

ОБСТАНОВКИ НАКОПЛЕНИЯ УГЛЕРОДИСТЫХ ПОРОД КЕМБРИЯ СИБИРСКОЙ ПЛАТФОРМЫ

В.С. Старосельцев^{1,2}, Б.Б. Шишкин¹

¹Сибирский научно-исследовательский институт геологии, геофизики и минерального сырья,
630091, Новосибирск, Красный просп., 67, Россия

²Новосибирский государственный университет, 630090, Новосибирск, ул. Пирогова, 2, Россия

Проанализированы взаимоотношения углеродистых пород раннего и среднего кембрия с подстилающими, перекрывающими и синхронными им отложениями, их литолого-палеогеографические, палеотектонические и тектонические условия формирования. При этом увязаны результаты глубокого бурения и сейсморазведочных профилей МОГТ-2Д. Показана тесная связь и взаимные переходы углеродистых пород и органогенных построек кембрия Сибирской платформы.

Углеродистые породы, органогенные постройки, палеогеографические и тектонические взаимоотношения, сейсморазведка, глубокое бурение, ранний и средний кембрий, литолого-палеогеографические, палеотектонические и тектонические условия формирования УВ, Сибирская платформа.

ENVIRONMENTAL CONDITIONS OF ACCUMULATION OF CAMBRIAN CARBONACEOUS ROCKS IN THE SIBERIAN PLATFORM

V.S. Starosel'tsev and B.B. Shishkin

Based on results of deep drilling and the CDP-2D seismic profiling, the relations between the Early and Middle Cambrian carbonaceous rocks and the underlying, overlying, and synchronously formed deposits in the Siberian Platform are analyzed, and the lithologo-paleogeographic, paleotectonic, and tectonic conditions of their formation are considered. It is shown that these carbonaceous rocks are intimately related to the Cambrian organogenic structures, up to their mutual transitions.

Carbonaceous rocks, organogenic structures, paleogeographic and tectonic correlations, seismic prospecting, deep drilling, Early and Middle Cambrian, lithologo-paleogeographic, paleotectonic, and tectonic conditions of hydrocarbon formation, Siberian Platform

Основные площади распространения углеродистых (с повышенным содержанием органического вещества) пород в кембрии охватывают восточную часть Сибирской платформы (рис. 1). Стратиграфически они приурочены к ленскому подъярису нижнего кембрия и амгинскому ярусу среднего кембрия. Обстановки их накопления являются предметом длительного обсуждения в научной литературе [Евтушенко, 1977; Staroseltsev, 2011; Старосельцев, Шишкин, 2012]. Наиболее тщательные целенаправленные исследования этого вопроса были выполнены при подготовке кандидатской диссертации В.М. Евтушенко под руководством докторов наук А.Э. Конторовича и В.Е. Савицкого еще в конце 60-х — начале 70-х годов прошлого столетия. Их вывод был однозначен: такие породы характеризуются многими текстурными признаками мелководных отложений. Несколько позднее С.С. Суховым неоднократно рассматривалось их глубоководное в некомпенсированных депрессиях накопление. В результате предлагался палеофиль (рис. 2) северо-восточной ориентировки от юго-западной окраины Сибирской платформы до северо-восточной с выравниванием по подошве углеродистых отложений кембрия и подошве синхронных соленосно-карбонатных отложений. Поскольку последние характеризовались суммарной толщиной порядка 2.0—2.5 км, а первые — лишь около 100 м, глубина бассейна недокомпенсированного прогибания измерялась 1.5—2.0 км.

Ситуация, отраженная на рис. 2, совсем не учитывает особенностей истории тектонического развития пересеченных палеофиль частей Сибирской платформы. Уже в рифейское время юго-западная часть Сибирской платформы принципиально отличалась от северо-восточной амплитудой компенсированного осадками прогибания (рис. 3). В палеозое эта тенденция существенно усилилась, в результате чего на северо-востоке обособилась крупнейшая Анабарская антеклизы, а на западе Курейская и Присаяно-Енисейская синеклизы (рис. 4). При этом на протяжении всей фанерозойской геологической истории Анабарская, как и расположенная на юго-востоке Алданская, антеклизы отставали в прогибании и, соответственно, в суммарной толщине накопленных осадков от всей западной половины Сибирской платформы.

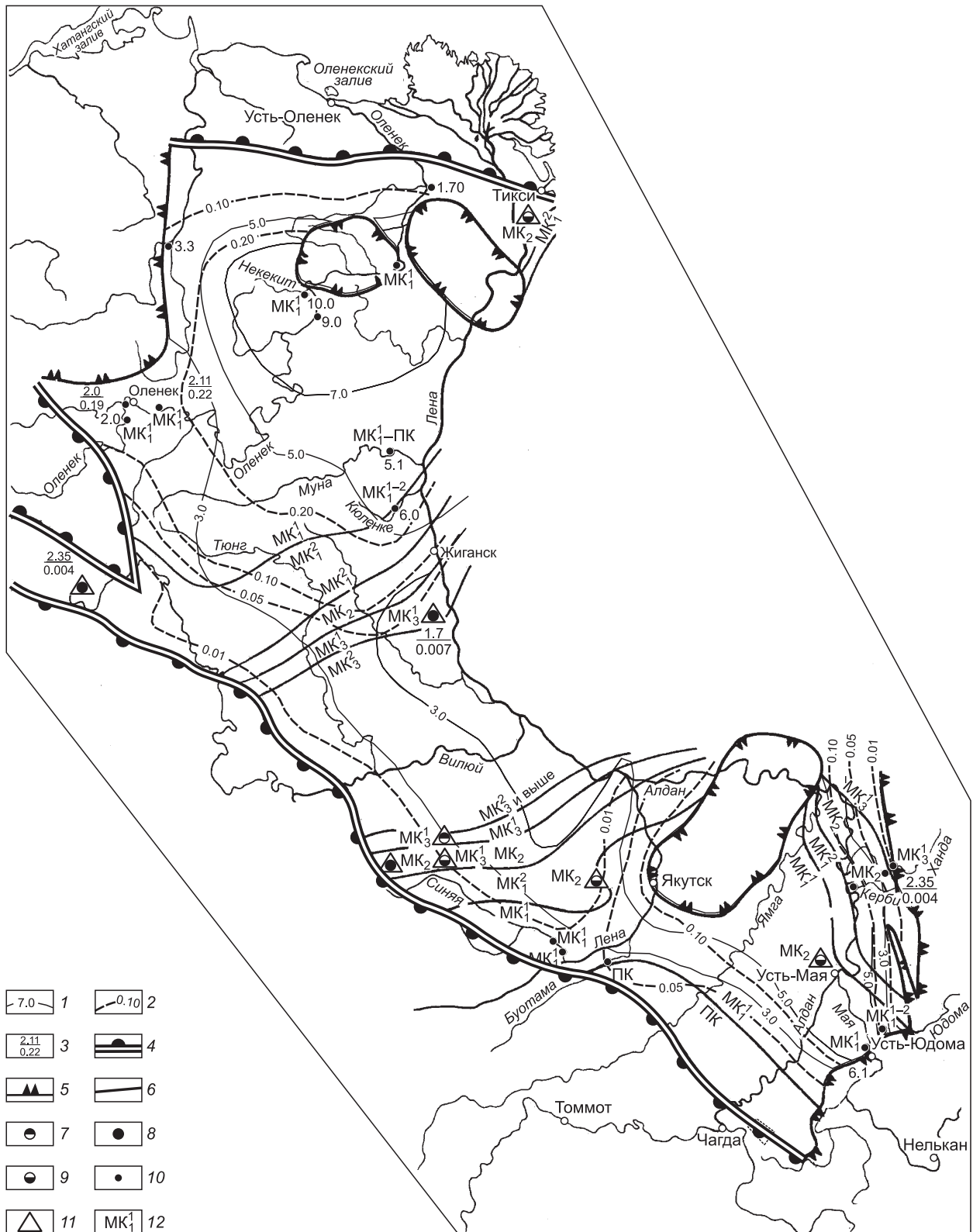


Рис. 1. Схематическая карта геохимических параметров черносланцевых отложений куонамского типа на востоке Сибирской платформы.

1 — концентрации C_{org} (% на породе); 2 — концентрации хлороформенного битумоида (% на породе); 3 — местоположение изученного разреза и средневзвешенные концентрации C_{org} в % на породе (над чертой) и хлороформенных битумоидов (под чертой) в % на породе; границы распространения куонамского горизонта: 4 — фациальные, 5 — эрозионные, 6 — прогнозные границы зон различного катагенеза РОВ; точки замера степени катагенеза РОВ: 7 — в перекрывающих отложениях, 8 — в отложениях куонамского горизонта, 9 — в подстилающих отложениях, 10 — в обнажениях, 11 — в скважинах; 12 — обозначение градаций катагенеза.

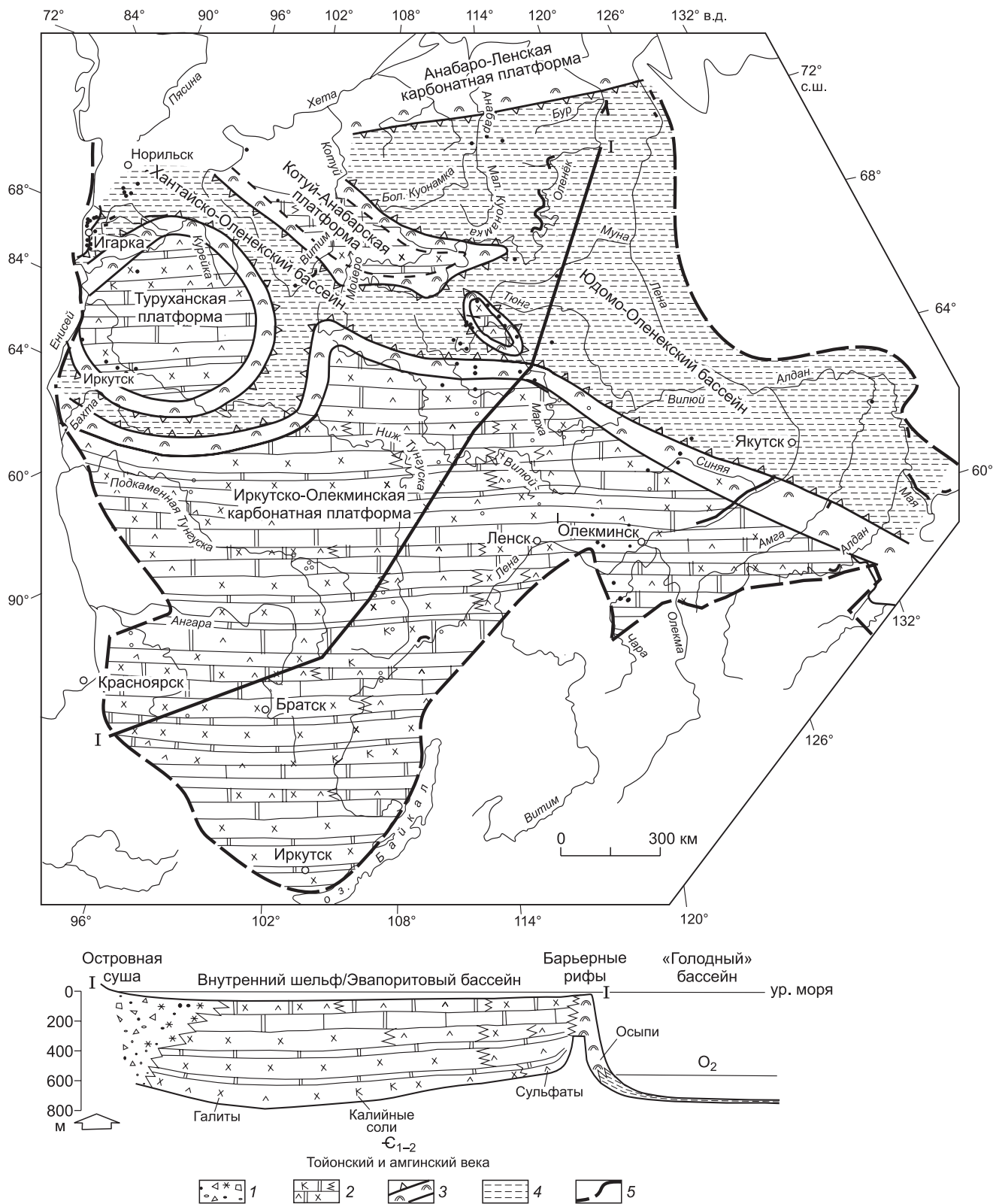


Рис. 2. Фациально-палеогеографическая схема распространения внутришельфовых, внешнешельфовых (рифовых) и открыто-морских (бассейновых) образований на Сибирской платформе в раннем и среднем кембрии.

1 — обломочные отложения окраины бассейна, 2 — карбонатная платформа, 3 — органогенный барьер, 4 — «голодный» бассейн, 5 — граница распространения кембрийских отложений.

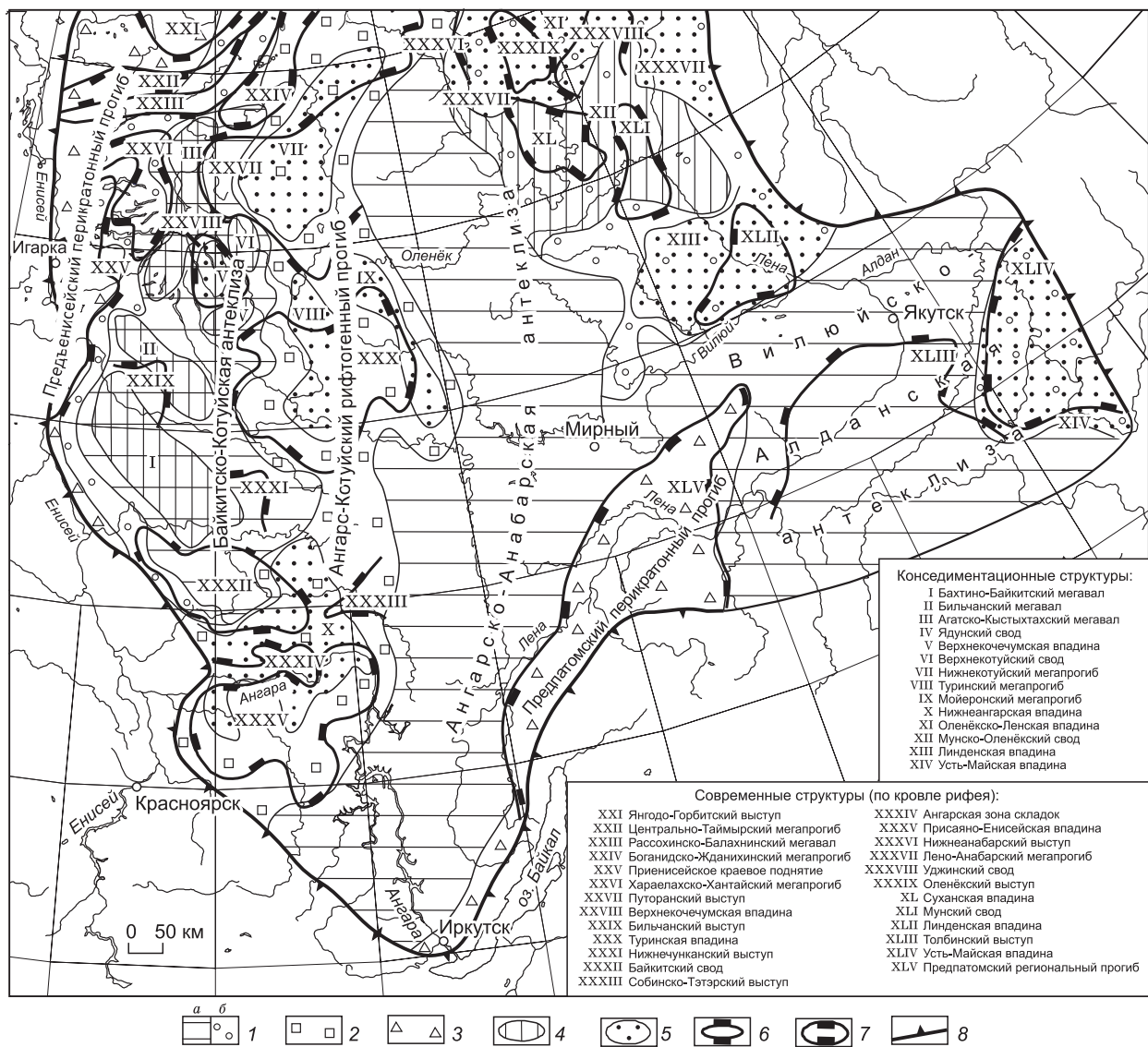


Рис. 3. Тектоническая карта байкальского комплекса Сибирской платформы.

Региональные структуры: 1 — антеклизы (а), синеклизы (б), 2 — рифтогенные прогибы, 3 — перикратонные прогибы; тектонические структуры: 4 — палеоструктуры конседиментационные положительные, 5 — отрицательные; 6 — палеоструктуры современные положительные, 7 — отрицательные; разломы: 8 — краевые швы, ограничивающие контуры Сибирской платформы.

Трудно себе представить, чтобы на короткий промежуток времени конца раннего—начала среднего кембрия могло происходить прямо противоположное описанной тенденции изменение направленности тектонических движений. Авторы отдают себе отчет в том, что для более обоснованного выявления обстановок накопления рассматриваемых отложений необходим предметный анализ литолого-палеогеографических и тектонических условий накопления интересующих нас отложений. С этой целью ниже приведены выявленные к настоящему времени особенности их соотношения с подстилающими, перекрывающими и синхронными отложениями [Старосельцев, Шишкин, 2012].

Наиболее показательны в этом отношении результаты глубокого бурения и современной сейсморазведки МОГТ-2Д на Хочомской площади в восточной части Алданской антеклизы. Хочомская скважина 1 пробурена в нижнем течении р. Амга в апикальной зоне одноименной структуры, выделенной по материалам гравиразведки С.С. Оксман в 1981 г. Скважиной был вскрыт разрез, приведенный на рис. 5. Его анализ показывает, что в отличие от разрезов, пробуренных примерно на 200 км южнее Нижнеамгинской и Мокуйской скважин, в Хочомской скважине сокращен разрез вендских (усть-юдомская свита), раннекембрийских (пестроцветная и иниканская свиты) отложений. Но в амгинском ярусе среднего кембрия вместо верхней части иниканской свиты толщиной около 30 м в интервале глубин 1543—

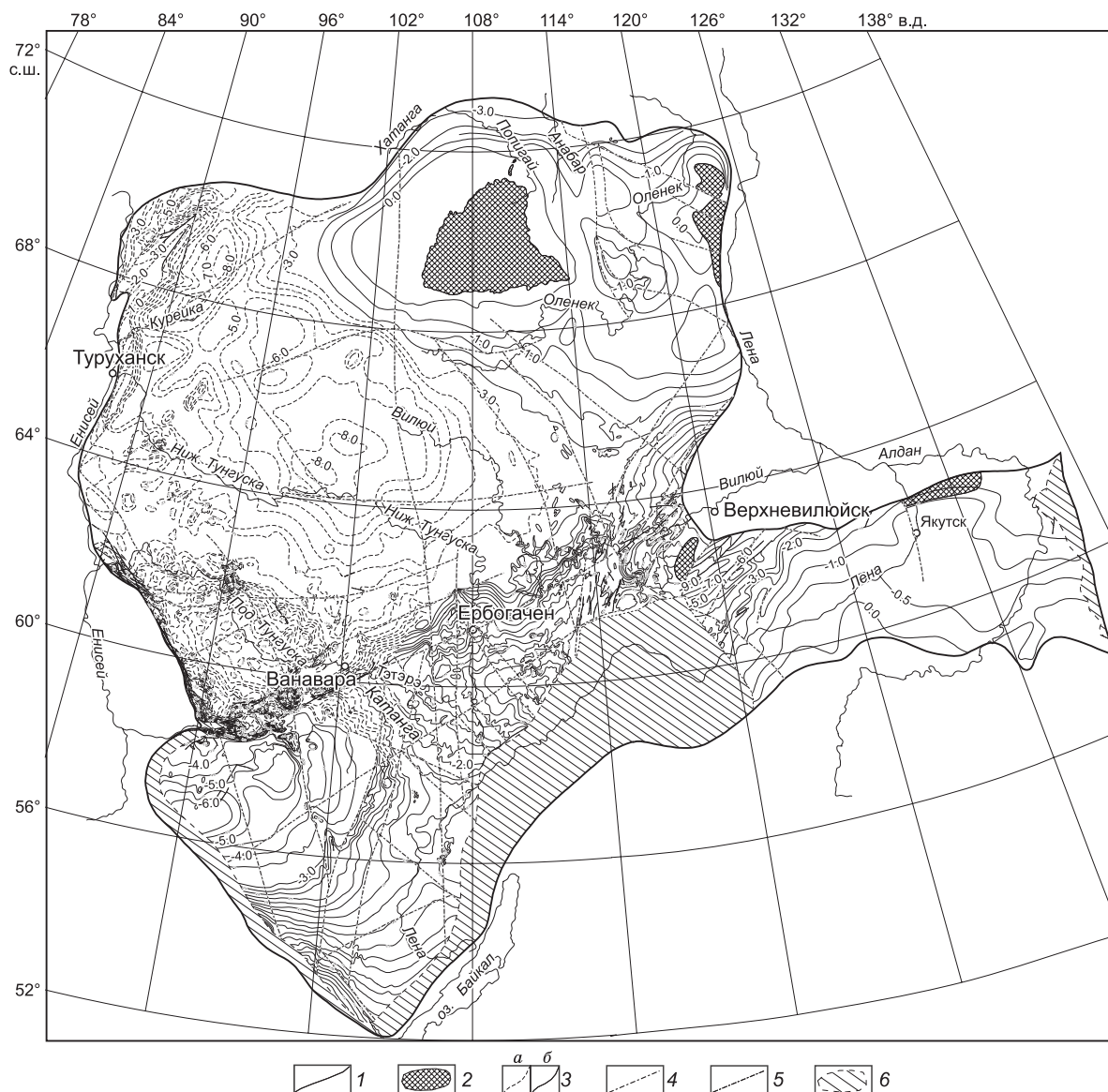


Рис. 4. Структурная карта Лено-Тунгусской нефтегазоносной провинции.

1 — границы Сибирской платформы, 2 — выходы кристаллического фундамента на поверхность и под пермские или юрские отложения, 3 — стратоизогипсы горизонтов венд-кембрия: а — подошвы усольской свиты и ее аналогов, б — кровли нижнебюкской подсвиты и ее аналогов; элементы дизъюнктивной тектоники: 4 — основные региональные разломы по геолого-геофизическим данным, 5 — разрывы, установленные геологической съемкой, сейсморазведкой и подтвержденные бурением, 6 — зоны шарьяжных перекрытий.

1869 м появляется сложенная преимущественно светло-серыми массивными доломитами, мелкокавернозными и нередко интенсивно трещиноватыми, хочомская толща. Выше она перекрывается пестроцветными мергелями, послойно глинистыми до аргиллитов с прослоями серых мелкозернистых известняков и обломками трилобитов чайской свиты. На основании последних Л.И. Егоровой и Т.В. Пегель интервал 1400.8—1423.3 м отнесен к низам майского яруса среднего кембрия. Следовательно, хочомская толща может быть отнесена к характерному для верхней части полных разрезов иниканской свиты амгинскому ярусу.

Существенно уточнить взаимоотношение чайской свиты, хочомской толщи, иниканской и подстилающих свит нижнего кембрия и венда, а также появление клина рифейских отложений на кристаллическом фундаменте стало возможным после проведения позднее высококачественной сейсморазведки МОГТ-2Д. На композитном сейсмопрофиле 080321 и 080321а (рис. 6) эти взаимоотношения можно хорошо видеть. Во-первых, по мере продвижения на юго-восток от скв. Хочомская-1 между 240 и 250

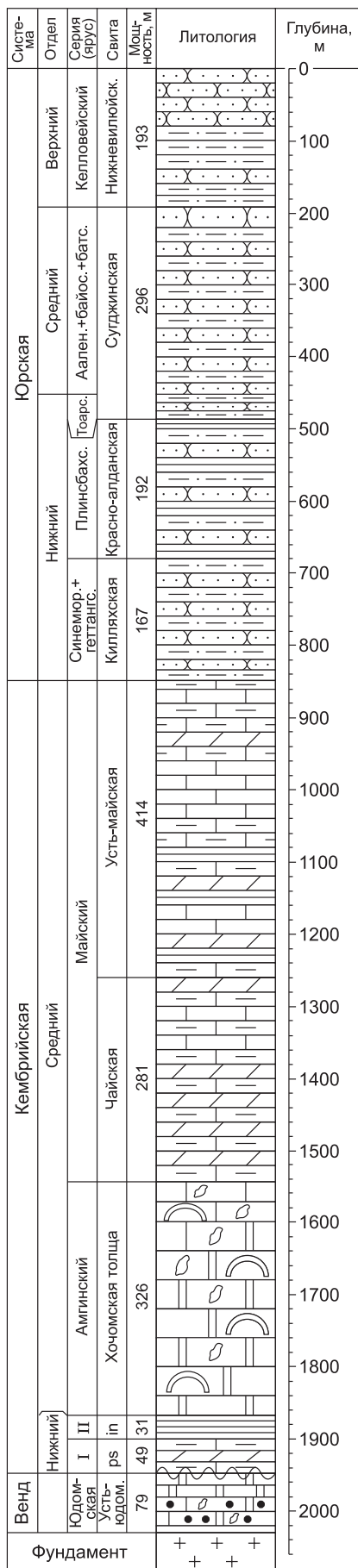


Рис. 5. Геологический разрез Хочомской скв. № 1.

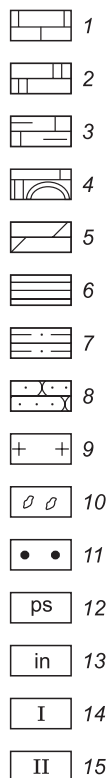
1 — известняки, 2 — доломиты, 3 — известняки глинистые, 4 — органические известняки, доломиты, 5 — мергели, 6 — аргиллиты, 7 — алевролиты, 8 — песчаники, 9 — породы фундамента, 10 — кавернозность, 11 — битуминозность, 12 — пестроцветная свита, 13 — иниканская свита, 14 — алданский надъярус, 15 — ленский надъярус.

пикетом отчетливо наблюдается выклинивание хочомской толщи, вместо которой в разрезе появляется верхняя часть иниканской свиты толщиной около 30 м, а чайская свита, залегающая на ней, сближается с пестроцветной. Еще ярче эти взаимоотношения выявляются на палеоразрезе на начало формирования иниканской свиты (рис. 7).

Анализ материалов, приведенных на рис. 6 и 7, позволяет выявить закономерную связь хочомской органической банки с формированием еще в рифее уступа кристаллического фундамента, который за счет относительного поднятия ограждал бассейн рифейского возраста, приводя к выклиниванию рифейских толщ. Существование относительного поднятия дна бассейна продолжилось на этом участке в период накопления в венде и раннем кембрии сокращенной толщины отложений устьюдомской и пестроцветной свит. Наличие такого палеоподнятия было весьма благоприятным для роста органической постройки (хочомской толщи), поверхность которой могла сохранять необходимое для активного ее роста расстояние от водной поверхности бассейна. Отлагавшаяся за ее пределами верхняя часть иниканской свиты с учетом практически пятикратного сокращения ее толщины в ходе геологической истории [Евтушенко, 1977] за счет роста неуплотнившейся в дальнейшем органической банки не могла формироваться в глубоководных условиях.

Благодаря наличию сети сейсморазведочных профилей МОГТ-2Д вокруг Хочомской скв.-1 и их системной переинтерпретации удалось [Берилко и др., 2012] составить карту изопахит хочомской органической банки (рис. 8). Анализ этой карты показывает, что протяженность органической постройки в субширотном направлении превышает 50 км, а в перпендикулярном сечении — 20 км. Следовательно, ее площадь составляет более 1000 км², что, естественно, выдвигает ее в число крупных нефтегазоперспективных объектов [Берилко и др., 2012], на территории которого, сгустив сеть сейсморазведки в апикальной зоне до плотности, отвечающей поисковой стадии, можно выбрать надежное место для заложения успешной поисково-оценочной глубокой скважины.

Рассмотренный пример взаимоотношения различных пород на обогащенном органическим веществом уровне кембрия характеризует обстановку их накопления на востоке Алданской антеклизы. Представляется крайне важным для прояснения обстановок накопления синхронных толщ на устойчиво поднимавшейся в течение рифея и всего фанерозоя Анабарской антеклизы, где они выделяются в качестве куонамской свиты, проанализировать на конкретном примере. В качестве такого



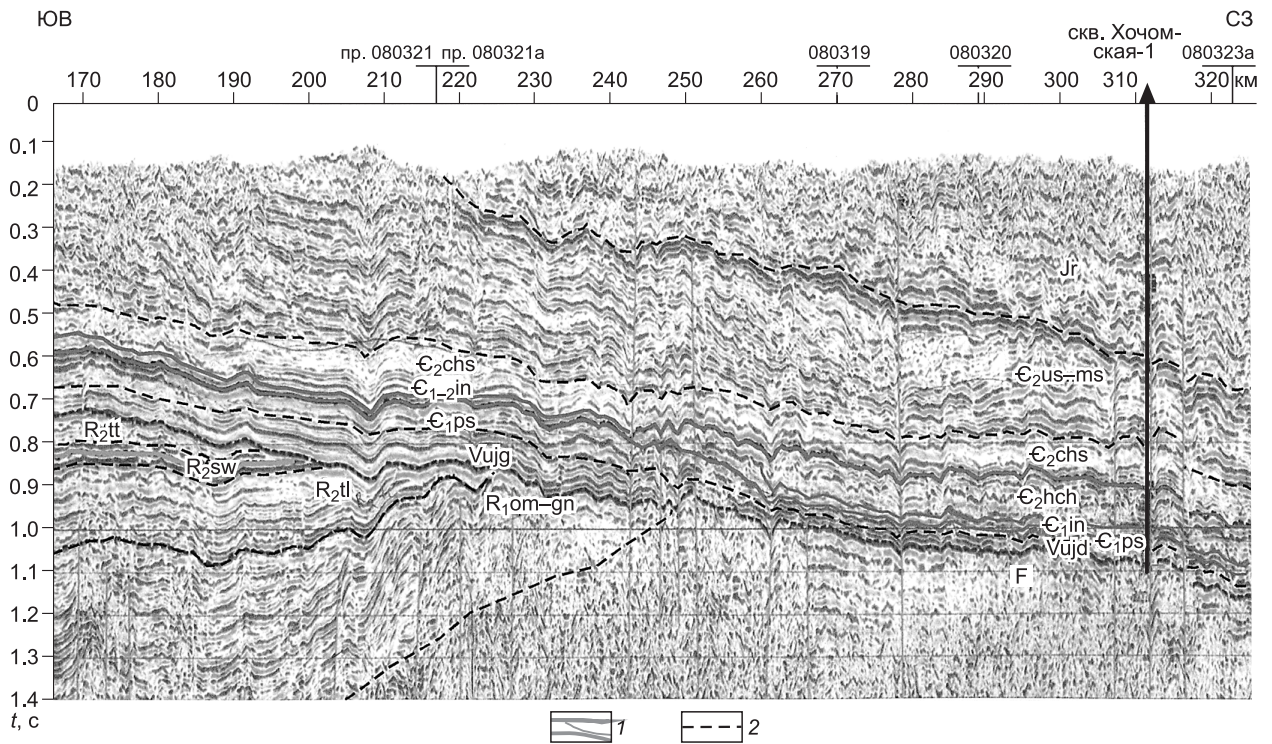


Рис. 6. Временной разрез ОГТ по линии профилей 080321, 080321а.

1 — границы иниканской свиты и хочомской толщи, 2 — границы свит: tt — тоттинская, sw — светлинская, tl — талынская, chs — чайская, in — иниканская, ps — пестроцветная, ujj — усть-юдомская, om-gn — омахтинская-гонамская (нерасчлененные), us-ms — усть-майская, in — иниканская свита, ps — пестроцветная; hch — хочомская толщина; F — фундамент.

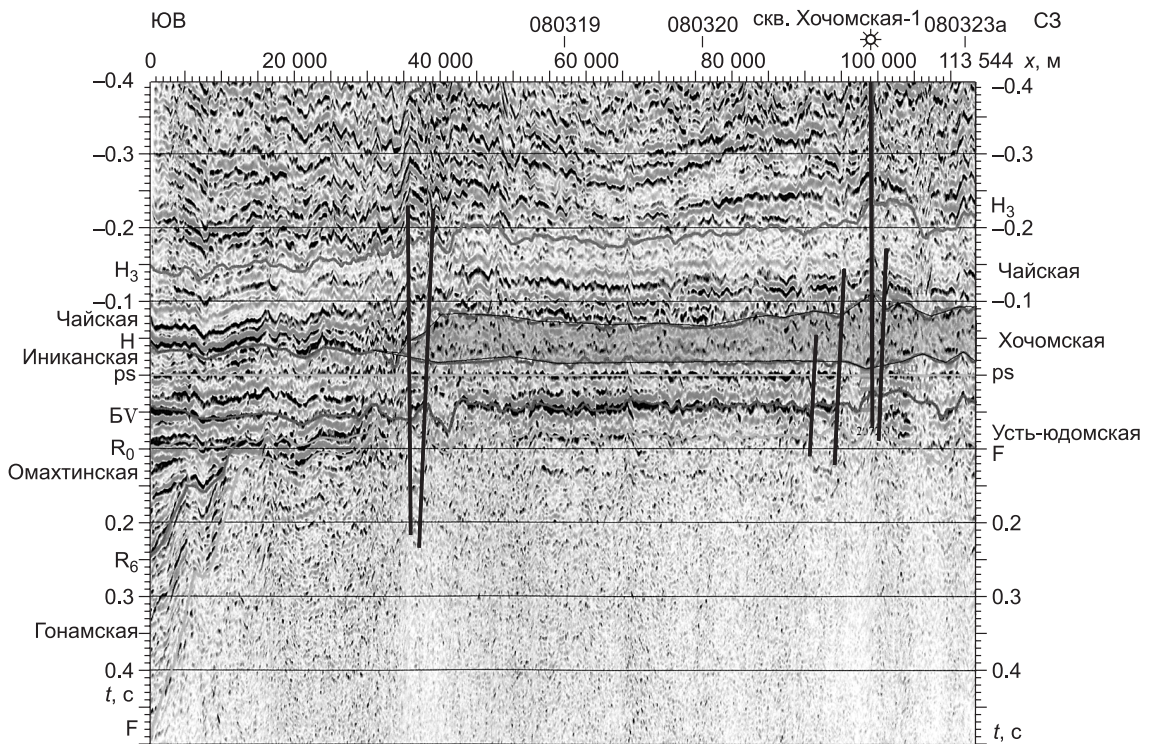


Рис. 7. Палеоразрез по профилю 080321а на начало формирования иниканской свиты.

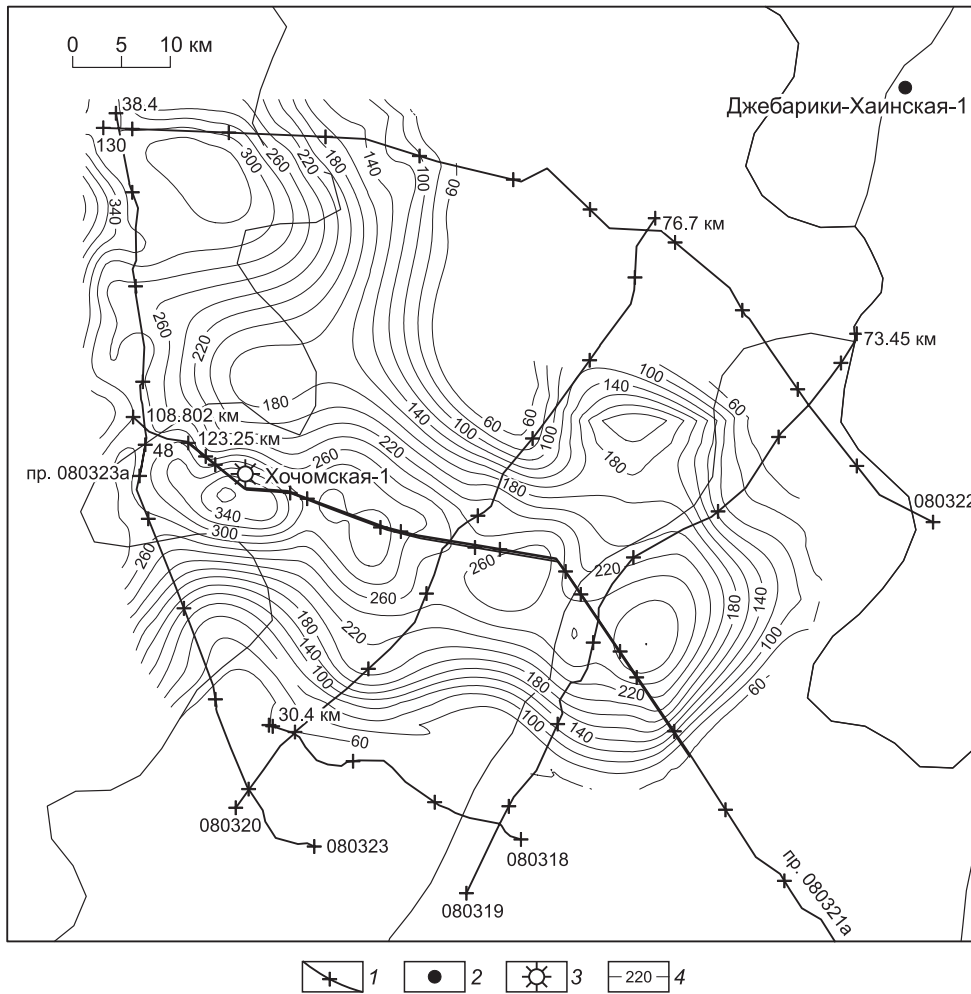


Рис. 8. Карта изопахит хочомской толщи (органогенной банки).

1 — сейсмические профили (толстой линией профили 080321, 080321а), 2 — скважина глубокого бурения, 3 — скважина с ВСП, 4 — изолинии толщин хочомской толщи (м).

примера можно рассмотреть выявленное еще в 1990 г. в зоне сочленения Анабарской антеклизы с северо-западным бортом Вилюйской синеклизы формирование органогенных отложений на палеоподнятиях на стыке фундамента с зоной выклинивания рифейских отложений. Именно над такими палеоподнятиями по результатам сейсморазведочных работ МОГТ-2Д были выделены аномалии, скорее всего, обусловленные органогенными постройками в нижнекембрийских отложениях ленского надъяруса, тесно связанными с куонамской свитой. Такая органогенная банка прослеживается на пересекающихся сейсморазведочных профилях 881708, 881701 и 881702 (рис. 9). Поверхность ее кровли образует структурный мыс, воздымающийся в северо-западном направлении (рис. 10). Максимальная его высота в поперечном сечении достигает 250 м, а протяженность в продольном — 30 км при ширине около 20 км.

В стратиграфическом отношении эта органогенная банка существенно отличается от описанной для Хочомской площади на востоке Алданской антеклизы. Если в сопоставлении последней с разрезом иниканской свиты органогенные образования соответствовали верхней половине, на юго-востоке Анабарской антеклизы подобные образования замещали нижнюю часть (рис. 11) куонамской свиты (возрастного аналога иниканской свиты на Хочомской площади). Следовательно, органогенные постройки в иниканской и куонамской свитах имеют скользящее положение, занимая то верхнюю, то нижнюю стратиграфическую ступень. В любом случае такие постройки, обладая значительным размером и за счет трещиноватости и кавернозности улучшенными коллекторскими свойствами, несомненно, заслуживают внимания при планировании геолого-разведочных работ по оценке перспектив нефтегазоносности новых объектов.

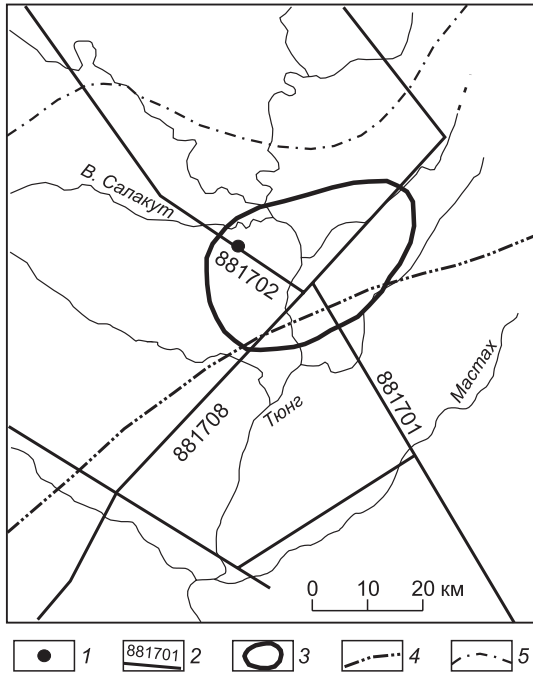


Рис. 9. Сейсморазведочные профили.

1 — местоположение проектной параметрической скважины, 2 — профили ОГТ, 3 — контур аномалии «органогенное тело», 4 — граница распространения рифейских отложений, 5 — граница распространения ранневендских отложений.

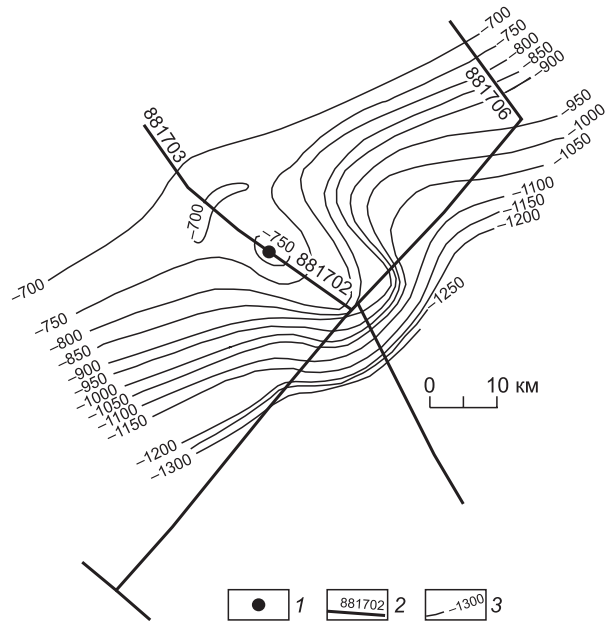


Рис. 10. Структурная карта по кровле аномалии «органогенное тело».

1 — местоположение проектной параметрической скважины, 2 — профиль 881702, 3 — аномалии «органогенное тело».

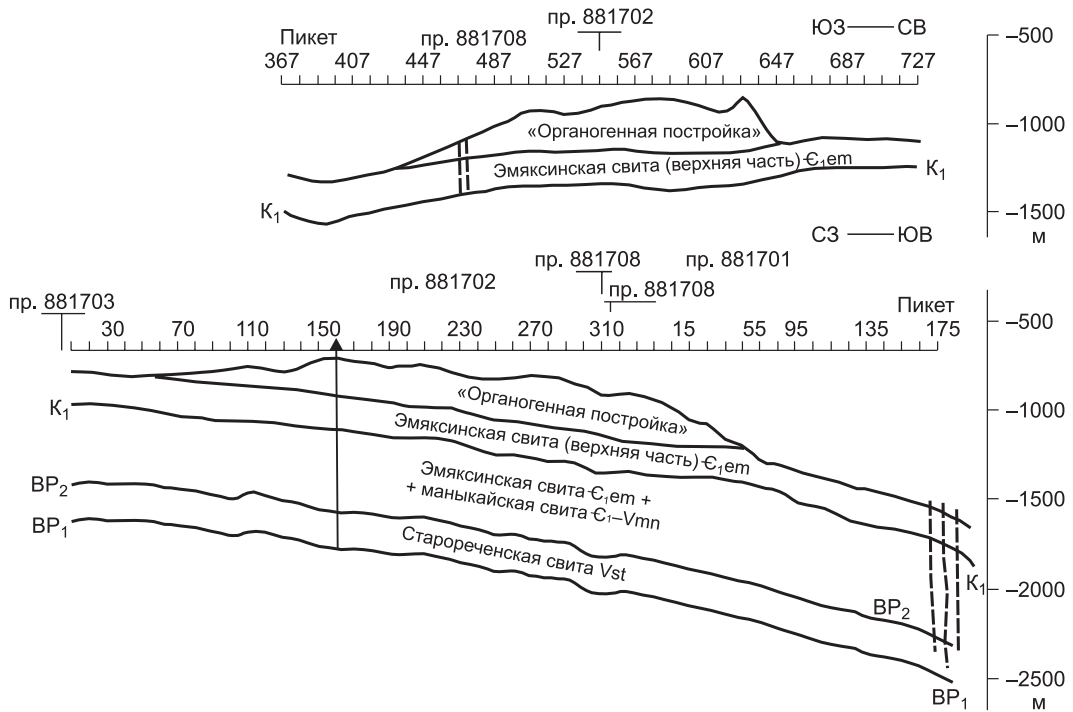


Рис. 11. Геолого-геофизические разрезы по профилям 881708, 881702-881701.

K_1 — низы верхней трети эмякисинской свиты, BP_2 — подошва манькайской свиты, BP_1 — подошва старореченской свиты.

Приведенными примерами не исчерпываются выявленные на Сибирской платформе варианты взаимоотношения органогенных построек и обогащенных органическим веществом кремнисто-карбонатных аргиллитов конца раннего—начала среднего кембрия. По результатам сейсморазведочных работ последних лет такие взаимоотношения намечаются на погружении Анабарской антеклизы под восточный борт Курейской синеклизы в бассейне р. Мойеро, на западном борту Курейской синеклизы в бассейне р. Бахта. По предварительным данным, они возможны и на юго-востоке Западно-Сибирской плиты в ее венд-кембрийском основании. Однако состояние их изученности пока не позволяет однозначно отразить взаимные переходы интересующих нас образований кембрийского разреза. Ясно лишь, что такие переходы не укладываются в обстановку глубоководных недокомпенсированных прогибов.

ЛИТЕРАТУРА

Берилко Г.А., Шишкин Б.Б., Страхов А.Н. О перспективах нефтегазоносности среднекембрийских отложений в бассейне р. Амга (восточная часть Алданской антеклизы) / Геология и минерально-сырьевые ресурсы Сибири, 2012, № 3, с. 38—43.

Евтушенко В.М. О восстановлении палеомощностей кембрийских отложений в предрифовых зонах Лено-Тунгусской нефтегазоносной провинции // Тектонические критерии нефтегазоносности платформенных областей Сибири. Новосибирск, СНИИГГиМС, 1977, с. 43—48.

Старосельцев В.С., Шишкин Б.Б. Тектонические условия накопления кембрийских битуминозных пород востока Сибирской платформы // Геология и минерально-сырьевые ресурсы Сибири, 2012, № 2, с. 38—45.

Staroseltsev V.S. Tectonic setting of Riphean and Vendian basins on Siberian Craton // Neoproterozoic sedimentary basins, stratigraphy, geodynamics and petroleum potential. Int. Conf., Novosibirsk, 30 July — 02 August, Novosibirsk, IPGG SB RAS, 2011, p. 93—95.

*Поступила в редакцию
26 ноября 2013 г.*