

УДК 551.7:551.24

Выявление погребенных разломов в отложениях нижнего венда на тектоническом блоке Южный I-4 Чаяндинского нефтегазоконденсатного месторождения

А.Е. Рыжов¹, З.П. Складорова¹, А.И. Крикунов^{1*}, Н.Ю. Канунникова¹, Л.А. Филиппова¹

¹ ООО «Газпром ВНИИГАЗ», Российская Федерация, 142717, Московская обл., Ленинский р-н, с.п. Развилковское, пос. Развилка, Проектируемый пр-д № 5537, вл. 15, стр. 1

* E-mail: A_Krikunov@vniigaz.gazprom.ru

Ключевые слова: месторождение, седиментация, разрыв, корреляционная схема, разлом, осадконакопление, репер.

Тезисы. Чаяндинское нефтегазоконденсатное месторождение является одним из крупнейших скоплений полезных горючих ископаемых на территории Республики Саха (Якутия). Древние терригенные толщи верхнего протерозоя включают ботубинский, хамакинский, талахский и вилючанский продуктивные горизонты. Газовые и нефтяные залежи, приуроченные к данным горизонтам, отличаются сложным внутренним строением. Дизъюнктивные дислокации со сдвигом, которые на территории месторождения выявляются в основном в процессе интерпретации данных сейсморазведочных работ, пронизывают всю толщу отложений венда и прослеживаются в залегающих выше породах. Открытым остается вопрос о наличии или отсутствии на территории Чаяндинского месторождения в терригенных докембрийских отложениях внутриформационных разломов.

Статья посвящена использованию циклостратиграфического анализа для выяснения наличия в пределах тектонического блока Южный I-4 Чаяндинского месторождения внутриформационных разломов, которые затухают в нижневендское время без нарушения и смещения поверхности основного сейсмического отражающего горизонта КВ (кровля терригенного венда). С этой целью составлены три корреляционные схемы, охватывающие шесть из семи разведочных скважин, пробуренных в пределах тектонического блока Южный I-4. На схемах нанесены кроме границ основных стратиграфических подразделений синхронные реперные горизонты, которые отражают сложное внутреннее строение геологического разреза и дают возможность проследить пространственное расположение отдельных пластов-коллекторов. Современное строение тектонического блока Южный I-4 приводится на геологическом профиле, который был построен по линии одной из корреляционных схем. Об истории развития рассматриваемого блока, в том числе о возрасте, расположении и численности внутриформационных разломов, дает представление серия палеоструктурных профилей, которые построены по линии геологического профиля.

Проведенные исследования позволяют с определенной долей уверенности утверждать, что в пределах тектонического блока Южный I-4 выделяются как минимум два внутриформационных разлома. Они расположены под поверхностью размыта в подошве пласта Хм1 хамакинского продуктивного горизонта, не нарушают целостности отражающего горизонта КВ и потому не просматриваются при сейсморазведочных работах.

Чаяндинское нефтегазоконденсатное месторождение (НГКМ) является одним из крупнейших скоплений полезных горючих ископаемых на территории Республики Саха (Якутия). Древние терригенные толщи верхнего протерозоя включают ботубинский, хамакинский, талахский и вилючанский продуктивные горизонты. Газовые и нефтяные залежи, приуроченные к данным горизонтам, отличаются сложным внутренним строением, которое обусловлено различиями в истории геологического развития многочисленных тектонических блоков, литологическим замещением пород, фациальной изменчивостью отложений, невыдержанностью толщин и фильтрационно-емкостных свойств пород-коллекторов. Особое место занимают разнообразные дизъюнктивные дислокации, которые на территории месторождения выявляются в основном в процессе интерпретации данных сейсморазведочных работ. Согласно этим данным выделяемые разломы пронизывают всю толщу отложений венда и прослеживаются в залегающих выше породах. Открытым остается вопрос о наличии или отсутствии на территории Чаяндинского месторождения в терригенных докембрийских отложениях внутриформационных разломов, в дополнение к уже ранее обнаруженным тектоническим нарушениям. Данная тема уже затрагивалась

в некоторых публикациях, но ее значимость для подсчета запасов углеводородов и влияние на эксплуатационные характеристики скважин настолько велики, что она требует дальнейшего развития [1–5].

Практически в центральной части Чаяндинского НГКМ сейсморазведочными работами выделен блок Южный I-4. В пределах блока пробурены семь разведочных скважин. Для того чтобы подтвердить либо опровергнуть наличие погребенных разломов ранневендского возраста в границах этого блока, составлен ряд корреляционных схем (I–I, II–II, III–III), построен геологический профиль (III–III) и на его основе проведены палеоструктурные преобразования (рис. 1).

Анализ корреляционной схемы (I–I) по линии скв. 751, 842 и 844 показывает, что во время формирования нижнепаршинской подсистемы на территории блока Южный I-4 господствовала спокойная седиментационная обстановка. Шло устойчивое прогибание дна неглубокого морского бассейна. Толщина пород от верхней границы талахской свиты до репера R_1 и мощность отложений между синхронными реперными горизонтами R_1 и R_2 в скв. 751, 842 и 844 практически одинаковы (рис. 2). Это говорит о том, что в начале поздневендского времени условия осадконакопления как минимум в центральной части Чаяндинского месторождения были почти идентичными.

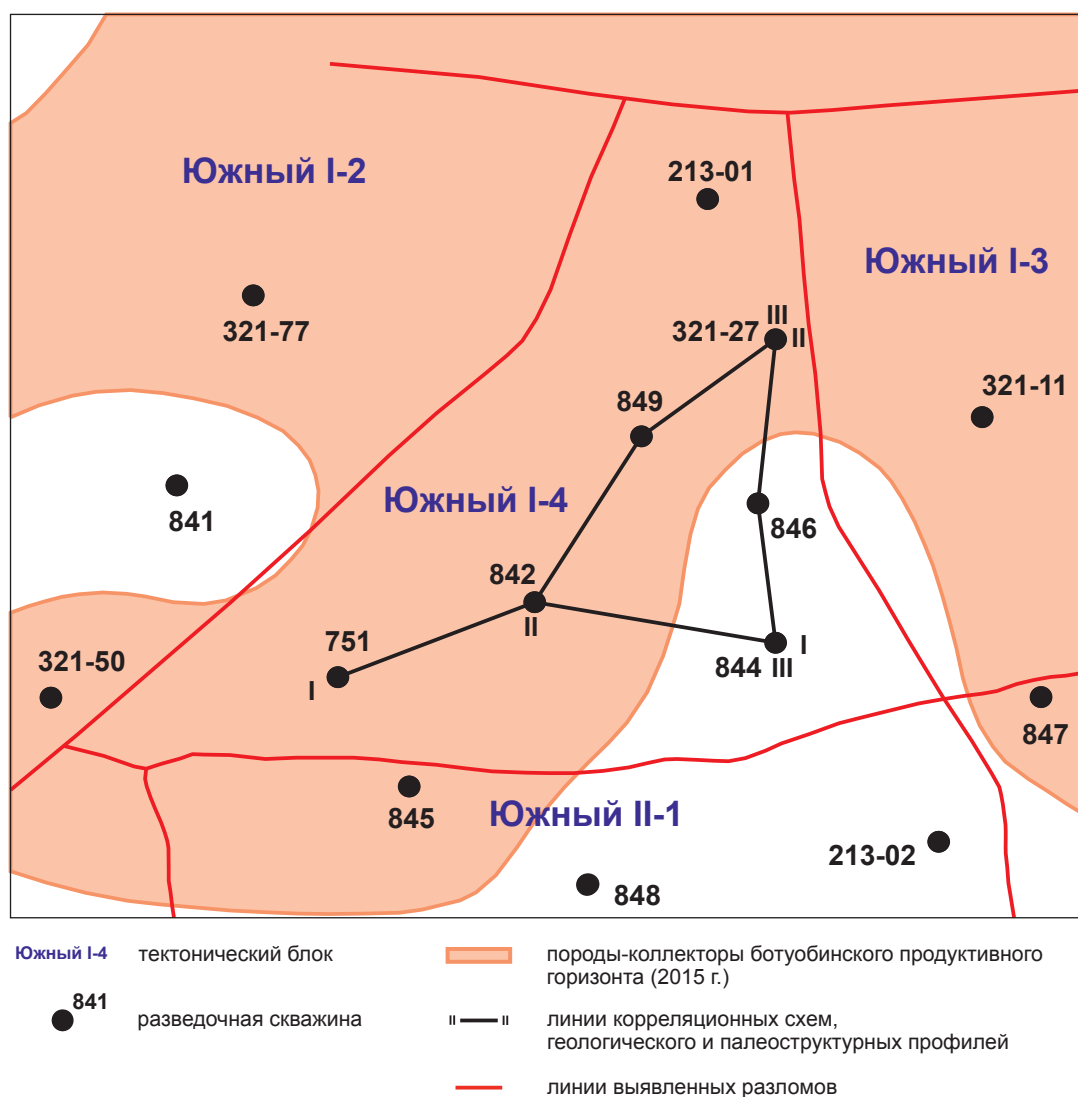


Рис. 1. Схематическая карта тектонического блока Южный I-4 с расположением тектонических разломов, выявленных сейсморазведкой (ООО «Газпром ВНИИГАЗ», 2015 г.)

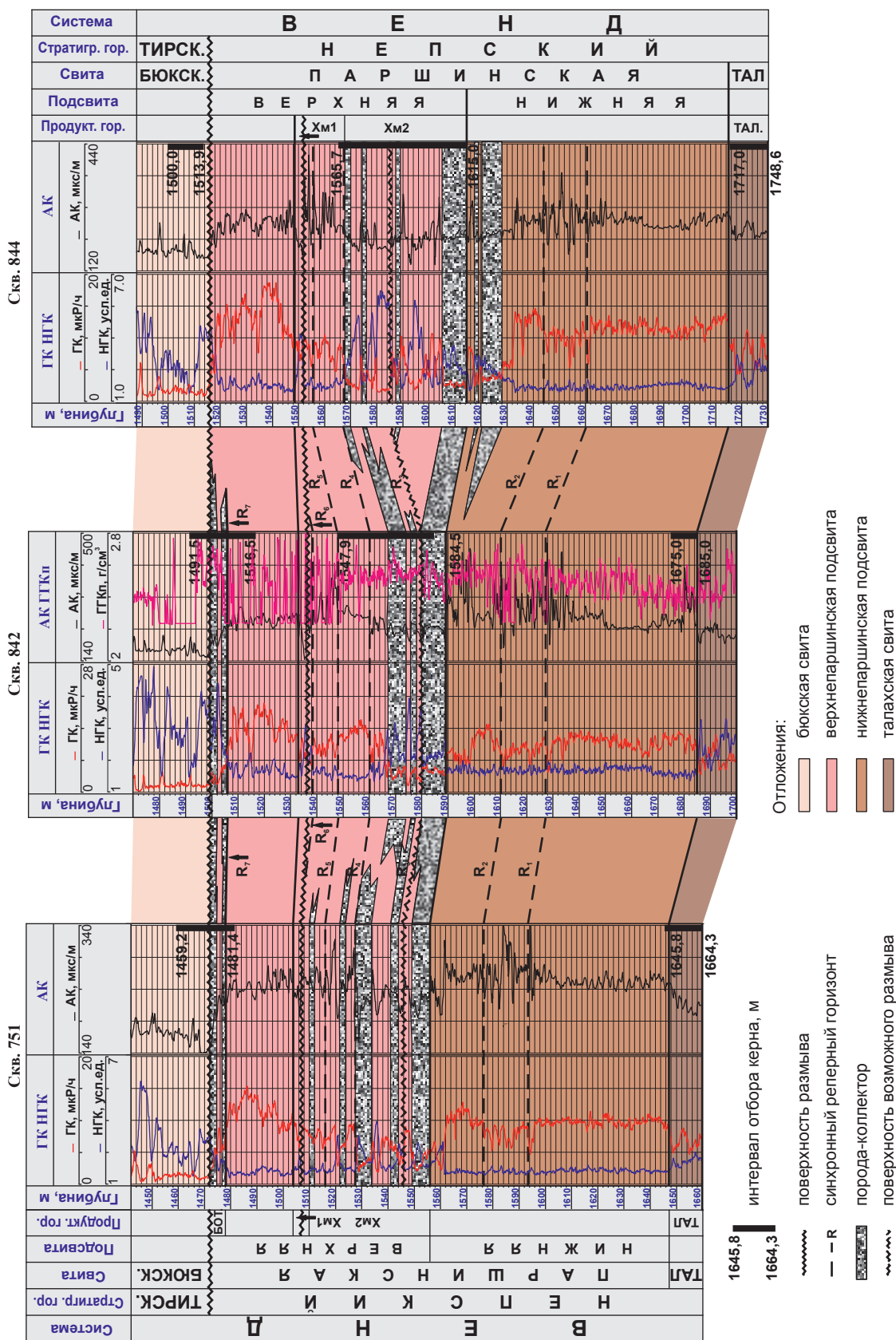


Рис. 2. Схема корреляции по линии скв. 751, 842, 844 (I—I, см. рис. 1):

ГК — гамма-каротаж; НГК — нейтронный гамма-каротаж; АК — акустический каротаж; ГГКп — плотностной гамма-гамма каротаж

В дальнейшем восточная периферия блока Южный I-4 начинает постепенно погружаться. Если расстояние между репером R_2 и подошвой пласта Хм2 хамакинского продуктивного горизонта в скв. 751 и 842 равно 21 м, то в скв. 844 эта величина достигает 30 м. Еще более заметна разница в толщине отложений рассматриваемых скважин между подошвой пласта Хм2 и репером R_3 . В скв. 751 и 842 эта величина равна 10 м, а в скв. 844 она увеличивается в три раза. Вполне возможно, что репер R_3 представляет собой поверхность размыва. В качестве доказательства этого утверждения можно рассматривать не только аномальное увеличение общей толщины пород, но и описание керна в скв. 842, поднятого с глубины 1576,5...1584,5 м. Вынос керна из этого интервала составляет 55 %, и представлен он в основном разнородным песчаником. В верхней части песчаник преимущественно крупнозернистый. Разнородные песчаники встречены и в скв. 844 в интервале отбора керна 1581...1590 м. Поэтому исходя из разницы в толщине отложений и литологического описания пород вполне допустимо предположить наличие разлома между скв. 842 и 844.

Кровля пласта Хм2 во всех трех скважинах разновозрастная, если проводить ее по поверхности самого верхнего пласта-коллектора, как принято на сегодняшний день. В этом легко убедиться, проследив пространственное расположение синхронных реперных горизонтов R_3 , R_4 и R_5 . К началу формирования пласта Хм1 хамакинского продуктивного горизонта район скв. 844 был несколько приподнят по отношению к западным территориям блока Южный I-4, о чем свидетельствует более глубокий размыв пород, расположенных выше репера R_5 .

Нельзя не обратить внимания на то, что если в скв. 751 и 842 выделяется ботубинский продуктивный горизонт, то в скв. 844 он отсутствует. На корреляционной схеме I-I бросается в глаза практически идентичная конфигурация кривых радиоактивного каротажа в соседних скв. 842 и 844 на уровне прикровельной части верхнепаршинской подсвиты. Однако толщина интервала пород, заключенных между подошвой пласта Хм1 и кровлей терригенного венда, в этих скважинах различна. В скв. 842 она равна 38 м, а в скв. 844 не превышает 35 м. Нетрудно убедиться, сравнивая каротажные диаграммы, что такая разница достигается за счет верхней части разреза. В скв. 844 самый

верхний пропласток пород-коллекторов, который надежно выделяется в скв. 842, размывает, а нижний пропласток замещается на непроницаемые отложения.

Сопоставление разрезов скв. 842, 849, 321-27, которое приводится на корреляционной схеме II-II, говорит о том, что центральная и северная части блока Южный I-4 в нижневендское время формировались в условиях, схожих с западными районами того же блока (рис. 3).

Совсем иная картина наблюдается в юго-восточной части блока Южный I-4. Согласно корреляционной схеме III-III в скв. 846 толщина отложений от репера R_4 до подошвы пласта Хм1 более чем в два раза превышает мощность тех же отложений в скв. 321-27 и 844 (рис. 4). Особенно наглядно эта разница в толщине одновозрастных терригенных пород представлена в скв. 846 и 844.

Обращает на себя внимание и довольно странное положение пород-коллекторов в разрезах рассматриваемых скважин. Газонасыщенные отложения в скв. 844 появляются ниже границы, которая тождественна подошве пласта Хм2 в скв. 751 и 842 (см. рис. 2). Это свидетельствует о том, что породы-коллекторы в некоторых скважинах Чаюдинского месторождения могут появляться в прикровельной части нижнепаршинской подсвиты, а нижняя граница пласта Хм2 не является одновозрастной во всех скважинах, если проводить ее по подошве самого нижнего пласта-коллектора.

Учитывая все сказанное, можно сделать вывод, что верхняя и нижняя границы пласта Хм2 на Чаюдинском НГКМ являются разновозрастными, если проводить их по кровле самого верхнего и по подошве самого нижнего из высокочемких пропластков. В скв. 751 самый верхний пропласток пород-коллекторов выделяется между репером R_5 и подошвой пласта Хм1, а в скв. 842 и 844 верхние пласты-коллекторы расположены между реперными горизонтами R_3 и R_4 . Следовательно, верхняя граница пласта Хм2 является плавающей. Местоположение границ пласта Хм2 в разрезах скважин зависит во многом от фациальных условий, при которых происходил процесс осадконакопления. Особенно наглядно это демонстрирует сопоставление разрезов скв. 842, 849 и 321-27 (см. рис. 3). В скв. 842 и 321-27 породы-коллекторы пласта Хм2 расположены ниже реперного горизонта R_4 , а в скв. 849 непроницаемые отложения распространяются вплоть

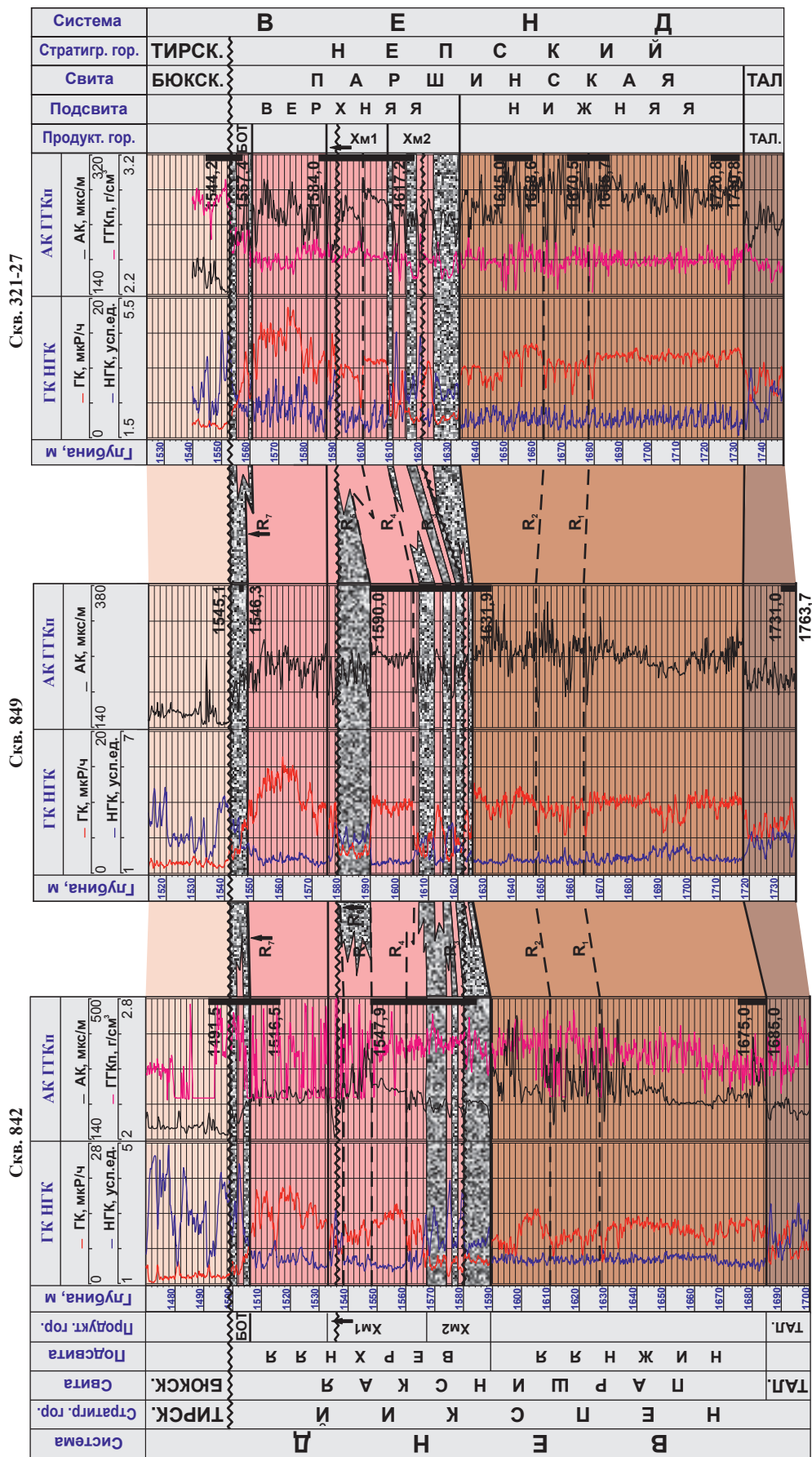


Рис. 3. Схема корреляции по линии скв. 842, 849, 321-27 (Ш-П, см. рис. 1): здесь и далее на рис. 4–8 см. экспликацию к рис. 2

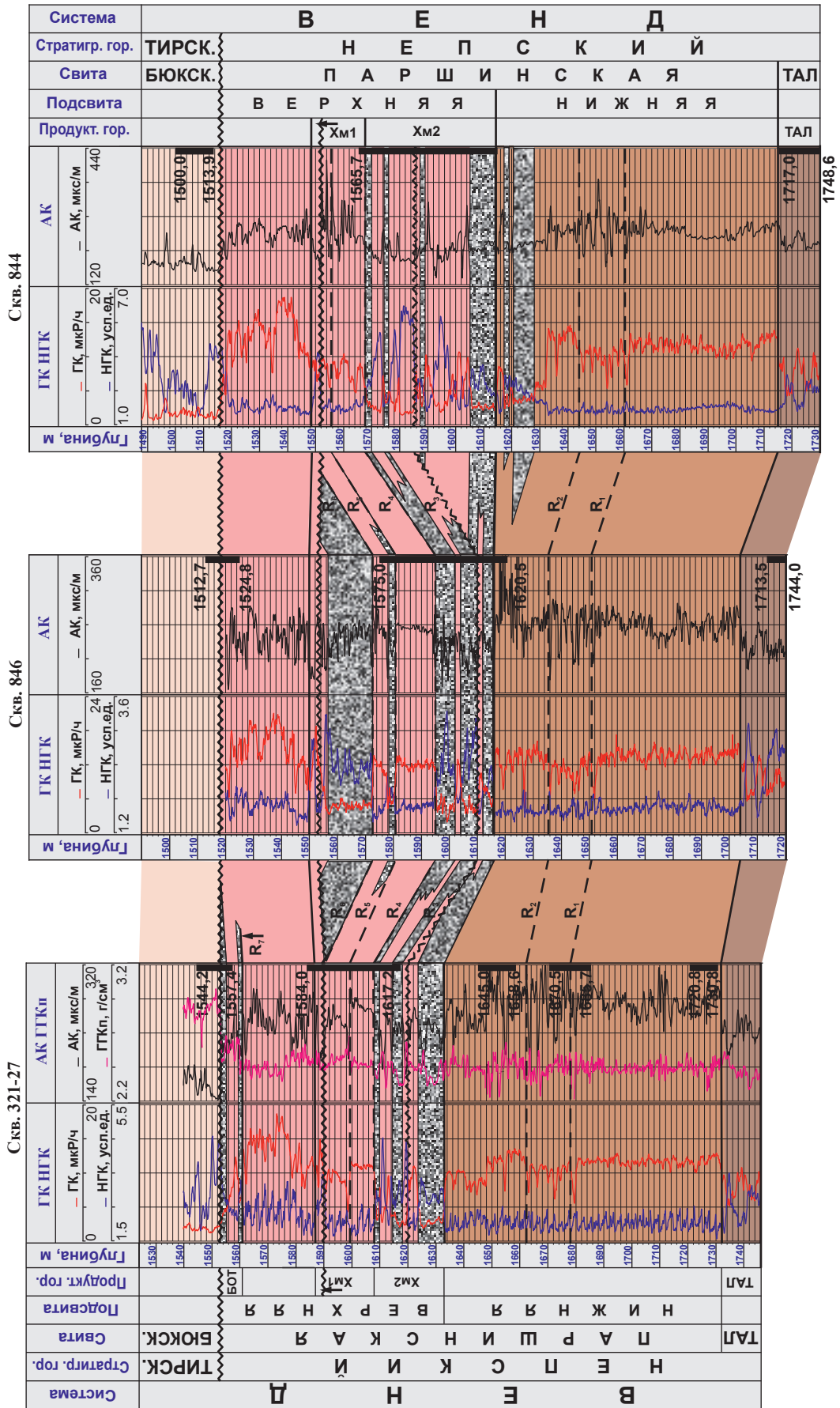


Рис. 4. Схема корреляции по линии скв. 321-27, 846, 844 (Ш-Ш, см. рис. 1)

до самой подошвы пласта Хм1, которая и будет служить в данной скважине верхней границей пласта Хм2, если только продуктивные отложения, расположенные выше репера R₅, не представляют собой локальной и изолированной линзы. Нечто подобное наблюдается и на корреляционной схеме, составленной по линии скв. 321-27, 846 и 844 (см. рис. 4). Здесь в скв. 321-27 и 844 породы-коллекторы выше репера R₄ не выделяются, а в скв. 846 они распространены почти до подошвы пласта Хм1, как и в скв. 849.

На корреляционной схеме III–III (см. рис. 4) в верхней части разреза наблюдается примерно та же картина, что и на схеме I–I (см. рис. 2). В скв. 321-27 породы-коллекторы ботубинского продуктивного горизонта выделяются, а в скв. 846 и 844 они отсутствуют. Связано это, скорее всего, с предтирским размывом и замещением проницаемых пород на непроницаемые отложения. Толщина интервала пород от подошвы пласта Хм1 до кровли терригенного венда в скв. 321-27 составляет 38 м, а в скв. 846 и 844 – 34 и 35 м соответственно.

Положение с ботубинскими песчаниками, показанное на корреляционных схемах I–I и III–III (см. рис. 2, 4), лишний раз убеждает в том, что эти отложения относить к тирскому стратиграфическому горизонту верхнего венда не совсем логично. По всей видимости, они представляют собой верхнюю регрессивную часть седиментационного цикла, начало которого приурочено к поверхности размыва в основании пласта Хм1, а окончание – к размыву на границе непского и тирского стратиграфических горизонтов. Именно поэтому на графических построениях, представленных в настоящей статье, ботубинский продуктивный горизонт показан в границах верхнепаршинской подсвиты непского стратиграфического горизонта нижнего венда.

Современное строение тектонического блока Южный I-4 показано на геологическом профиле III–III по линии скв. 321-27, 846 и 844 (рис. 5). Предполагаемое наличие трех поверхностей размывов предоставляет возможность выделить в исследуемом разрезе не только продуктивные горизонты, но и обозначить три достаточно крупных седиментационных цикла, начало и завершение которых обусловлено проявлениями тектонической активности. На официально принятых структурных картах в этом районе никаких разрывных

нарушений не отражено. Однако графические построения указывают на то, что между скв. 321-27, 846 и 844, вполне возможно, существуют как минимум два погребенных разлома, причем поверхность терригенного венда при этом остается ненарушенной. Разлом между скв. 321-27 и 846 проявил себя перед началом формирования пласта Хм1. Амплитуда его равна 14 м. Тектоническое нарушение между скв. 846 и 844 имеет более сложный характер. Породы, расположенные ниже пласта Хм1 хамакинского продуктивного горизонта, взброшены в районе скв. 844. В нижней части разреза амплитуда разлома равна 5 м. В верхней части амплитуда того же нарушения достигает 22 м. Чтобы понять, каким образом это могло произойти, построена серия палеоструктурных профилей по этой же линии скважин.

На рис. 6 показано, что от кровли талахской свиты и вплоть до реперного горизонта R₂ толщина отложений во всех скважинах практически одинаковая. Это значит, что вся рассматриваемая территория в данное время была охвачена устойчивым и непрерывным прогибанием дна седиментационного бассейна. К концу формирования отложений нижнепаршинской подсвиты район скв. 846 несколько приподнялся по отношению к соседним территориям. Следующий седиментационный этап характеризуется первоначально прогибанием дна мелководного моря, а затем его подъемом с последующим – возможно, частичным – размывом отложившихся осадков. Воздымание сопровождалось, по всей вероятности, образованием разлома между скв. 846 и 844 с амплитудой до 17 м. Подтверждается это разницей в толщине разновозрастных пород в рядом расположенных скважинах, которая достигает 24 м. Последующее накопление осадков происходило до определенного момента в достаточно спокойной обстановке. К завершению формирования отложений в интервале между синхронными реперными горизонтами R₄ и R₅ дно седиментационного бассейна относительно выровнялось, и только в районе скв. 321-27 наблюдается некоторое его возвышение (рис. 7). Новый и существенный этап тектонической активности наступил перед началом формирования пласта Хм1. Породы были выведены на дневную поверхность и подверглись глубокой денудации. Исходя из изменения толщины интервала пород между реперным горизонтом R₅ и подошвой пласта Хм1 во всех трех

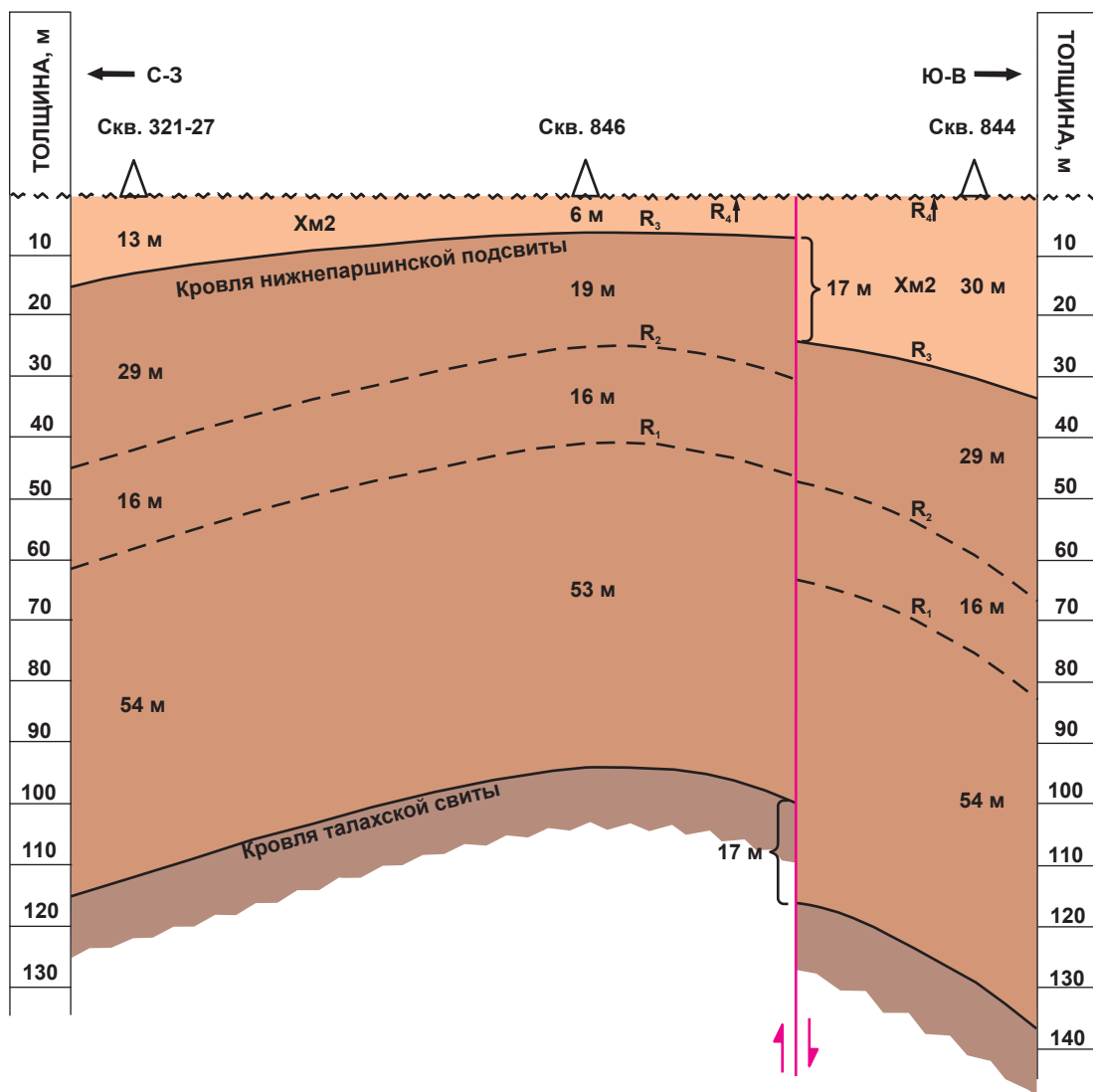


Рис. 6. Палеоструктурный профиль на начало формирования верхней части пласта Хм2: здесь и на рис. 7, 8 см. также экспликацию к рис. 5

скважинах можно предположить с достаточно большой долей уверенности, что между скв. 321-27 и 846 произошел разлом амплитудой 14 м. Между скв. 846 и 844 тоже имело место дизъюнктивное нарушение амплитудой 22 м, и таким образом небольшой участок территории вокруг скв. 846 стал представлять собой обособленный сброшенный тектонический блок. По всей вероятности, разлом между скв. 846 и 844 прошел по ослабленной предыдущими разрывами зоне, и с учетом того, что район скв. 844 ранее был опущен на 17 м, теперь нижняя часть разреза на этом участке осталась приподнятой на 5 м.

Таким образом, на территории тектонического блока Южный I-4, как это явствует из представленного графического материала, вполне возможно, присутствуют разно-

возрастные внутрiformационные разломы, которые не нарушают целостности основного сейсмического отражающего горизонта КВ (кровля терригенного венда), а затухают внутри верхнепаршинской подсвиты на границе с пластом Хм1 хамакинского продуктивного горизонта, оставаясь незаметными при интерпретации сейсморазведочных данных (рис. 8). На схематической карте тектонического блока Южный I-4 показаны возможное расположение выявленных внутрiformационных разломов, их число и общая направленность (рис. 9).

Формирование, сохранение и разработка месторождений нефти и газа в значительной степени зависят от наличия или отсутствия на рассматриваемой территории разрывных нарушений. Между тем, обнаружение разломов, особенно

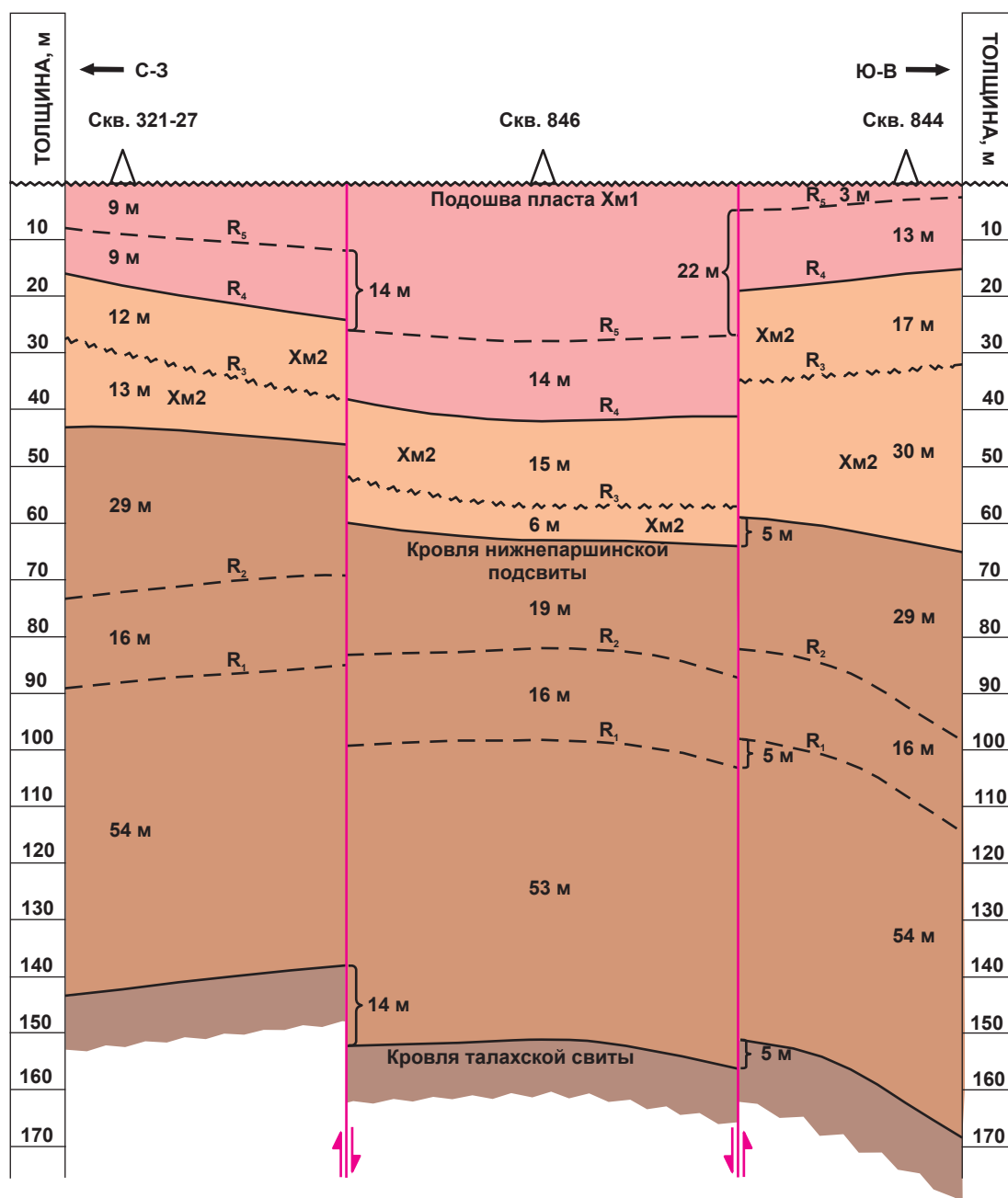


Рис. 7. Палеоструктурный профиль на начало формирования пласта ХМ1

разломов малоамплитудных, является далеко не простой задачей. Если в изучаемом разрезе отсутствуют четкие сейсмические отражающие горизонты, то поставленная задача многократно усложняется и приходится подыскивать для ее решения совсем иные подходы. Одним из таких подходов к выявлению разрывных нарушений, в том числе и внутриформационных, может служить циклостратиграфический анализ, который представляет собой комплексное использование литолого-петрографических, промыслово-геофизических, биостратиграфических, геохимических, гидрогеологических, тектонических,

сейсмических и целого ряда иных исследований. Суть данного подхода заключается в выделении в разрезах скважин синхронных реперных горизонтов, соответствующих границам определенных стратиграфических подразделений. Анализ мощностей пластов и пропластков, выявленных с помощью рекомендуемого метода, позволяет с той или иной долей уверенности судить о наличии либо отсутствии в рассматриваемом разрезе тектонических нарушений.

Подводя итог всему сказанному, следует отметить достаточно высокую вероятность того, что с приобретением дополнительных

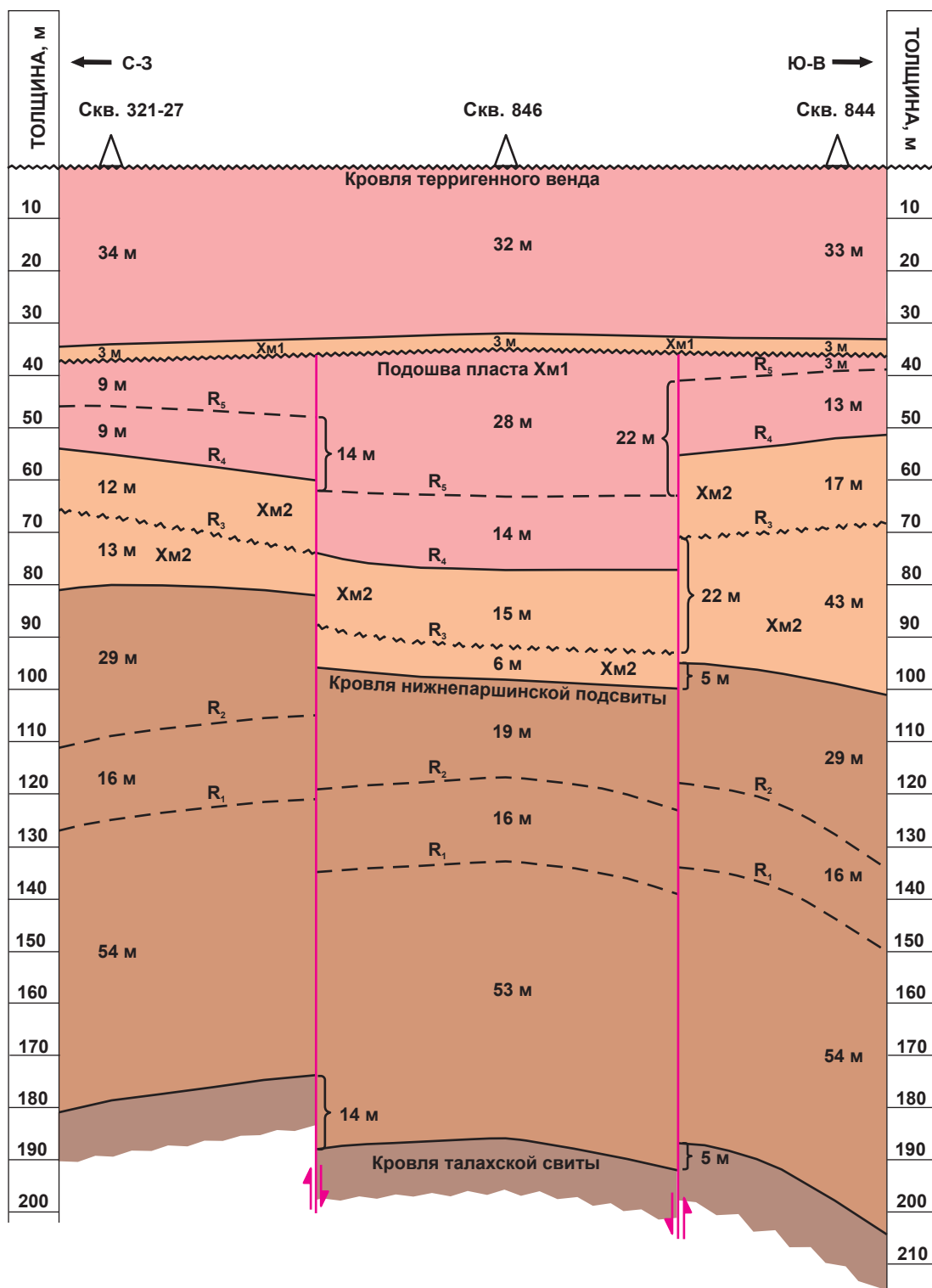
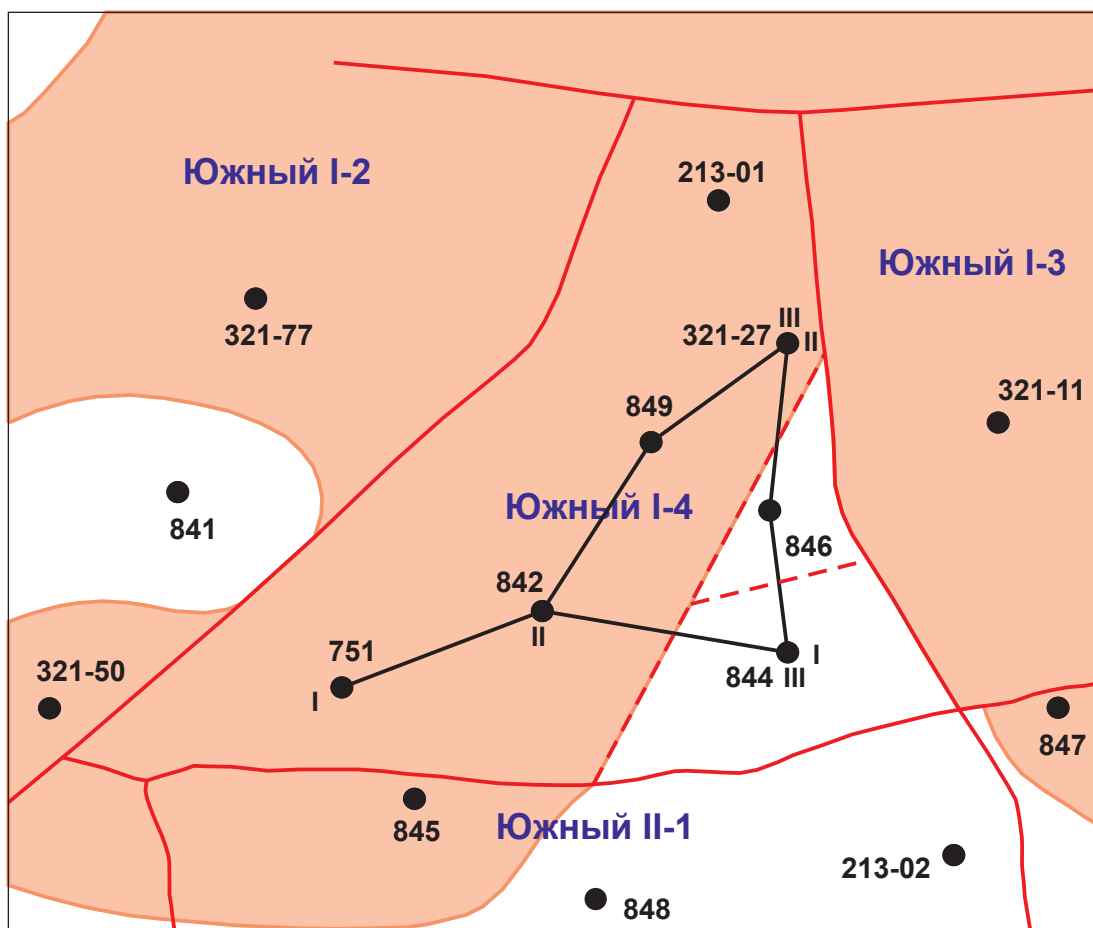


Рис. 8. Палеоструктурный профиль на начало формирования бюкских карбонатных отложений

геолого-геофизических материалов вследствие бурения эксплуатационных скважин общая тектоническая картина центральной части Чайнинского НГКМ может существенно измениться. Произойдет это в том случае, если

в результате интерпретации полученных данных обнаружатся новые разломы, пусть даже менее выразительные с точки зрения размеров и амплитуд, чем те, что были выявлены на данной территории ранее.



территория распространения пород-коллекторов ботубинского продуктивного горизонта (ООО «Газпром ВНИИГАЗ», 2015 г., с изменениями)
 линии предполагаемых разломов

Рис. 9. Схематическая карта тектонического блока Южный I-4 с нанесением линий ранее выявленных и предполагаемых погребенных разломов: см. экспликацию к рис. 1

Список литературы

1. Рыжов А.Е. Определение степени влияния тектонического фактора на формирование залежей углеводородов на Саманчакитском блоке Чаяндинского нефтегазоконденсатного месторождения / А.Е. Рыжов, А.И. Крикунов, Л.А. Филиппова и др. // Вести газовой науки: Проблемы ресурсного обеспечения газодобывающих регионов России. – М.: Газпром ВНИИГАЗ, 2014. – № 3. – С. 99–105.
2. Рыжов А.Е. Выяснение наличия погребенных разломов в отложениях нижнего венда на Чаяндинском НГКМ / А.Е. Рыжов, А.И. Крикунов, Л.А. Филиппова и др. // Вести газовой науки: Актуальные вопросы исследований пластовых систем месторождений углеводородов. – М.: Газпром ВНИИГАЗ, 2017. – № 2. – С. 150–161.
3. Крикунов А.И. Уточнение местоположения погребенных разломов в терригенных отложениях нижнего венда Чаяндинского НГКМ / А.И. Крикунов, А.Е. Рыжов, З.П. Склярова и др. // Актуальные проблемы развития нефтегазового комплекса России: тезисы докладов XII Всероссийской научно-технической конференции (12–14 февраля 2018 г.). – М.: РГУ нефти и газа (НИУ) имени И.М. Губкина, 2018. – С. 27.
4. Крикунов А.И. Погребенные разломы в отложениях нижнего венда Чаяндинского нефтегазоконденсатного месторождения и их влияние на эксплуатационные характеристики / А.И. Крикунов, А.Е. Рыжов, З.П. Склярова и др. // Актуальные вопросы исследования нефтегазовых пластовых систем: тезисы докладов II Международной научно-практической конференции (19–21 сентября 2018 г.). – М.: Газпром ВНИИГАЗ, 2018. – С. 54.

5. Рыжов А.Е. Подтверждение существования погребенных разломов в терригенных отложениях нижнего венда на Чаяндинском

НГКМ / А.Е. Рыжов, З.П. Склярова, А.И. Крикунов и др. // Геология нефти и газа. – 2018. – Спецвыпуск № 1. – С. 115–121.

Detecting buried faults in the Lower-Vendian deposits at the Yuzhnyy I-4 tectonic block of Chayanda oil-gas-condensate field

A.Ye. Ryzhov¹, Z.P. Sklyarova¹, A.I. Krikunov^{1*}, N.Yu. Kanunnikova¹, L.A. Filippova¹

¹ Gazprom VNIIGAZ LLC, Bld. 1, Estate 15, Proyektiruemyy proezd no. 5537, Razvilka village, Leninskiy district, Moscow Region, 142717, Russian Federation

* E-mail: A_Krikunov@vniigaz.gazprom.ru

Abstract. Chayanda oil-gas-condensate field is one of the biggest agglomerations of fossil fuels at the territory of the Republic of Sakha (Yakutia). The ancient terrigenous Upper-Proterozoic series includes the Botuoba, Khamaki, Tala, and Vilyuchan productive horizons. The gas and oil deposits dated to these horizons have complicated inner constitution. Disjunctive shifted dislocations usually discovered at the territory of Chayanda field by interpretation of seismic logs penetrate all over the Vendian series and in the upper rocks. There is still an unsolved question of either presence, or absence of the intra-formation faults in the Precambrian terrigenous Chayanda-field sediments. This article tells about application of the cyclostratigraphic analysis for clarification of either presence, or absence of intra-formation faults within the Yuzhnyy I-4 tectonic block of Chayanda field. Such faults die away in the Lower-Vendian time without damage or displacement of the surface of the main seismic reflecting horizon KV (a roof of the terrigenous Vendian series). To fulfill this task, three correlation schemes have been drawn. They include six of the seven pioneer wells which have been drilled within the frame of Yuzhnyy I-4 tectonic block. Besides the margins of the main stratigraphic units, the named correlation schemes show synchronous reference horizons, which reflect complicated inner constitution of a geological record and offer a chance to trace spatial location of separate reservoirs. Modern constitution of Yuzhnyy I-4 tectonic block is given at a geological column graphed along a line from one of the correlation schemes. A series of the paleostructural profiles built according to the geological column line reveals a history of the discussed block including its age, as well as location and number of the intra-formation faults.

With a certain degree of certitude, the carried studies make the authors claim that within the framework of Yuzhnyy I-4 tectonic bloc there are at least two intra-formation faults. They expand under the surface of water erosion in the bottom of KhM1 bed of Khamaki productive horizon, and don't break integrity of KV reflecting horizon, that's why they can't be detected during a seismic survey.

Keywords: field, sedimentation, water erosion, correlation pattern, fault, sedimentation, reference benchmark.

References

1. RYZHOV A.Ye., A.I. KRIKUNOV, L.A. FILIPPOVA et al. Determination of the degree of influence of the tectonic factor on the formation of deposits of hydrocarbons on the Samanchakitsky block of the Chayandinskoye oil and gas condensate field [Opredeleniye stepeni vliyaniya tektonicheskogo faktora na formirovaniye zalezhey uglevodorodov na Samanchakitskom bloke Chayandinskogo neftegazokondensatnogo mestorozhdeniya]. *Vesti Gazovoy Nauki*. Moscow: Gazprom VNIIGAZ, 2014, no. 3(19): Resource support problems of Russian oil-producing regions, pp. 99–105. ISSN 2306-8949. (Russ.).
2. RYZHOV, A.Ye., A.I. KRIKUNOV, L.A. FILIPPOVA et al. Clarification of buried faults' existence in Lower-Vendian sediments at Chayanda oil-gas-condensate field [Vyyasneniye nalichiya pogrebennykh razlomov v otlozheniyakh nizhnego venda na Chayandinskom NGKM]. *Vesti Gazovoy Nauki*. Moscow: Gazprom VNIIGAZ LLC, 2017, no. 2(30): Actual issues in research of bedded hydrocarbon systems, pp. 150–161. ISSN 2306-8949. (Russ.).
3. KRIKUNOV, A.I., A.Ye., RYZHOV, Z.P. SKLYAROVA at al. Detailing location of buried faults in the terrigenous Lower-Vendian sediments of Chayanda oil-gas-condensate field [Utochneniye mestopolozheniya pogrebennykh razlomov v terrigennykh otlozheniyakh nizhnego venda Chayandinskogo NGKM]. In: *Proc. of the XII all-Russian scientific-technical conference «Actual problems of development of oil and gas complex of Russia», 12–14 February 2018*. Moscow: Gubkin Russian State University of Oil and Gas (National Research University), 2018, p. 27. (Russ.).

4. KRIKUNOV, A.I., A.Ye., RYZHOV, Z.P. SKLYAROVA et al. Buried faults in the Lower-Vendian sediments of Chayanda oil-gas-condensate field and their impact to operation performance [Pogrebnyye razlomy v otlozheniyakh nizhnego venda Chayandinskogo neftegazokondensatnogo mestorozhdeniya i ikh vliyaniye na ekspluatatsionnyye kharakteristiki]. In: *Proc. of the II International Scientific Conference «Studies of Petroleum Reservoir Systems: Challenges and Prospects», 19–21 September 2018*. Moscow: Gazprom VNIIGAZ, 2018, p. 54. (Russ.).
5. RYZHOV, A.Ye., Z.P. SKLYAROVA, A.I. KRIKUNOV et al. Verifying presence of buried faults in the terrigenous Lower-Vendian sediments of Chayanda oil-gas-condensate field [Podtverzhdeniye sushchestvovaniya pogrebnykh razlomov v terrigennykh otlozheniyakh nizhnego venda na Chayandinskom NGKM]. *Geologiya Nefti i Gaza*. 2018, spec. is. no. 1, pp. 115–121. ISSN 0016-7894. (Russ.).