и их результаты кардинально изменили состояние геологической изученности района, что позволило разработать принципиально новую модель геологического строения месторождений и вписать ее в общую региональную схему.

Геологическая позиция Западно- и Восточно-Мессояхских нефтегазоконденсатных месторождений

Месторождения расположены в центральной части Мессояхской гряды и приурочены к одно-

именным поднятиям на Среднемессояхском валу. Мессояхская гряда является уникальной линейной горст-грабенной мегаструктурой (650×40 км). Она пересекает северную часть Западно-Сибирского мезозойско-кайнозойского осадочного бассейна с запада на восток, разделяя его на северную Енисей-Хатангскую и южную Большехетскую области осадконакопления (рис. 1). Мегаструктура, заложенная на гетерогенном (герциниды, каледонины, байкалиды) основании Западно-Сибирской плиты и Гыдано-Енисейского блока, прослежена по данным сейсморазведки на глубину до 12 км и более.

В истории геологического развития северной части Западно-Сибирского бассейна роль гряды характеризуется как определяющая в процессах мезозойско-кайнозойской седиментации и нефтегазообразования. Являясь своеобразным порогом на протяжении всего этапа формирования осадочного чехла, она выполняла функцию распределения терригенных потоков с северной и западной окраин Сибирской платформы.

Анализ имеющихся геолого-геофизических (преимущественно сейсмических) материалов показывает, что с триаса по палеоген Мессояхская гряда непрерывно испытывала подъем. На отдельных этапах тектонические движения активизировались, что приводило к существенным структурно-тектоническим перестройкам. Выделяются

* ООО «Славнефть-НПЦ» (Тверь), ** ООО «Славнефть-Красноярскнефтегаз» (Красноярск)

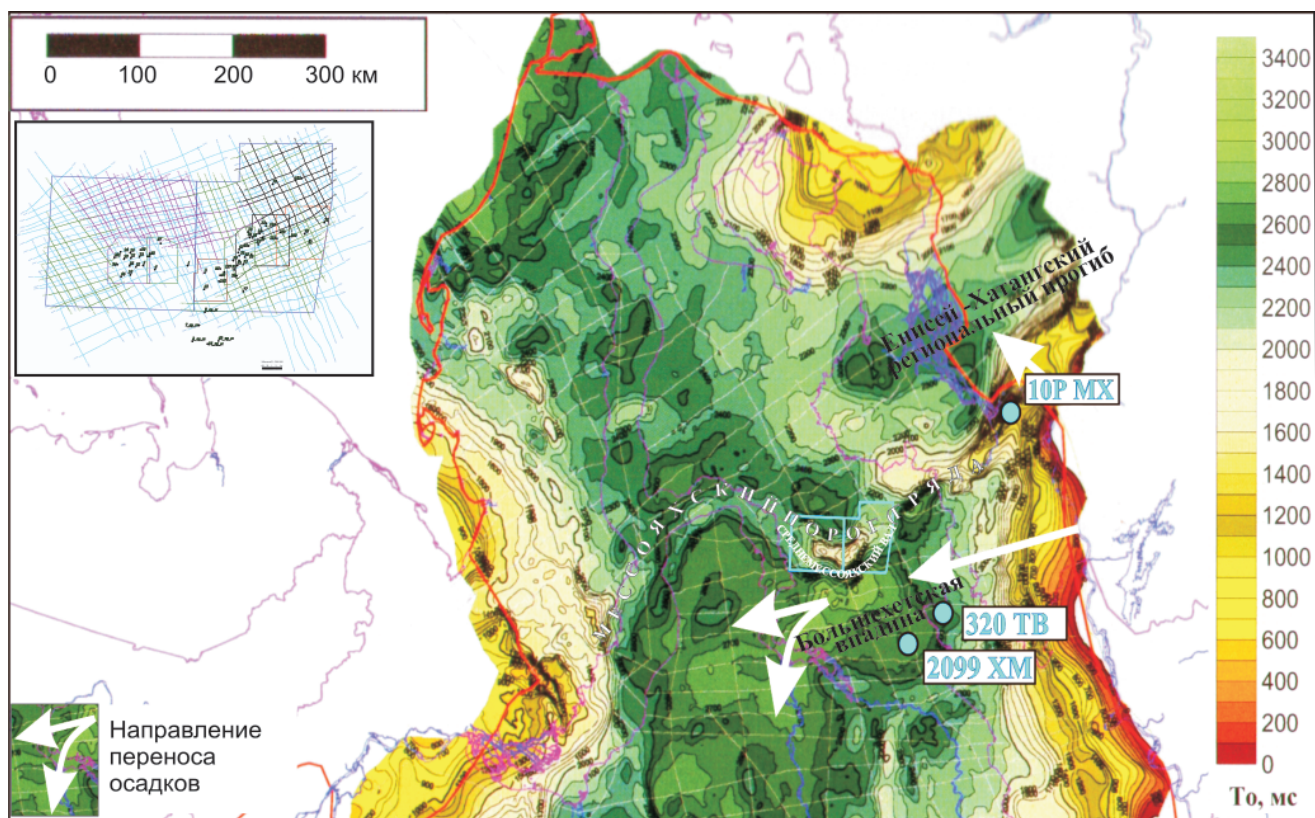


Рис. 1. Карта изохрон по отражающему горизонту Б (по данным Б. В. Монастырева, И. И. Нестерова, В. Б. Козака и др., 2008 г., с добавлениями авторов)

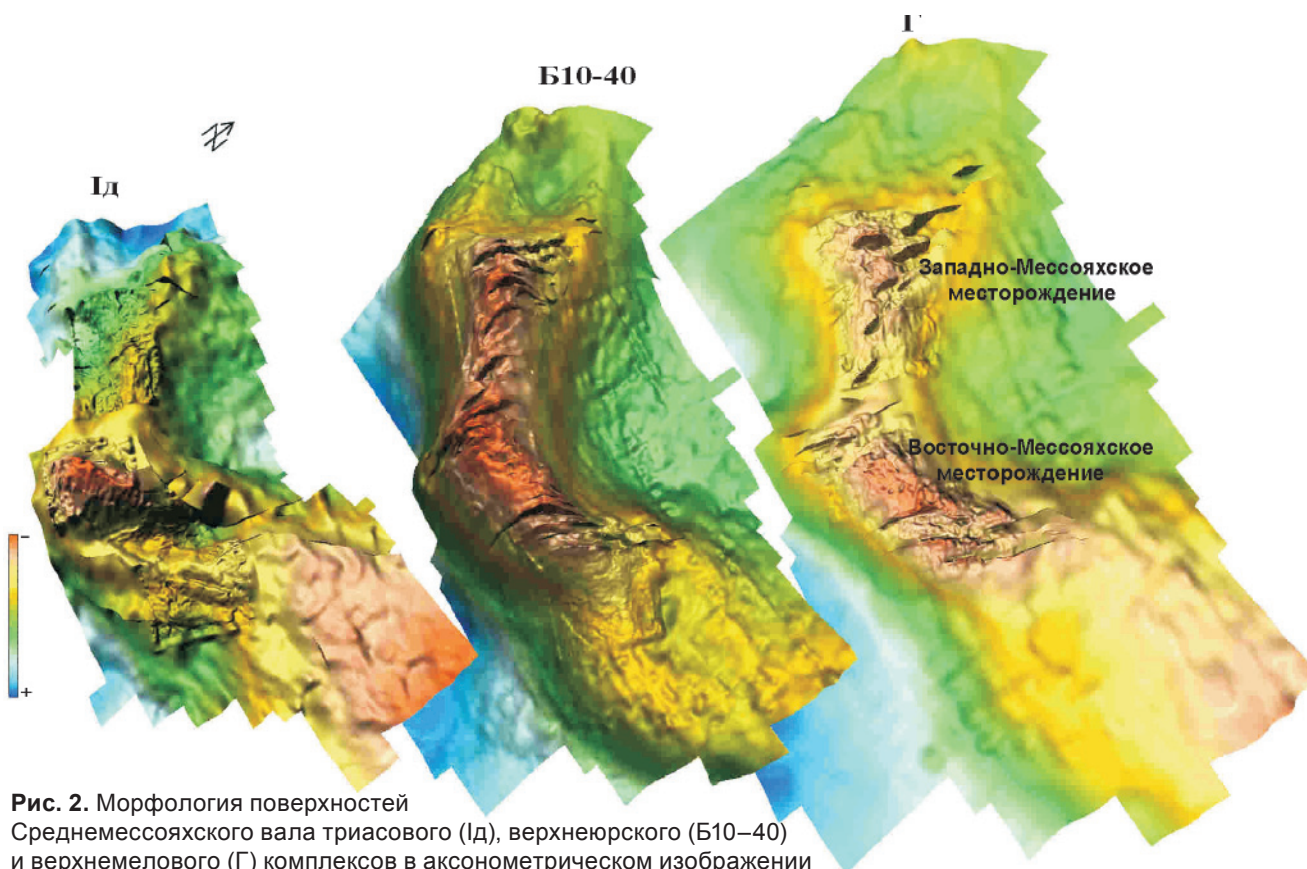


Рис. 2. Морфология поверхностей Среднемессояхского вала триасового (Id), верхнеюрского (B10–40) и верхнемелового (Г) комплексов в аксонометрическом изображении

три крупных этапа в истории геологического развития региона: первый – в нижнем – среднем триасе; второй – в границах поздней юры – раннего мела, третий – верхнего мела – нижнего палеогена.

Во время *первых двух этапов* существовали сходные палеоландшафтные условия: гряда находилась над уровнем моря, представляя собой узкую широтную полосу суши, к северу и югу от



которой формировались соответственно Енисей-Хатангская и Большехетская области седиментации. Источником терригенного материала для первой была северная окраина Сибирской платформы, для второй – западная. В северной области основная масса осадочного материала поступала в центральную и восточную часть Енисей-Хатангского прогиба, в западную (из-за отдаленности источника сноса и вероятного подъема дна палеорельефа на запад) поступало ограниченное количество преимущественно глинистого материала. Поэтому в районе Среднемессояхского вала к северу от него мощность преимущественно конденсированных осадков в эти периоды крайне мала.

Синхронно в южной области седиментации за счет активного поступления терригенного материала с Сибирской платформы шло интенсивное заполнение Большехетской впадины. Фронт седиментации смещался с востока на запад и вверх по склону гряды, при этом в прибрежной зоне формировались серия пластов с благоприятными для нефтегазоаккумуляции резервуарными условиями и большое количество неантиклинальных ловушек. По мере заполнения впадины область интенсивного осадконакопления смещалась в северную от гряды зону, вначале через седловины в рельефе гряды (с образованием конусов выноса), а после ее перекрытия шельфовыми горизонтами – широким фронтом на северо-запад.

Между периодами тектонической активизации проявлялась в палеоландшафте подводным поднятием, существенно влияющим на распределение осадков.

Третий этап структурно-тектонической перестройки отличается от первых двух широким развитием блоковых движений с образованием горст-грабеновых систем в уже сформированном разрезе (отсутствие конседиментационных форм).

Изучение процессов седиментации в районе месторождений крайне важно для определения углеводородного потенциала Западно- и Восточно-Мессояхского месторождений, которые, по последним данным, могут представлять собой единое гигантское месторождение на Среднемессояхском валу.

Особенности строения осадочной толщи Среднемессояхского вала

Сейсморазведочными работами вал изучен на всем протяжении (140 км) до глубины 8–9 км. Охарактеризованы отложения осадочного чехла от пермо-триаса до кайнозоя. Бурением исследованы сводовая часть и склоны вала на глубину до 4 км с освещением верхней части нижней юры (пласты ЮЕ_{10–12}). По данным сейсморазведки вал в триасе и в нижней юре представлял собой однокупольную структуру с центром в районе Восточно-Мессояхского поднятия (рис. 2). По мере развития в конце нижней юры начал

формироваться западный купол, и к концу мела вал приобрел вид современной двухкупольной структуры.

Геологическое строение нижней части осадочного чехла от пермо-триаса до верхних частей нижней юры можно прогнозировать на основании аналогий с соседними районами, данных сейсморазведки и истории развития Мессояхской гряды.

По сейсмической волновой картине можно предположить, что на рубеже нижнего – среднего триаса свод вала занимал положение выше уровня моря и разрушался. На южном склоне, возможно за счет привноса осадков с Сибирской платформы, сформировалась мощная толща средне-триасовых осадочных отложений с образованием структур налегания и примыкания, вероятно отвечающих комплексу ловушек неантиклинального типа. Далее по данным палеореконов в верхнем триасе, в нижней и средней юре вал находился в погребенном состоянии в зоне мелководно-морского и прибрежного шельфа, при этом отмечается его медленный рост.

На временных сейсмических разрезах этот интервал осадочного чехла характеризуется плоскопараллельным типом волнового рисунка, свидетельствующим о шельфовом генезисе пластов. Рост вала способствовал образованию антиклинальных ловушек. В скв. 2, вскрывшей отложения верхней части нижней (пласт ЮЕ_{10–12}) и средней юры (ЮЕ_{6–9} и ЮЕ_{2–4}), выявлены глинистые покровы и продуктивные коллекторы. Исследование верхней части разреза осадочного чехла (средняя юра – палеоген) выполнено с использованием сейсмостратиграфического анализа [3, 5, 7], пригодного для изучения как плоскопараллельных типов разрезов юры, так и клиноформных отложений неокома. В принципе, его можно было использовать и при анализе геологического строения нижней части чехла, однако построения имели бы прогнозный характер. Основное понятие сейсмостратиграфического анализа – изохронность отражающих сейсмических границ, отождествляемых с седиментационными границами региональных глинистых пачек, позволяющая выделить сейсмостратиграфическую единицу (сейсмофациальный комплекс (СФК) в трактовке В. Н. Бородкина, А. Р. Курчикова с соавторами [3, 5, 7]), заключенную между двумя смежными пачками. Особенно это ценно для клиноформного разреза, где в рамках единой стратиграфической единицы в зависимости от генезиса одна часть геологического тела (клиноформы) по свитной классификации входит в состав одной свиты, следующая – другой и т. д. (рис. 3). Важным элементом в строении клиноформного тела, дающим возможность проследить его в пространстве, является простирающее бровки шельфа, т. е. линии перегиба клиноформного тела при переходе его в клинотему, фиксируемой на временных разрезах; с этим же элементом связана регио-

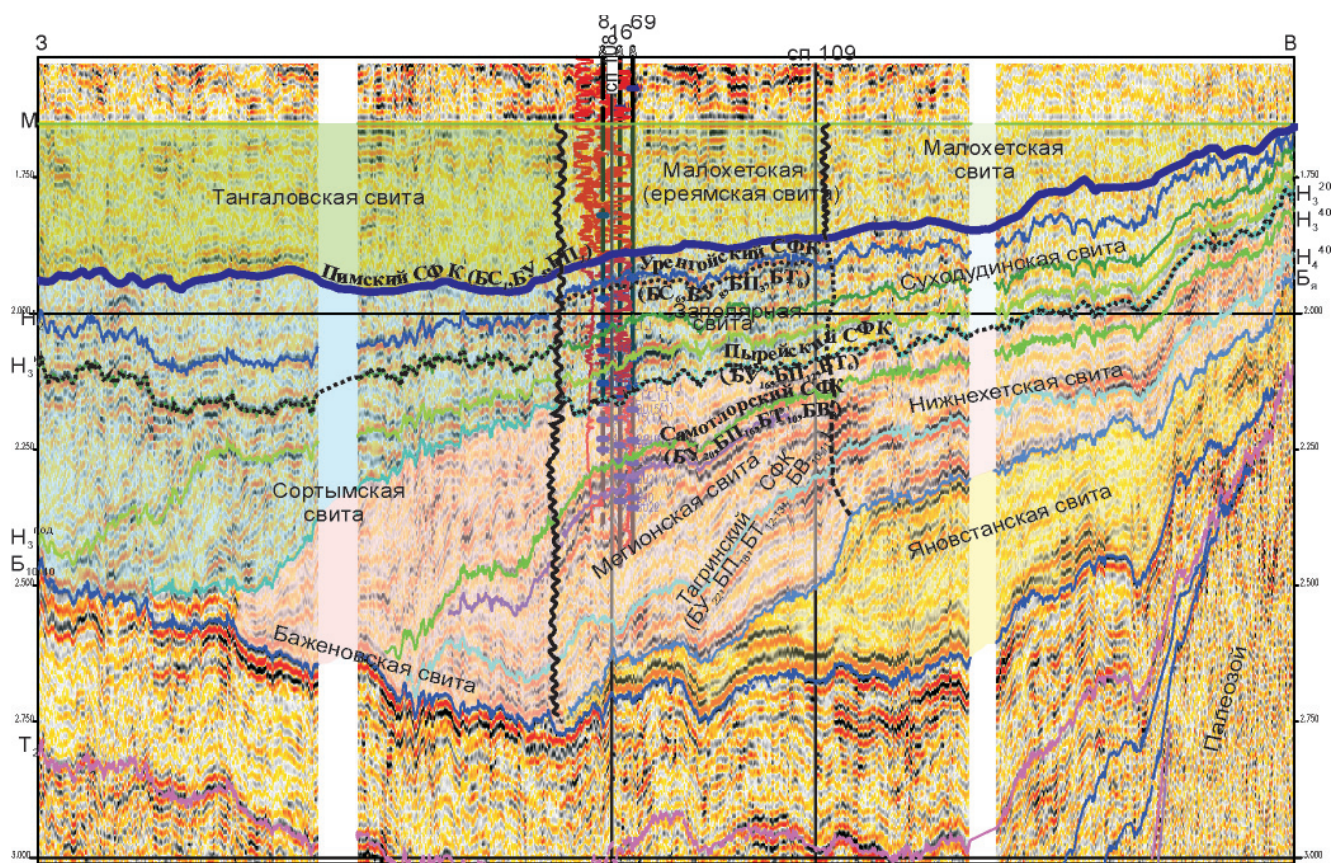


Рис. 3. Схема положения свит и СФК на региональном сейсмическом профиле 33

нальная линия глинизации шельфового пласта. Глинистые пачки представляют собой транзитные образования в различных стратиграфо-фациальных районах (СФР), что позволяет с помощью СФК сопоставить синонимику пластов групп БС, БУ, БП, БТ, БВ и показать стратиграфическое положение продуктивных пластов Западно- и Восточно-Мессояхского месторождений относительно разрывов соседних районов.

Секвентная структура осадочной толщи Среднемессояхского вала

Нетрудно заметить, что понятия «клиноформа» и СФК фактически соответствуют определению **секвенса**, незначительно отличаясь в части трактовки границ. По данным сейсмостратиграфического анализа геологическая среда в районе Среднемессояхского вала в течение короткого времени (верхняя юра – нижний мел) претерпела значительные изменения. В конце верхней юры после отложения толщи точинской и сивговской свит произошли кратковременный (киммеридж – валанжин) подъем вала и разрыв в его своде верхне- и среднеюрских (до подошвы ЮЕ₄) отложений (рис. 4). Синхронно с разрывом к югу от вала в восточной части Большехетской впадины формировались мощная терригенного типа толща яновстанской свиты, подачимовская и клиноформная толщи мегийонской свиты, в западной – отложения баженовской свиты и фондоформная часть мегийонской. К северу от вала в Енисей-Хатангском

прогибе из-за дефицита осадочного материала этот период характеризуется слабой седиментационной активностью. Сформирован нерасчлененный маломощный глинистый горизонт гольчихинской и низов ахской свит.

Направление переноса и отложения осадков реконструируются по нормали к простиранию шельфовых бровок пластов БУ₁₆–БУ₂₂. В Большехетской впадине (Тазовский СФР) они ориентированы вкrest оси впадины, затем – параллельно южному склону вала (рис. 5).

Автономное осадконакопление в северной и южной зонах продолжалось до формирования пласта БУ₁₉ (ранний валанжин), после чего потоки терригенного материала через Харвутаихинскую седловину на востоке вала начали поступать в северную зону с образованием конусов выноса. Процесс захоронения вала продолжался до конца времени формирования мегийонской свиты (пласт БУ₁₆). Клиноформный тип разреза на региональном профиле (пр. 33) подчеркивается параллельным валу ярко выраженным сигмоидным рисунком (см. рис. 3). На профиле 109, ориентированном вкrest простирания вала, наклон и размеры клиноформ в районе его южного склона уменьшаются, однако все их элементы просматриваются (см. рис. 4). Коллекторы присутствуют в ачимовских и шельфовых отложениях. В ачимовских (фондоформных) отложениях скважинами они вскрыты в пластах БУ₂₁² (скв. 73, 77) и БУ₂₂ (скв. 73) (рис. 7).

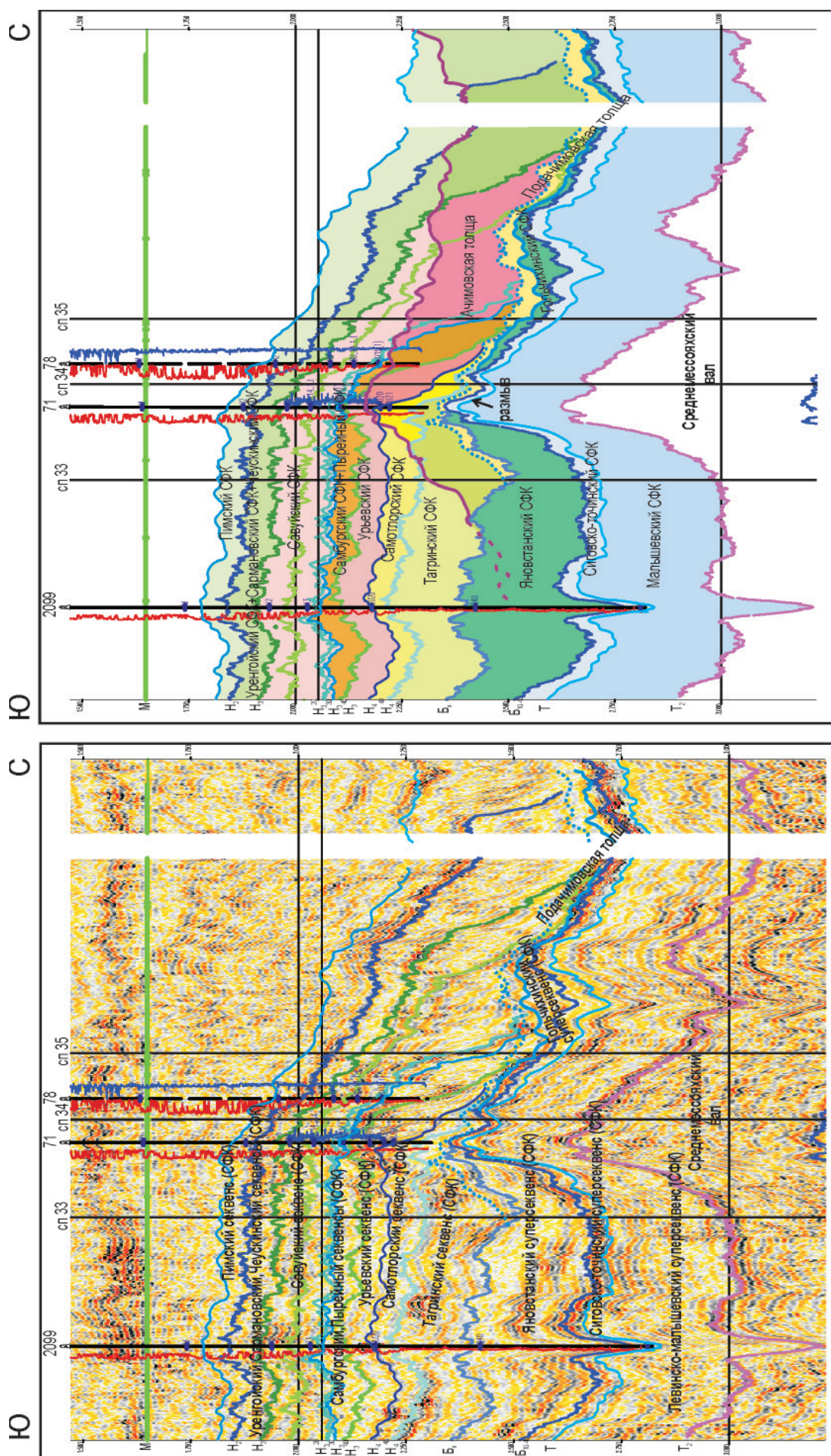


Рис. 4. Временной разрез по региональному профилю 109 с выделенными секвенсами и сейсмифациальными комплексами (СФК)

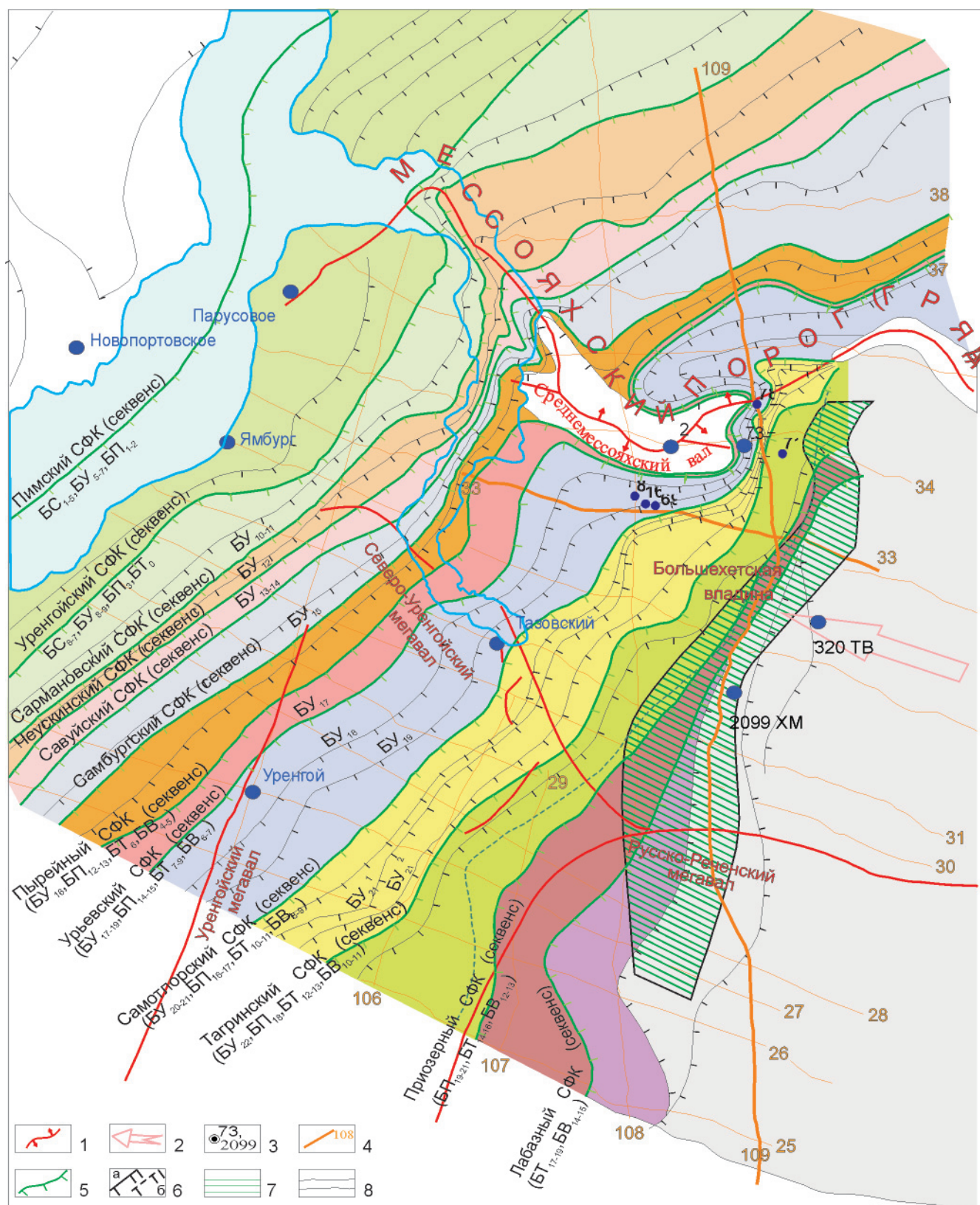
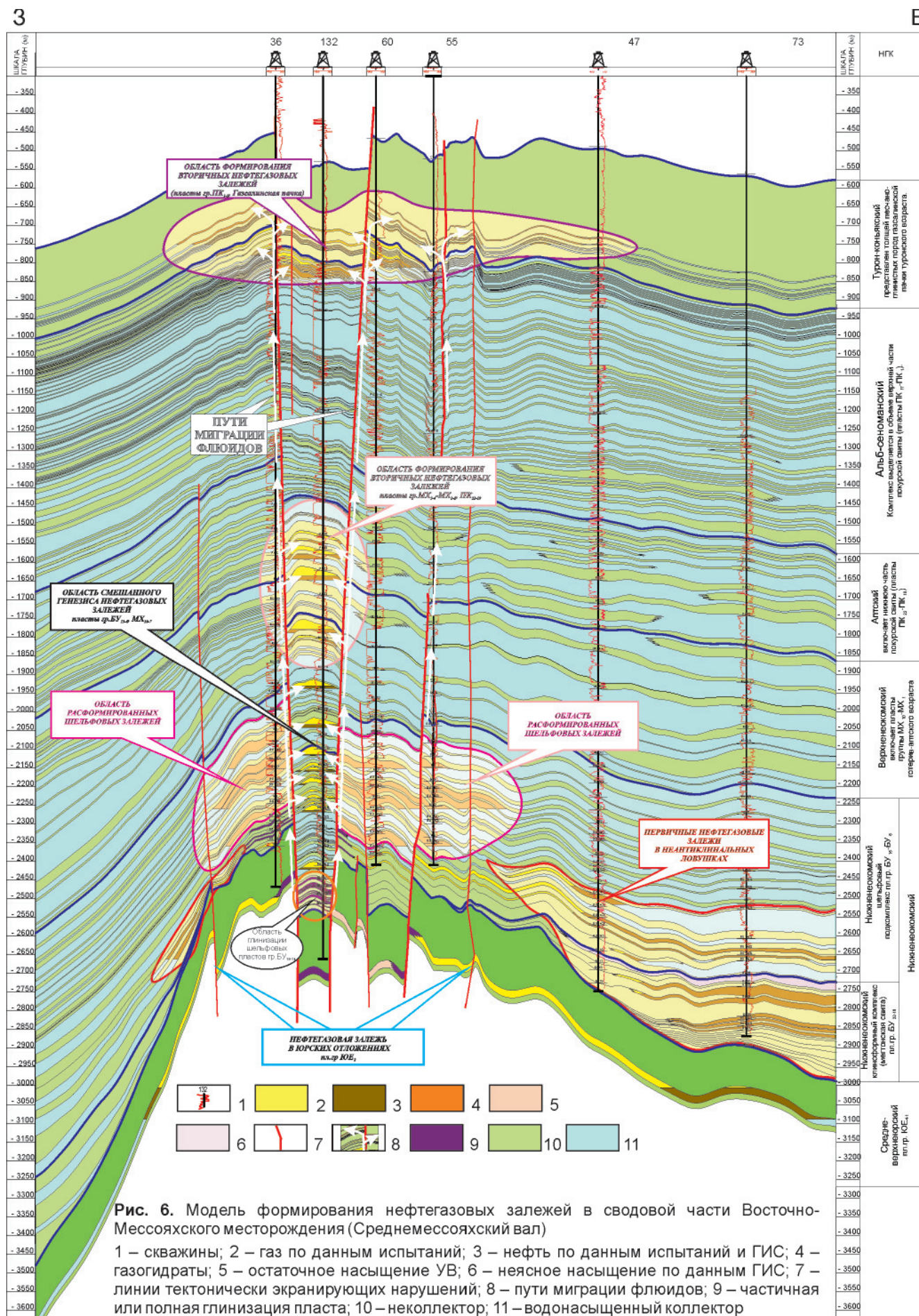


Рис. 5. Схема распространения неокомских отложений в районе Мессояхской гряды (порога) (по В. С. Бочкареву, А. М. Брехунцову и др., 2007 г., с дополнениями и изменениями авторов)

1 – осевые линии антиклинальных мегаструктур, направление переноса осадков с вала; 2 – направление переноса осадков с Сибирской платформы; 3 – скважины с палеонтологическими определениями возраста; 4 – региональные сейсмические профили ОГТ; линии перегиба региональных горизонтов глин (ОГ): 5 – маркирующих, 6 – локальных (а – достоверные, б – предполагаемые); 7 – область развития отражений группы Б; 8 – прогнозируемая область размыва в поздней юре – раннем неокме







Шельфовая часть этих пластов в пределах вала не вскрыта.

Пласты $БУ_{22}$ – $БУ_{16}$ вскрыты большинством скважин на южном и восточном склонах вала. Коллекторы обнаружены в их шельфовой части. Для склоновой и фондоформной частей характерен песчанисто-глинистый тип разрезов, что способствовало формированию на склонах вала неантиклинальных ловушек. Маркирующими глинистыми горизонтами являются тагринский (ОГ H_4^{40} , кровля пласта $БУ_{22}$), самотлорский (ОГ H_4 , $БУ_{20}$), урьевский (ОГ H_3^{35} , $БУ_{17}$), самбургский (ОГ H_3^{30} , $БУ_{15}$).

После захоронения вала в среднем валанжине зона осадконакопления начала широким фронтом смещаться на запад-северо-запад вала ($БУ_{15}$ – $БУ_{13}$), заполняя обширную западную часть Енисей-Хатангского прогиба. Сформировалась мощная толща шельфовых отложений заплярной свиты (пласты $БУ_{15}$ – $БУ_6$) (см. рис. 5), насыщенных коллекторами. Граничными глинистыми горизонтами являются пырейная (ОГ H_3 , $БУ_{15}$) в подошве и пимская (ОГ H , $БУ_6$) пачки в кровле. Маркирующие глинистые горизонты – самбургский (ОГ H_3^{30} , $БУ_{15}$), савуйский (ОГ H_3 , $БУ_{13}$), чеускинский ($БУ_{12}$), сармановский ($БУ_{10}$), уренгойский (ОГ H_2 , $БУ_8$), пимский (ОГ H , $БУ_6$). Первые покровные пласты $БУ_{15}$, $БУ_{14}$ и $БУ_{13}$ в надсводовой части вала частично глинизированы с образованием в них литологических ловушек. В связи с постоянным ростом вала в его своде формировались ловушки антиклинального типа.

Начиная с нижнего гоферива и до конца альба область морского осадконакопления сместилась на северо-запад за пределы вала, а в районе вала сформировалась мощная песчано-глинистая толща прибрежно-континентальных и континентальных отложений малохетской и покурской свит, последняя в туронскую трансгрессию была перекрыта глинистой толщей кузнецовской свиты. Этот период отмечается дальнейшим слабым ростом вала, способствующим образованию антиклинальных ловушек.

Неоген-четвертичная эпоха активизации вызвала широкое развитие в своде горст-грабеновых структур и образование тектонически экранированных ловушек.

Анализ сейсмических материалов показывает, что разрывные дислокации развиты в основном в осевой части вала и слабо затрагивают его склоны. Также установлено, что в течение первых двух этапов тектонической активизации преобладали пликативные деформации, в меньшей степени – малоамплитудные разломные нарушения; полное раскрытие сводовых структур

произошло в третий этап (неоген-четвертичное время).

Установлена также парагенетическая зависимость ареала распространения осадочных отложений, количества и типов ловушек от интенсивности роста вала. Так, в периоды его быстрого роста шло плоскопараллельное интенсивное наращивание разреза на его склонах и образование неантиклинальных ловушек.

Таким образом, в результате комплекса геологических процессов в районе вала создана сложная тектоно-седиментационная система, оказавшаяся благоприятной средой для образования гигантского многоярусного нефтегазового месторождения в триас-меловом интервале разреза (до 8 км).

Нефтегазоносность Среднемессояхского вала

Максимальная глубина распространения нефти в районе Среднемессояхского вала установлена по керну на Восточно-Мессояхском месторождении при бурении скв. 101 на отметке 3503 м (пласты $ЮЕ_{2-4}$). Притоки нефти получены в интервале 3148–3154 м в скв. 2 из пластов $ЮЕ_{10-12}$. Газонасыщенные породы прослежены на Западно-Мессояхском месторождении до глубины 4051 м (пласт $ЮЕ_{12}$) в скв. 201. Температурный интервал от 90 до 110 °С.

Для сравнения приведем материалы М. Д. Белониной, С. В. Смирнова, А. В. Плотникова [1]. В соседнем Уренгойском СФР нижняя граница существования нефтей в скв. СГ-6 – 4,2 км ($Ю_2$), в скв. СГ-7 – 4,7 км ($Ю_1$). По данным этих скважин предполагается существование мощного источника углеводородных газов на глубинах 7–8 км. Существование зоны сухих (метановых) газов установлено на глубине 4,8–7,3 км. Вмещающими породами являются осадочные отложения и вулканиты пермо-триасового комплекса. Температура 135–245 °С, пластовые давления с $K_{ан} = 1,3$ –2,1.

Промышленные притоки газоконденсата установлены в Уренгойской скв. 274 на глубине 3704 м из юрских отложений; непромышленные притоки газа отмечаются до глубины 5758 м в скв. СГ-6 из терригенных отложений среднего триаса [6].

По данным Л. В. Сиротенко [6], в результате комплексных петрофизических исследований коллекторских свойств пород в сверхглубоких скважинах доказано наличие сложнопостроенных коллекторов не только в терригенных породах триаса и нижней юры, но и в вулканитах нижнего триаса и перми, где пористость на глубине 7–8 км местами достигает 15–19 %.

Рис. 7. Модель формирования нефтегазовых залежей в склоновой части на Восточно-Мессояхском месторождении (Ср)

1 – скважины; 2 – разломы; 3 – направление движения флюидов; 4 – простираие свода вала; 5 – меловые отложения; 6 – юрские отложения; 7 – региональные глинистые пачки; 8 – пласты; коллекторы (по данным ГИС, керны и испытаний); 9 – нефтенасыщенные, 10 – газонасыщенные; 11 – продуктивные коллекторы по данным ГИС; 12 – слабое нефтенасыщение по данным ГИС и керны; 13 – водонасыщенные коллекторы



Исходя из приведенных фактов, можно оценить нефтегазовые перспективы Средне-мессояхской тектоно-седиментационной системы, находящейся в зоне нефтегазообразования, как весьма высокие. Также вероятно перспективным интервалом разреза можно считать пермо-нижнетриасовый интервал разреза на глубине 7–8 км, где следует ожидать наличие разуплотненных участков в пределах «сквозной» тектонической зоны в сводовой части вала.

Для обнаружения залежей УВ в пределах тектоно-седиментационной системы наиболее перспективны осадочные комплексы, образованные в периоды максимальной тектонической активизации вала на рубежах нижнего – среднего триаса, поздней юры – раннего мела и верхнего мела – палеогена, отличающиеся широким набором типов ловушек и их количеством. Эти периоды характеризуются вскрытием путей миграции флюидов, УВ резервуаров на нижних горизонтах и поступлением флюидов в верхние, где они заполняли ловушки и формировали переотложенные залежи. При этом разрушались в основном сводовые антиклинальные ловушки, а большая часть неантиклинальных ловушек на склонах сохранялась. Этот процесс очень наглядно показан на моделях строения залежей УВ Восточно-Мессояхского месторождения в сводовой части вала и на его склонах (см. рис. 6, 7) и подтвердился при бурении.

Так, в скважинах установлено остаточное нефтенасыщение в пластах группы БУ₁₃–БУ₆, в которых на начало верхнемеловой активизации, вероятно, существовали крупные антиклинальные залежи УВ, расформированные (за исключением купольной части) при вскрытии их разломами. В скв. 55, вскрывшей сквозную разломную зону, отмечено остаточное нефтенасыщение, свидетельствующее о движении по разлому УВ флюидов. При этом становится понятным образование самой верхней в разрезе гигантской газонефтяной массивной залежи в пластах ПК_{1–5}, не содержащей конденсат, экраном для которой послужила мощная толща глинистых отложений кузнецовской свиты.

Таким образом, в результате анализа накопленной в последние годы геолого-геофизической информации по геологическому строению и нефтегазоносности Средне-мессояхского вала получены принципиально новые сведения о структуре и характере нефтегазонасыщенности Западно- и Восточно-Мессояхского месторождений на севере Западной Сибири. Выявлена ведущая роль Мессояхской гряды (порога) в создании седиментационного облика осадочной толщи севера Западно-Сибирского осадочного мегабассейна, влияющего на формирование резервуарных условий нефтегазоаккумуляции. Геологические модели Западно- и Восточно-Мессояхского месторождений

и сделанные на их основе выводы о динамике образования сложной по строению тектоно-седиментационной системы свидетельствуют о формировании в ее пределах единого гигантского многоярусного нефтегазоконденсатного Средне-мессояхского месторождения, включающего в себя Западно- и Восточно-Мессояхское месторождения.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Белонин, М. Д.** Механизм формирования крупной зоны газонакопления в промежуточном комплексе севера Западной Сибири [Текст] / М. Д. Белонин, С. В. Смирнов, А. В. Плотноков // Геология, геофизика и разработка нефтяных и газовых месторождений. – 2007. – № 4. – С. 11–16.
2. **Бородкин, В. Н.** Проблемы картирования восточной границы ачимовских клиноформных образований с верхнеюрскими наклонными горизонтами северных районов Западной Сибири [Текст] / В. Н. Бородкин, В. И. Кислухин // Горные ведомости. – 2007. – № 8. – С. 24–33.
3. **Бородкин, В. Н.** Эволюция взглядов на стратификацию разрезов неокома Западной Сибири [Текст] / В. Н. Бородкин, А. Р. Курчиков // Геология, геофизика и разработка нефтяных и газовых месторождений. – 2011. – № 1. – С. 7–19.
4. **Литолого-фациальная** и литолого-петрографическая характеристика сейсмофациальных комплексов неокома севера Западной Сибири [Текст] / В. Н. Бородкин, А. М. Брехунцов, И. И. Нестеров (мл.) [и др.] // Горные ведомости. – 2007. – № 10. – С. 36–52.
5. **Сиротенко, Л. В.** Зоны разуплотнений в юрской и пермо-триасовых толщах на севере Западной Сибири (по материалам глубокого и сверхглубокого бурения) // Геология, геофизика и разработка нефтяных и газовых месторождений. – 2009. – № 11. – С. 66–71.
6. **Стратиграфическое** расчленение разреза неокомских отложений Западной Сибири на объекты исследования, их индексация и сейсмогеологическое картирование [Текст] / А. Р. Курчиков, В. Н. Бородкин, А. С. Недосекин [и др.] // Геология, геофизика и разработка нефтяных и газовых месторождений. – М., ВНИИОЭНГ, 2011. – № 2. – С. 19–29.
7. **Уникальная** Мессояха. Новые данные об известном нефтегазоконденсатном объекте [Текст] / А. Жагрин, С. И. Шленкин, Н. М. Кулишкин [и др.] // OIL & GAS JOURNAL RUSSIA, M. TT GROUP Psc. – 2010. – № 7–8. – С. 70–73.
8. **Фомин, М. А.** Анализ тектонического строения мезозойско-кайнозойского осадочного чехла Енисей-Хатангского регионального прогиба по опорным горизонтам и тектонические предпосылки его нефтегазоносности [Текст] / М. А. Фомин // Геология, геофизика и разработка нефтяных и газовых месторождений. – 2011. – № 9. – С. 4–20.

© Н. М. Кулишкин, В. В. Харахинов, С. И. Шленкин, О. И. Попова, Д. Н. Коняев, Ю. Б. Андрейчик, А. В. Пантелеев, А. В. Подойницын, 2012