



**СТРУКТУРНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ВЕНД-КЕМБРИЙСКИХ ОТЛОЖЕНИЙ
ВОСТОЧНОЙ ЧАСТИ СЕВЕРО-ТУНГУССКОЙ НГО ПО ДАННЫМ СЕЙСМОРАЗВЕДКИ 2D
В СВЯЗИ С НЕФТЕГАЗОНОСНОСТЬЮ**

И.А. Губин¹, А.В. Таратенко²

*¹Институт нефтегазовой геологии и геофизики им. А.А. Трофимука СО РАН,
630090, Новосибирск, просп. Акад. Коптюга, 3, Россия,*

*²Новосибирский государственный университет, 630090, Новосибирск, ул. Пирогова, 2, Россия,
e-mail: GubinIA@jggg.sbras.ru*

В результате комплексной интерпретации данных параметрического бурения и сейсмических материалов, полученных за счет федерального бюджета в зоне сочленения Курейской синеклизы и Анабарской антеклизы, были построены структурные карты по подошве венда, кровле куонамской свиты и карта толщин ванаварской свиты терригенного комплекса венда. Дано обоснование высоких перспектив нефтегазоносности ниже-среднекембрийских отложений. На основе анализа данных ГИС, описания керна и детальной корреляции временных разрезов составлены литолого-акустические модели по двум профилям, пересекающим барьерно-рифтовую систему, и рассчитаны двумерные синтетические временные разрезы, подтверждающие корректность представлений о внутренней структуре венд-кембрийских комплексов.

Литолого-акустическая модель, Северо-Тунгусская НГО, Курейская синеклиза, кембрий, барьерный риф, венд, временной разрез, структурная карта, отражающий горизонт

STRUCTURAL CHARACTERISTICS OF VENDIAN-CAMBRIAN SEDIMENTS WITHIN THE NORTH-TUNGUSKA OGR USING SEISMIC 2D DATA IN CONNECTION WITH PETROLEUM POTENTIAL

I.A. Gubin¹, A.V. Taratenko²

*¹Trofimuk Institute of Petroleum Geology and Geophysics SB RAS,
Koptug Avenue, 3, Novosibirsk, 630090, Russia,*

*²Novosibirsk State University, Pirogova str., 2, Novosibirsk, 630090, Russia,
e-mail: GubinIA@jggg.sbras.ru*

Complex interpretation of seismic and parametric drilling data is performed. The data for interpretation are obtained within the conjunction zone of the Kureyka syncline and the Anabar antecline. As a result of complex interpretation the structural maps on the bottom of Vendian and the top of the Kuonamka formation are constructed. Map of the Vendian terrigenous complex was constructed. High prospects of oil and gas potential of the lower-middle Cambrian sediments are shown. Based on the analysis of logging data, core description and detailed correlation of time sections, the litho-acoustic models were compiled for two profiles crossing the barrier-reef system, and two-dimensional synthetic time sections were

calculated. Obtained results confirm the correctness of the ideas about the internal structure of the Vendian-Cambrian complexes.

Litho-acoustic model, the North-Tunguska OGR, the Kureyka syncline, Cambrian, Vendian, barrier reef, seismic section, structural map, reflective horizon

ВВЕДЕНИЕ

Впервые Северо-Тунгусская нефтегазоносная область (НГО) была выделена А.Э. Конторовичем, Н.В. Мельниковым и В.С. Старосельцевым в 1975 г. [Конторович и др., 1975] и в настоящее время является одной из наиболее крупных и наименее изученных геолого-геофизическими исследованиями территорией Лено-Тунгусской нефтегазоносной провинции. В 2015 г. коллективом ИНГГ СО РАН под руководством академика А.Э. Конторовича были определены и обоснованы приоритетные направления геологоразведочных работ в северных районах Красноярского края, а также составлена программа ГРП на территорию Северо-Тунгусской НГО с целью выявления гигантских и крупных месторождений углеводородов.

В тектоническом отношении Северо-Тунгусская НГО приурочена к Курейской синеклизе, которая далее на восток переходит в Мархино-Чуньскую моноклинали. В региональном плане с учетом широкого развития куонамской формации и рифейских отложений Ангаро-Котуйского прогиба большая часть Курейской синеклизы может рассматриваться как крупная нефтегазогенерационная зона. На этой территории специалистами ИНГГ СО РАН выявлено два обширных очага нефтегазообразования в куонамской свите – Туринский и Ламско-Хантайский.

Северо-Тунгусская НГО занимает площадь порядка 380 тыс. км², ее западная часть, в отличие от восточной, практически не изучена сейсмическими работами и глубоким бурением. На востоке области и прилегающих территориях пробурено несколько параметрических скважин (Чириндинская-271, Сохолохская-706, Танхайская-708, Унга-Хахская-2980 и др.), а также проведены региональные сейсморазведочные работы.

С конца 1980-х до начала 2000-х гг. сейсморазведочные работы МОГТ в пределах исследуемой территории выполнялись силами Кислоканской, Котуйской, Чириндинской, Турунской и Экондинской сейсмопартий. В последние годы по заказу Роснедр компаниями ОАО «Центральная геофизическая экспедиция» и ОАО «Енисейгеофизика» под общим руководством главного геолога В.И. Вальчака были проложены и изучены региональные сеймотраверсы и их расщепки по маршрутам «п. Тура – скв. Чириндинская-271» (северное продолжение профиля «Алтай – Северная Земля»), «скв. Хошонская-256 – р. Мойеро», а также ряд профилей в зоне сочленения Курейской синеклизы и Анабарской антеклизы на Вилюйско-Мархинской площади. Эти работы позволили существенно уточнить строение и перспективы нефтегазоносности венд-кембрийских отложений, развитых в восточной части Северо-Тунгусской НГО и прилегающих территорий. В частности, было существенно детализировано западное продолжение Западно-Якутской системы барьерных рифов (рис. 1), уточнена область развития нефтегазоматеринской куонамской формации и выполнена оценка перспектив их нефтегазоносности [Филипцов и др., 2014; Вальчак и др., 2015].

Целью настоящей работы является продолжение изучения и уточнение геологического строения венд-нижнекембрийских отложений на основе детальной интерпретации сейсмических и скважинных данных и оценка перспектив их нефтегазоносности. В связи с тем, что исследуемая территория находится на региональной стадии геологического изучения, многие вопросы о деталях строения барьерного рифа, куонамской свиты, клиноформного комплекса майского века, масштабах проявления траппового магматизма остаются нераскрытыми. Тем не менее, анализ и обобщение имеющегося фактического материала позволяет получать новые сведения как о внутренней структуре, так и о перспективах нефтегазоносности венд-кембрийских отложений.

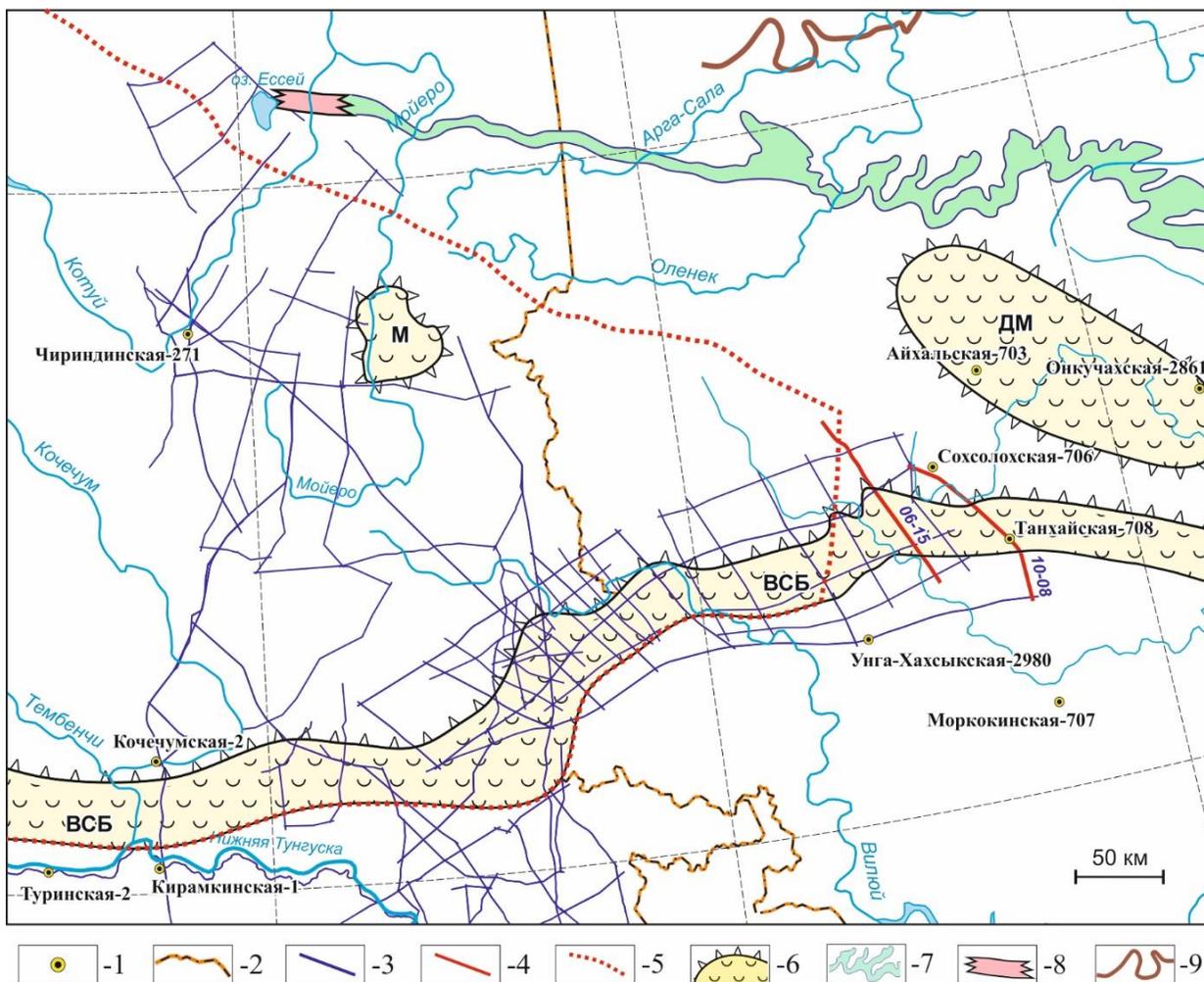


Рис. 1. Схема расположения кембрийских рифовых комплексов с элементами геолого-геофизической изученности. Усл. обозн.: 1 – скважины глубокого бурения, 2 – административные границы, 3 – линии сейсмических профилей, 4 – линии сейсмических профилей, вдоль которых выполнялось двумерное моделирование волновых полей, 5 – граница Северо-Тунгусской НГО, 6 – зоны рифовых комплексов, синхронных куонамской свите (ВСБ – Великой Сибирской системы барьерных рифов, ДМ – Далдыно-Мархинской карбонатной банки, М – Мойеро-канского рифового массива), 7 – выходы на дневную поверхность чукукской свиты (C_2), 8 – Дирингдинский рифовый массив Чукукского комплекса, 9 – выходы на дневную поверхность куонамской свиты (C_{1-2})

ТЕРРИГЕННЫЙ КОМПЛЕКС ВЕНДА

Традиционно основные перспективы разреза вендского интервала связаны с его нижними горизонтами, представленными терригенными разностями с относительно высокими коллекторскими свойствами (ванаварская свита, нижнебюкская подсвита и их стратиграфические аналоги).

Анализ сейсмических данных показал, что при погружении венд-кембрийского осадочного чехла в западном направлении увеличивается временная мощность, соответствующая вендской части разреза. При этом фиксируется появление новых фаз по схеме подошвенного налегания. В восточной части территории исследования скважинами вскрыта только маломощная (менее 15 м) нижнебюкская подсвита. По аналогии с хорошо изученным терригенным комплексом венда в ботуобинской фациальной зоне можно предположить, что ее мощность будет оставаться относительно постоянной в пределах всей восточной части Северо-Тунгусской НГО и, таким образом, существенного влияния на волновую картину она оказать не может. Следовательно, наблюдаемая волновая картина обусловлена выклинивающимися терригенными отложениями ванаварской свиты, которые на исследуемой территории скважинами не вскрыты, однако уверенно прогнозируются по данным сейсморазведки (рис. 2).

К кровле ванаварской свиты приурочен отражающий горизонт M_2 , развитый фрагментарно. В пределах восточной части Северо-Тунгусской НГО отложения ванаварской свиты перекрывают рифейские толщи, выполняющие Ангаро-Котуйский прогиб, и породы кристаллического фундамента. По результатам интерпретации сейсморазведочных данных были построены структурные карты по подошве вендских отложений и кровле ванаварской свиты, закартирована граница выклинивания ванаварской свиты, а также составлена карта ее прогнозных толщин (рис. 3).

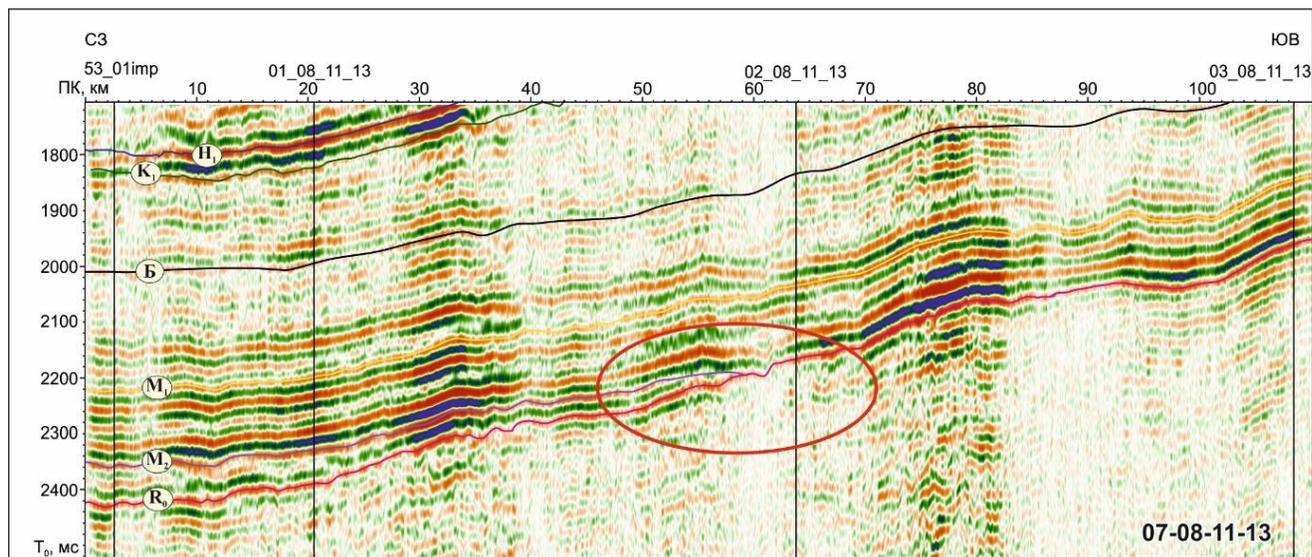


Рис. 2. Фрагмент временного разреза по профилю № 07–08 (Вилуйско-Мархинская площадь)

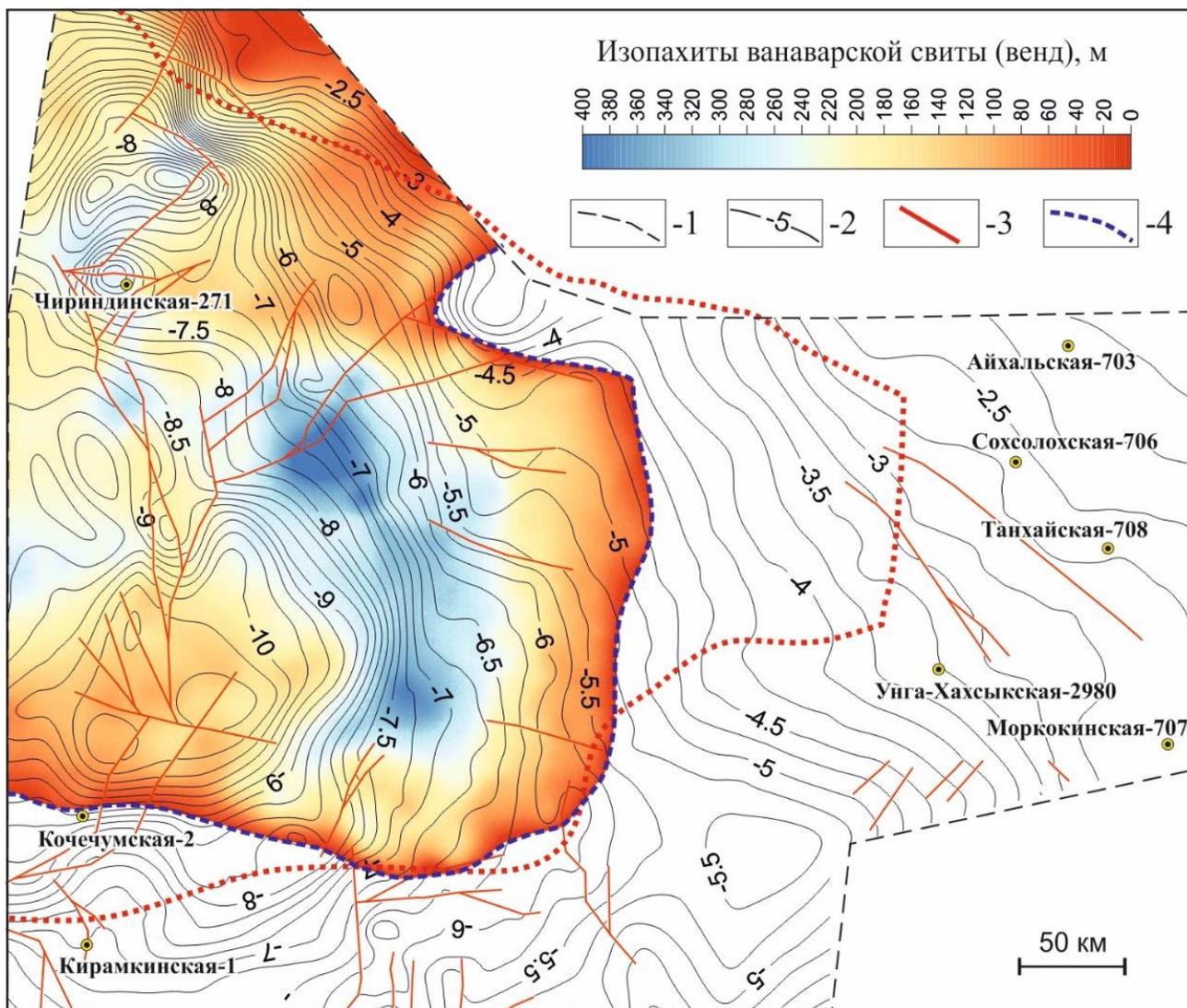


Рис. 3. Структурная карта по подошве венда.

Усл. обозн.: 1 – контур структурных построений, 2 – изогипсы подошвы венда в км, 3 – разломы, 4 – граница выклинивания ванаевской свиты. Остальные усл. обозн. см. рис. 1

По аналогии с вендскими терригенными отложениями Непско-Ботубинской антеклизы можно предположить, что в зоне резкого сокращения мощности ванаевского комплекса создавались наиболее благоприятные условия для образования песчаных тел прибрежно-морского генезиса, вдольбереговых баров и разобщенных изолированных тел песчаных авандельтовой природы, которые представляют определенный интерес в отношении нефтегазоносности. Выделение конкретных локализованных объектов не представляется возможным ввиду низкой плотности сейсмических профилей.

Анализ геолого-геофизических материалов показал, что вендский терригенный комплекс залегает на большей части территории на глубинах около 5,5 км и ниже, что существенно затрудняет вскрытие этого уровня скважинами. Тем не менее, в юго-западных районах Прианабарья прогнозируются участки, где ванаевская свита находится на глубинах 3 км и менее и вполне доступна для глубокого бурения.

НИЖНЕ-СРЕДНЕКЕМБРИЙСКИЙ КОМПЛЕКС

Современные палеогеографические реконструкции, выполненные сотрудниками ИНГГ СО РАН и СНИИГГиМСа, свидетельствуют о том, что на всей территории Северо-Тунгусской НГО в конце раннего кембрия (515–505 млн. лет назад) существовал открытый глубоководный бассейн (Эвенкийское палеоморе) с некомпенсированным осадконакоплением. Глубина бассейна достигала 1 км, возможно, и более [Сухов, 2014]. Здесь шло накопление высоко обогащенного органическим веществом карбонатных илов, позднее в процессе диагенеза превратившихся в горючие сланцы куонамской свиты. Этот бассейн с юга был ограничен системой барьерных рифов, разделявших мелководный солеродный бассейн от Эвенкийского палеоморя.

Обширная регрессия моря в майском веке (505–500 млн. лет назад) привела к исчезновению мелководного солеродного бассейна и масштабной денудации ранее накопленных осадочных отложений, в том числе и барьерного рифа. Котловина обмелевшего Эвенкийского палеоморя начала лавинообразно заполняться флишоидными образованиями, представленными в основном обломочным несортированным терригенно-карбонатным материалом. Эти осадки имеют клиноформную структуру, ясно распознаваемую на временных сейсмических разрезах.

Вместе с регрессией моря на север отступала и полоса рифообразования, при этом проградация карбонатной платформы в майском веке составила почти 400 км [Сухов, 2014]. Предполагается, что «наследниками» амгинских барьерно-рифовых систем являются органогенные сооружения чукукского среднекембрийского комплекса, которые по мнению некоторых исследователей плащеобразно перекрывают толщу заполнения майского яруса [Стратиграфия нефтегазоносных..., 2016]. В пределах исследуемой территории в составе этого комплекса наиболее полно изучен Дирингдинский рифовый массив, фрагменты которого обнажаются на дневной поверхности вблизи оз. Ессей (см. рис. 1).

Таким образом, в Северо-Тунгусской НГО сочетаются несколько благоприятных факторов, предопределяющих высокие перспективы нефтегазоносности ниже-среднекембрийских отложений. К основным из них относятся: широкое развитие черносланцевой куонамской свиты и клиноформное строение осадочных пород майского яруса, залегающих непосредственно на отложениях куонамской свиты, наличие рифогенного барьера, а также обособленных рифогенных сооружений типа Далдыно-Мархинской и Мойероканской банок (рис. 4).

Рифогенные постройки и клиноформные комплексы майского яруса выступают в качестве аккумулирующих коллекторов, а породы куонамской свиты – в качестве нефтегазопроизводящих толщ, хотя последние по аналогии с баккеновской горючесланцевой формацией (США) могут также выступать и в роли коллектора. Флюидоупором являются перекрывающие отложения малыкайской и мархинской свит среднего-верхнего кембрия, сложенные глинисто-карбонатными породами общей мощностью до километра [Стратиграфия нефтегазоносных..., 2016].

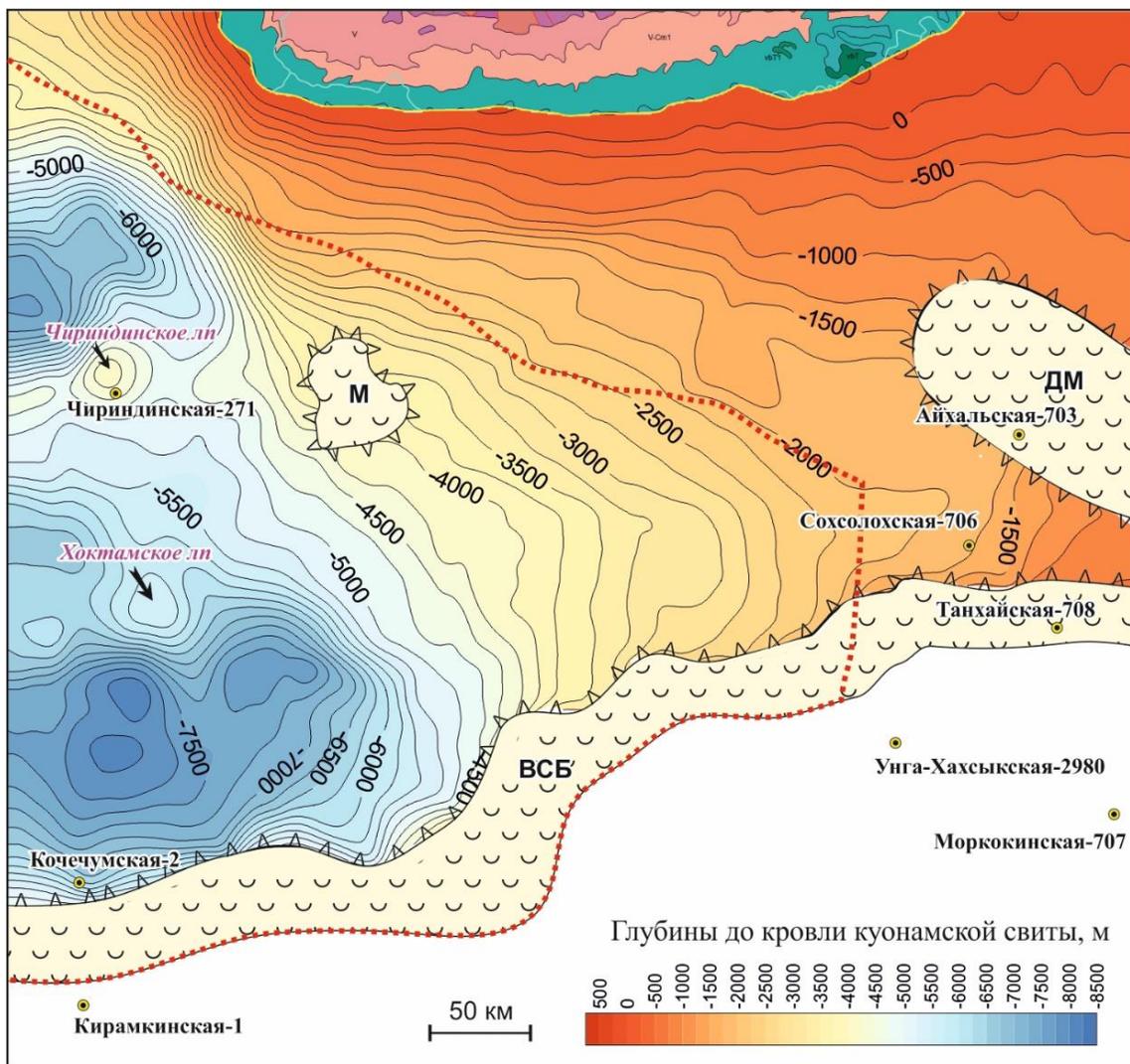


Рис. 4. Структурная карта по кровле куонамской свиты. Усл. обозн. см. рис. 1

К югу от Анабарского щита куонамская свита выходит на дневную поверхность (рис. 1), в юго-западном направлении она резко погружается, достигая глубин 8 км и более (рис. 4). Таким образом, очевидно, что в куонамской свите были достигнуты необходимые термодинамические условия для запуска процессов нефтегазогенерации, которые, как свидетельствуют выполненные в ИНГГ СО РАН палеорекострукции, протекали здесь еще в дотриасовое (дотрапповое) время.

На исследуемой территории куонамская свита вскрыта скважиной Чиридинская-271 (инт. 4364–4466 м с интрузией в средней части мощностью 35 м) и Сохсолохская-706 (инт. 2023–2247 м с интрузией 100 м). В Чиридинской скважине вынос керна из интервала куонамской свиты составил всего 17,8 %, где он представлен глинистыми известняками темно-серой и черной окраски. Остаточное содержание Сорг в нем составило 0,86–0,94 % [Дивина и др., 1996]. Начальное же содержание Сорг могло достигать 15 % [Бахтуров и др., 1988].

В рельефе кровли куонамской свиты выделяются контрастные антиклинальные структуры – Чириндинское и Хоктамское локальные поднятия (см. рис. 4). Они так же, как и не исследованная бурением Мойероканская банка, представляют определенный интерес в отношении нефтегазоносности нижне-среднекембрийских отложений, однако ни в Чириндинской-271, ни в Сохсолохской-706 скважинах интервалы куонамской свиты и перекрывающих ее клиноформных отложений не испытывались. Рифогенные образования удачининской свиты, вскрытые в скважинах Айхальская-703 и Танхайская-708, также не были опробованы. Поэтому вопрос о нефтегазоносности рассматриваемых комплексов остается открытым.

Из непосредственных признаков нефтегазоносности, выявленных в пределах исследуемой территории, можно отметить нафтидопроявления при бурении параметрической и колонковых скважин на Чириндинской площади. Там же в отложениях ордовика и силура по стилолитовым швам и в мелких порах известняков отмечалась жирная густая нефть, а из кровельной части верхнего кембрия было зафиксировано газопроявление [Филипцов и др., 1995]. На юго-западном склоне Далдыно-Мархинской банки обнаружена разрушенная залежь в битуминизированных отложениях с незначительными остаточными притоками нефти [Сухов, Варламов, 2004].

МЕТОДИКА ПОСТРОЕНИЯ ДВУМЕРНЫХ ЛИТОЛОГО-АКУСТИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ

По результатам анализа акустического каротажа двух скважин, Сохсолохской-706 и Танхайской-708, были составлены пластовые скоростные модели венд-кембрийского разреза. Предварительно кривые акустического каротажа подверглись процедурам сшивки, редакции и восстановления недостающих фрагментов по регрессионным зависимостям от данных радиоактивного каротажа (ГК и НГК). На основе полученных зависимостей показания АК исправлялись напротив каверн. Итоговые одномерные модели по скважинам 706 и 708 состояли из 223 и 234 слоев соответственно, средняя толщина каждого слоя составила 12 м.

Наиболее детальная волновая картина наблюдается в интервале венд-кембрийских отложений на тех профилях, где кровля куонамской свиты залегает на абсолютных глубинах 2 км и выше. Для анализа были отобраны два профиля № 10–08 и № 06–15, обработанных в компании ООО «Эвенкиягеофизика», которые обладают наилучшим качеством сейсмического материала в целевом интервале разреза. Положение обоих профилей показано на рис. 1. Первый из них проходит через обе анализируемые скважины, что позволяет составить вдоль него пластовую скоростную модель разреза (рис. 5).

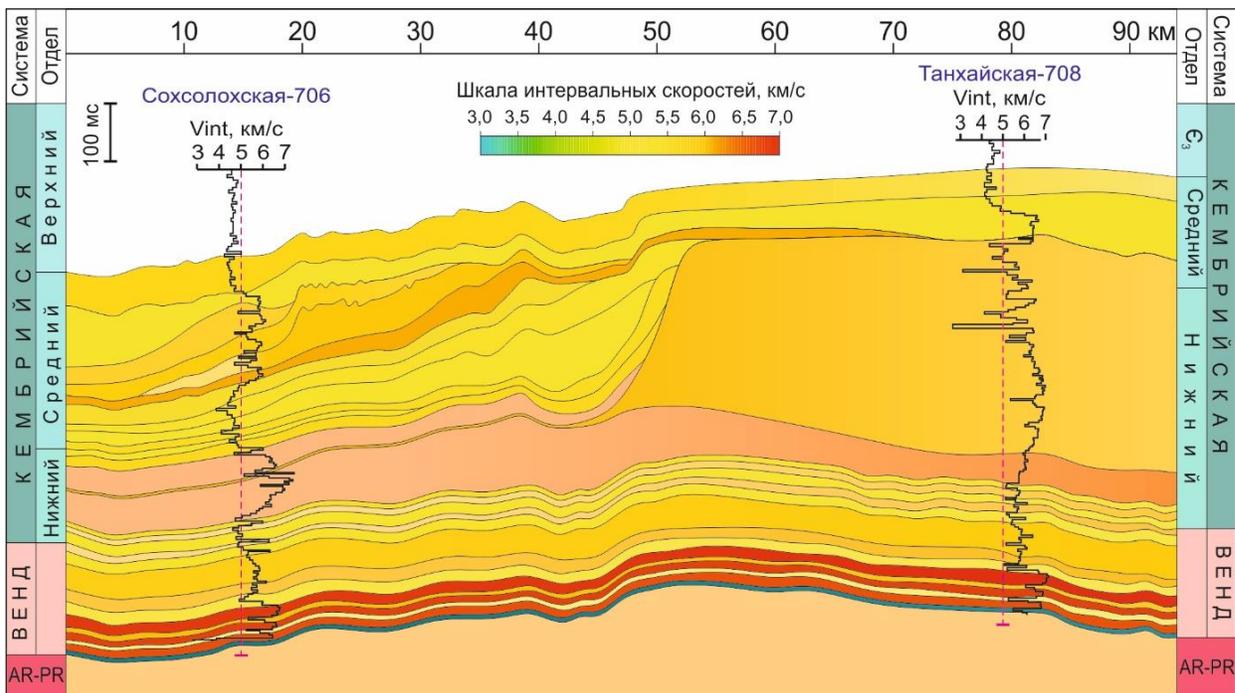


Рис. 5. Скоростная модель разреза вдоль линии сейсмопрофиля № 10–08

В соответствии с выделенными отражающими горизонтами на временном разрезе по профилю № 10–08 исходные одномерные скоростные модели по скважинам были укрупнены до 11 слоев для вендской части разреза и до 18 (в скв. 706) и 8 (в скв. 708) слоев для кембрийской части разреза. Различное количество слоев, необходимых для скоростной характеристики кембрия, обусловлено его резкими фаціальными изменениями в пределах анализируемого профиля, вариант геологической интерпретации которого приведен на рис. 6А, а также практически полным отсутствием отражений в интервале развития барьерно-рифовых образований (рис. 6В).

Более детально модель строения ниже-среднекембрийских отложений показана на примере профиля № 06–15 (рис. 7), на который основные закономерности распределения литологических разностей и скоростных параметров были перенесены с соседнего разреза по профилю № 10–08.

Моделирование двумерных синтетических разрезов выполнялось в программном комплексе Mink, разработанном в ИНГГ СО РАН (автор сверточного алгоритма – М.М. Немирович-Данченко, программной оболочки – М.С. Канаков). В качестве зондирующего импульса использовался импульс Берлаге с несущей частотой, полученной из анализа спектров реального волнового поля. Параметры литолого-акустической модели в межскважинном пространстве подбирались итеративным путем по принципам, описанным в работе [Корягин, Сахаров, 1988]. Поскольку в скважинах плотностной каротаж не проводился, значение плотности было принято за единицу. Качество итоговой модели оценивалось по сходству реального и синтетического временных разрезов.

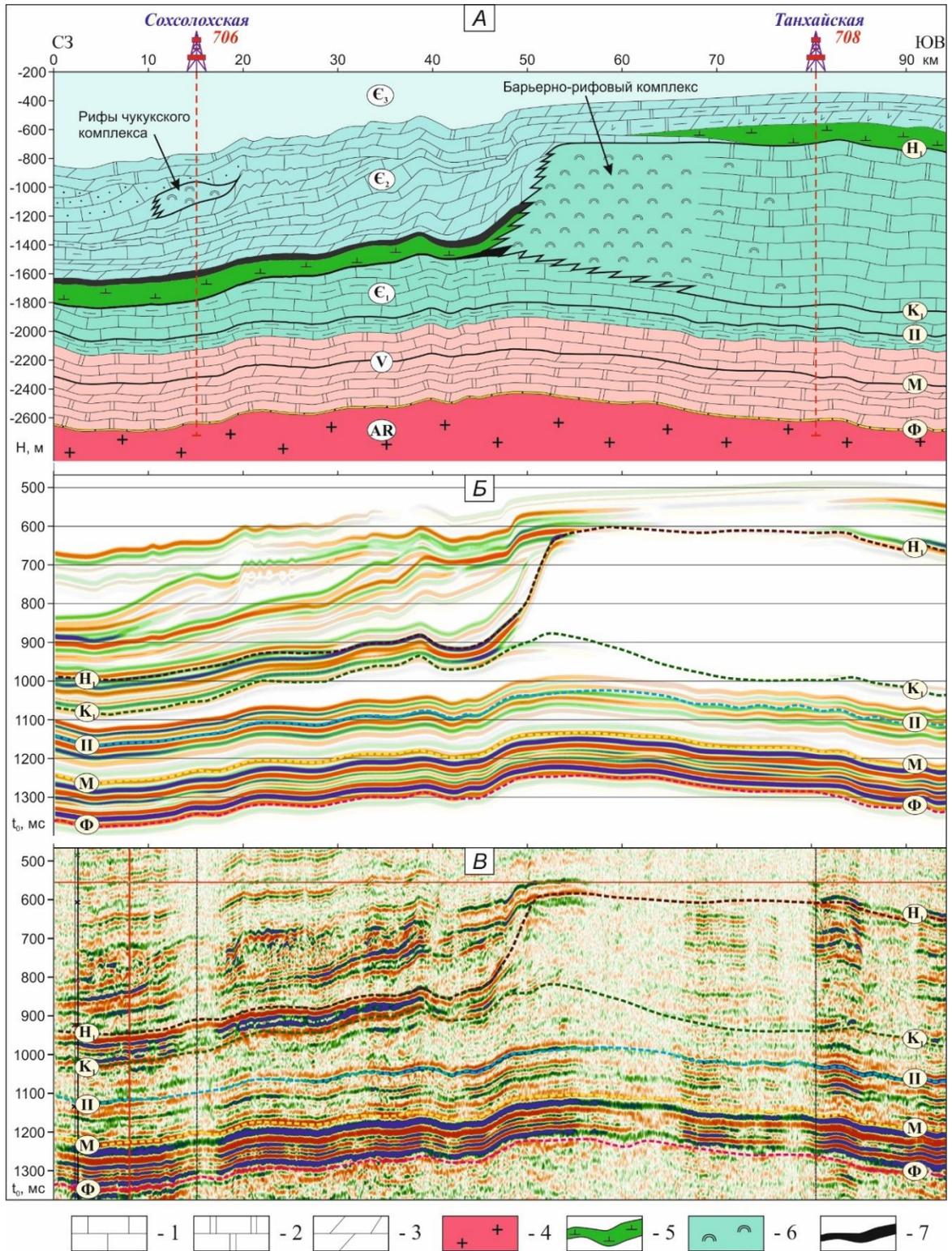


Рис. 6. Геологический разрез (А), синтетический временной разрез (Б) и фрагмент реального временного разреза (В) вдоль сейсмического профиля № 10–08.

Усл. обозн.: 1 – известняки, 2 – доломиты, 3 – мергели, 4 – граниты, 5 – долериты, 6 – органогенные известняки рифогенного комплекса, 7 – глубоководные отложения кюнамской свиты

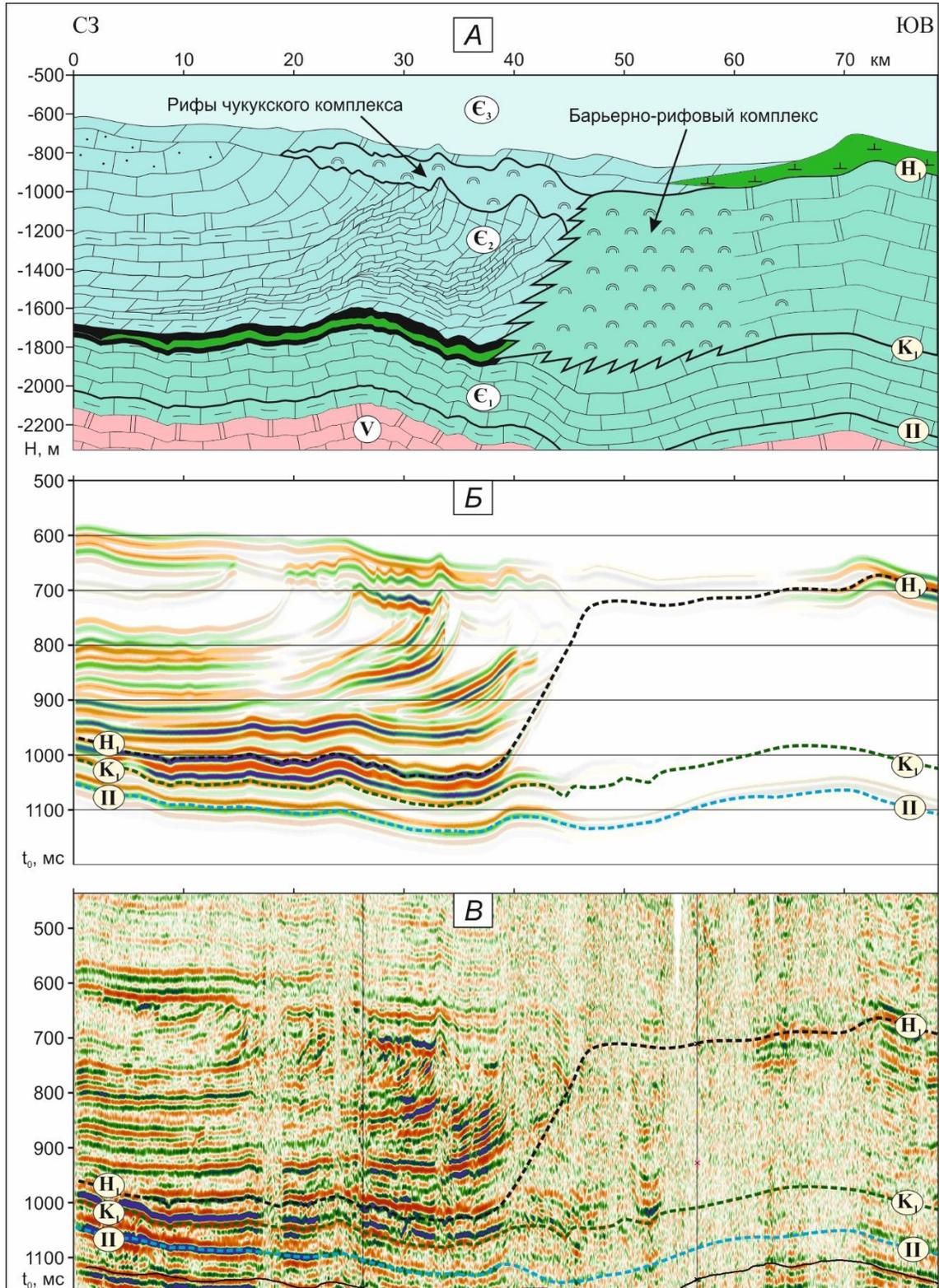


Рис. 7. Геологический разрез (А), синтетический временной разрез (Б) и фрагмент реального временного разреза (В) вдоль сейсмического профиля № 06–15. Усл. обозн. см. рис. 6

СТРОЕНИЕ ВЕНД-КЕМБРИЙСКИХ КОМПЛЕКСОВ ПО РЕЗУЛЬТАТАМ ДВУМЕРНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ВОЛНОВЫХ ПОЛЕЙ

Вендские отложения и билирская свита, залегающая в базальной части нижнего кембрия, относительно выдержаны по своим акустическим характеристикам. Нижняя подсвита бюксской свиты венда (ботуобинская пачка) входит в состав терригенного комплекса венда и сложена трансгрессивными кварцевыми песчаниками. В пределах профиля ее мощность меняется от 12 до 18 м, а скорость распространения продольных волн (V) составляет 3–4 км/с. Она перекрывает высокоскоростные ($V > 6$ км/с) породы фундамента, сложенные гранитами и гранито-гнейсами.

В нижней части венда на ботуобинской пачке залегают верхнебюкская подсвита. Согласно акустическим данным и описанию керна, в ее строении принимают участие три выдержанных по толщине высокоскоростных ($V = 6,5–7$ км/с) пропластка плотных доломитов с ангидритом, разделенных относительно низкоскоростными ($V = 5,2–5,5$ км/с) мергелями и глинистыми доломитами (см. рис. 5).

Акустические свойства вышележащих отложений успенской, кудулахской, юряхской и билирской свит менее дифференцированы и также не претерпевают существенных изменений на всем протяжении профиля. Такой циклический характер строения вендских отложений, включая билирскую свиту, выдержан на протяжении многих десятков километров, что создает на временных и синтетических сейсмических разрезах устойчивую высокоамплитудную интерференционную картину (рис. 6Б, В).

Как отмечалось выше, куонамская свита, вскрытая скважиной 706 содержит интрузию траппов мощностью 100 м, которая осложняет наиболее амплитудный волновой пакет в кембрийской части разреза между отражающими горизонтами N_1 и K_1 , приуроченными к кровле и подошве куонамской свиты соответственно. Перепад скоростей на границе траппа составляет 1,4–1,8 км/с. При приближении к барьерному рифу уменьшается временной интервал $\Delta T(N_1-K_1)$ и происходит слияние отдельных фаз волнового пакета, что вероятнее всего связано с уменьшением толщины интрузии вплоть до ее полного выклинивания у подножия рифа (рис. 6А).

Согласно стратиграфическим разбивкам скважины № 706 [Стратиграфия нефтегазоносных..., 2016], куонамскую свиту перекрывают нерасчлененные зеленоцветная и оленекская свиты майского яруса среднего кембрия общей мощностью 481 м, входящие в состав толщи заполнения. Эти отложения сложены чередованием мергелей и известняков (как правило, плотных, водорослевых) и на временном разрезе имеют ярко выраженное косослоистое строение.

Присутствие низкоскоростных глинистых разностей в толще заполнения обуславливает ее акустическую дифференциацию и появление в волновом поле достаточно интенсивных отражающих горизонтов. Уменьшение количества амплитудных наклонных отражений с юго-востока на северо-запад на ряде разрезов Вилъюско-Мархинской площади (рис. 7Б, В) свидетельствует о том, что на начальном этапе формирования толщи заполнения доля глинистого материала была существенной и постепенно уменьшалась по мере проградации склона бассейна, уступая место чистым известнякам. Однако судя по профилям, уходящим далеко на север вглубь куонамского бассейна («п. Тура – скв. Чириндинская-271» и «скв. Хошонская-256 – р. Мойеро»), такая тенденция не сохраняется и участки потери отражений

периодически сменяются (примерно через каждые 90 км) зонами регулярных амплитудных наклонных цугов волн.

Отдельной проблемой является выявление на сейсмических разрезах рифовых построек майского века (чукукский рифовый комплекс), которые уже не являются барьерными, однако также представляют поисковый интерес в качестве ловушек для углеводородов. Благодаря своим аномально высоким акустическим характеристикам, рифогенные известняки весьма контрастно выделяются среди вмещающих глинисто-известковистых пород толщи заполнения. Ранее их предлагалось выделять по результатам частотного анализа сейсмической записи [Умперович и др., 1984], в последние годы для этой цели широко используются инверсионные методы [Кондратьев и др., 2015].

В скважине Сохсолохская-706 подобная рифогенная постройка предположительно вскрыта в интервале чукукской свиты на абсолютных отметках –915...–1082 м (см. рис. 6А). Состав свиты охарактеризован как песчаники известняковые и доломитистые известняки [Стратиграфия нефтегазоносных..., 2016]. Об органогенном происхождении известняков также не упоминается и в описании керна из дела скважины, согласно которому она представлена массивными плотными известняками и кавернозными засоленными доломитами с мергелями. Однако в том же деле скважины при описании проходки сказано, что в интервале чукукской свиты пройдены бурением рифогенные отложения. На рифовую природу известняков косвенно указывают весьма высокие значения скоростей, определенные по данным АК, до 6 км/с (см. рис. 5), а также структура облекания, зарегистрированная на временах 720–750 мс (см. рис. 6А). Судя по волновой картине, это одиночное рифовое тело, не имеющее связи с барьерным рифом, что подтверждается результатами двумерного моделирования (см. рис. 6А, Б).

Принципиально иная картина строения чукукского рифового комплекса наблюдается в 35 км западнее на соседнем профиле № 06–15 (рис. 7). Здесь характер волнового поля позволяет предположить ограниченное площадное развитие рифовых образований майского века, отходящих от верхней кромки барьерного рифа в соответствии с представлениями С.С. Сухова о модели развития окраины Иркутско-Олекминской карбонатной платформы [Стратиграфия нефтегазоносных..., 2016]. Однако, как показывают результаты сейсмогеологического моделирования (см. рис. 7А, Б), его протяженность невелика и составляет порядка 30 км при мощности 100–200 м. Поскольку перекрывающие отложения малыкайской свиты залегают без стратиграфического перерыва и размыв чукукской свиты исключен, то представленные результаты свидетельствуют о мозаичном характере распространения рифовых комплексов майского века.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Выполненные исследования позволяют на новом уровне охарактеризовать структуру венд-кембрийских комплексов, развитых в восточной части Северо-Тунгусской НГО. В настоящей работе представлены результаты анализа структурных карт по подошве венда и кровле куонамской свиты, осуществлен прогноз развития ванаварской свиты венда, составлены детальные литолого-акустические модели по двум профилям, пересекающим барьерно-рифовую систему и рассчитаны двумерные синтетические временные разрезы, подтверждающие корректность геологической интерпретации.

Из основных результатов исследований отметим следующие:

1. По сейсмическим данным в восточной части Северо-Тунгусской НГО прогнозируется широкое поле развития терригенного комплекса венда в составе ванаварской свиты и нижнебюкской подствиты. Последняя не представляет поискового интереса в связи с малой мощностью. Отложения ванаварской свиты скважинами не вскрыты и рекомендуются к разведке в виду наличия потенциально нефтематеринских рифейских толщ. Максимальная прогнозируемая мощность ванаварской свиты достигает 400 м. На большей части территории она залегает на больших глубинах (более 5,5 км), воздымаясь на северо-восток в сторону Анабарской антеклизы до глубин порядка 2,5 км.

2. В пределах восточной части Северо-Тунгусской НГО имеются все необходимые предпосылки для формирования крупных залежей углеводородов в кембрии, благодаря уникальному сочетанию таких благоприятных факторов, как:

- широкое развитие нефтематеринских пород куонамской свиты;
- наличие коллекторов в виде рифовых комплексов, имеющих различное строение (барьерный риф, крупные Далдыно-Мархинская и Мойероканская банки, одиночные рифы чукукского комплекса), а также в виде клиноформно построенных пород майского яруса;
- присутствие глинисто-карбонатных пород малыкайской и мархинской свит, выступающих в качестве регионального флюидоупора.

3. Анализ сейсмического материала в пределах Вилюйско-Мархинской площади показал, что вблизи склона барьерного рифа развита переменнo-амплитудная косослоистая сейсмофация, которая может быть связана со значительной долей глинистого материала, привносимого на начальных этапах формирования толщи заполнения, которая по мере проградации карбонатной платформы на север падала. Именно с этой сейсмофацией следует связывать наибольшие перспективы нефтегазоносности клиноформного комплекса, поскольку здесь можно ожидать развитие зональных глинистых флюидоупоров.

4. Плащеобразное развитие чукукского рифового комплекса в пределах куонамского бассейна не подтверждается результатами сейсмофациального анализа и двумерного сейсмического моделирования. Наиболее вероятно, что этот комплекс представляет собой серию линз различной протяженности (до первых десятков километров) и отдельных биогермов, типа Дирингдинского рифового массива.

Исследования проводились в рамках проекта НИР IX.131.1.2. «Построение моделей геологического строения и оценка перспектив нефтегазоносности фанерозойских и неопротерозойских осадочных комплексов Лено-Тунгусской НГП для формирования программы геологоразведочных работ и лицензирования недр».

ЛИТЕРАТУРА

- Бахтуров С.Ф., Евтушенко В.М., Переладов В.С.** Куонамская битуминозная карбонатно-сланцевая формация. – Новосибирск: Наука, 1988. – 161 с.
- Вальчак В.И., Каминский В.М., Евграфов А.А., Горюнов Н.А., Култышев В.Ю., Бархатов И.П.** Новые данные по геологии нефтегазоперспективных рифогенных объектов севера Сибирской платформы // Природные ресурсы Красноярского края. – 2015. – № 24. – С. 28–31.
- Дивина Т.А., Старосельцев В.С., Тезиков В.Ю., Белобородова Г.В., Филипцов Ю.А.** Прогноз нефтегазогеологических параметров палеозойских отложений севера Тунгусской синеклизы // Геология и проблемы поисков новых крупных месторождений нефти и газа в Сибири: Результаты работ по Межведомственной региональной научной программе «Поиск» за 1994 год. Ч. II. – Новосибирск, 1996. – С. 113–115.
- Конторович А.Э., Мельников Н.В., Старосельцев В.С.** Нефтегазоносные провинции и области Сибирской платформы // Геология и нефтегазоносность Сибирской платформы. Труды СНИИГГиМС. – Новосибирск, 1975. – Вып. 222. – С. 4–21.
- Кондратьев И.К., Бондаренко М.Т., Кучеря М.С., Киссин Ю.М., Тарасенко Е.М.** Выявление органогенных построек с помощью пластовой акустической инверсии в Лено-Тунгусской НГП // Геофизика. – 2015. – № 4. – С. 2–9.
- Корягин В.В., Сахаров Ю.П.** Математическое моделирование в сейсморазведке. – М.: Наука, 1988. – 160 с.
- Стратиграфия** нефтегазоносных бассейнов Сибири. Кембрий Сибирской платформы / Под ред. Ю.Я. Шабанова. В 2-х т. Т. 1. – Новосибирск: ИНГГ СО РАН, 2016. – 497 с.
- Сухов С.С., Варламов А.И.** Кембрийские рифовые образования Якутии (к истории исследований и перспективам их нефтегазоносности) // Актуальные вопросы геологии нефти и газа Сибирской платформы. – Якутск: ЯФ Изд-ва СО РАН, 2004. – С. 63–78.
- Сухов С.С.** От слоистой структуры осадочных бассейнов к палеореконструкциям (о некоторых седиментологических причинах ошибок в тектонических и геоисторических реконструкциях Сибирской платформы и смежных территорий) // Геология, геофизика и минеральное сырье Сибири: Материалы 1-й научно-практической конференции. Т. 1 – Новосибирск: СНИИГГиМС, 2014. – С. 231–235.
- Умперович Н.В., Еханин А.Е., Роменко В.И.** Проявление кембрийских рифовых тел Якутии в геофизических полях // Методика и результаты изучения Сибирской платформы геофизическими методами. – Новосибирск: СНИИГГиМС, 1984. – С. 56–63.
- Филипцов Ю.А., Мельников Н.В., Ефимов А.С., Вальчак В.И., Горюнов Н.А., Евграфов А.А., Смирнов Е.В., Щербаков В.А., Култышев В.Ю.** Нижне-среднекембрийский рифогенный барьер на севере Сибирской платформы – объект первоочередных нефтегазопроисловых работ // Геология и минерально-сырьевые ресурсы Сибири. – 2014. – № 2(18). – С. 25–35.
- Филипцов Ю.А., Дивина Т.А., Ларичев А.И.** Геохимические предпосылки нефтегазоносности Северо-Тунгусской НГО (по материалам бурения на Ледянской и Чириндинской площадях) // Результаты работ по Межведомственной региональной научной программе «Поиск» за 1992–1993 годы. Ч. 1. – Новосибирск, 1995. – С. 40–56.

КОРОТКО ОБ АВТОРАХ

ГУБИН Игорь Алексеевич – кандидат геолого-минералогических наук, старший научный сотрудник Института нефтегазовой геологии и геофизики им. А.А. Трофимука СО РАН. Область научных интересов: сейсмостратиграфия и региональная геология Сибирской платформы, интерпретация сейсмических данных.

ТАРАТЕНКО Алексей Владимирович – магистрант Новосибирского государственного университета. Область научных интересов: сейсмостратиграфия венд-кембрийских отложений Курейской синеклизы, сейсмогеологическое моделирование, интерпретация сейсмических данных.