

Геологическое строение, условия формирования, нефтегазоносность отложений венда и кембрия Лено-Тунгусского бассейна

Н.И. Коробова*, Е.Е. Карнюшина, Н.С. Шевчук, С.В. Фролов, Е.А. Бакай, Г.Г. Ахманов
Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, Москва, Россия

В настоящее время в венд-кембрийском комплексе Лено-Тунгусского бассейна известны несколько десятков месторождений углеводородов, что явно не исчерпывает его потенциал. На открытие новых залежей нефти и газа позволяют надеяться разнопостроенный значительный стратиграфический интервал комплекса, его толщины (до 3000 м), благоприятные нефтегеологические свойства, заложившиеся в седиментогенезе, а именно наличие нефтематеринских, коллекторских и флюидоизолирующих отложений.

Седиментологические исследования венд-кембрийского комплекса, выполненные по сети опорных литологических разрезов скважин, а также выходов на дневную поверхность, позволили создать серию схематических карт обстановок осадконакопления в масштабе 1:5000000 для шести временных интервалов (непского, тирского, даниловского, томмотско-раннеатдабанского, ботомско-амгинского и позднекембрийского). Рассмотрена эволюция седиментогенеза венд-кембрийского комплекса, и дана оценка его нефтегеологических свойств, которые в первую очередь связаны с различными обстановками осадконакопления.

Ключевые слова: Лено-Тунгусский бассейн, венд-кембрий комплекс, обстановки осадконакопления

Для цитирования: Коробова Н.И., Карнюшина Е.Е., Шевчук Н.С., Фролов С.В., Бакай Е.А., Ахманов Г.Г. (2022). Геологическое строение, условия формирования, нефтегазоносность отложений венда и кембрия Лено-Тунгусского бассейна. *Георесурсы*, 24(2), с. 60–74. DOI: <https://doi.org/10.18599/grs.2022.2.9>

Введение

Данная работа посвящена изучению условий формирования осадочных бассейнов и углеводородных систем в их пределах, основу исследования которых заложили Н.Б. Вассоевич и И.В. Высоцкий.

Отложения венда и кембрия на Сибирской платформе образуют единую мощную последовательность вначале терригенных, а затем в преобладающей части карбонатных пород. Граница между этими двумя системами согласная и литологически зачастую трудно различима даже в обнажениях. Поэтому вполне уместно говорить о едином вендско-кембрийском осадочно-породном комплексе.

Вендско-кембрийские отложения являются важнейшим компонентом разреза Лено-Тунгусского бассейна (рис. 1). Они имеют наибольшее площадное распространение из всех комплексов осадочного чехла, значительную мощность и максимальный объем выполнения. Кроме того, резервуары кембрия и особенно венда доминируют в этом бассейне по запасам нефти и газа.

Первым этапом формирования осадочного чехла на платформе был рифейский (от 1650 до 1000–850 млн лет). В течение этого этапа на рассматриваемой территории сформировалась система впадин, чья конфигурация сильно отличалась от контуров более молодых палеозойских структур. Они выполнены мощными (по геофизическим данным

до 4,0–4,5 км, возможно, более) последовательностями терригенных и карбонатных пород, накопившихся, по всей видимости, в течение нескольких циклов седиментации, разделенных перерывами. Возможно, эти впадины принадлежали разным палеобассейнам, не только разделенным территориально, но и асинхронным (Frolov et al., 2011).

Генезис этих палеобассейнов не совсем понятен. Преобладающей является точка зрения об их рифтовой (или эпирифтовой) природе (например, Sokolov et al., 1992). Однако четких признаков рифтинга (грабенообразная форма, листрические сбросы, блоки вращения) на региональных сейсмопрофилях не видно.

Рифейский этап развития закончился региональным подъемом, эрозией и перестройкой структурного плана в интервале примерно 850–630 млн лет (байкальская фаза складчатости) (Nikishin et al., 2010). Причиной этого служили коллизийные события на западной, южной и, возможно, северной окраинах Сибирского палеоконтинета. Амплитуда предвендского размытия в некоторых местах (например, на Туруханском поднятии) могла достигать 3 и более км (Sokolov et al., 1992; Frolov et al., 2015).

Собственно, венд-кембрийское время является частью второго крупного этапа развития Лено-Тунгусского бассейна – вендско-раннекаменноугольного (от 650–620 до 320 млн лет). По всей видимости, уже в самом начале этапа, заложившись наиболее крупные элементы Сибирской платформы, такие как Анабарская, Непско-Ботуобинская, Байкитская антеклизы, Курейская и Присяяно-Енисейская синеклизы. Об этом свидетельствует распределение толщин вендских отложений: максимальное в упомянутых впадинах и минимальное на поднятиях (рис. 2).

* Ответственный автор: Наталия Ивановна Коробова
e-mail: nataliya.korobova54@mail.ru

© 2022 Коллектив авторов

Контент доступен под лицензией Creative Commons Attribution 4.0 License (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>)

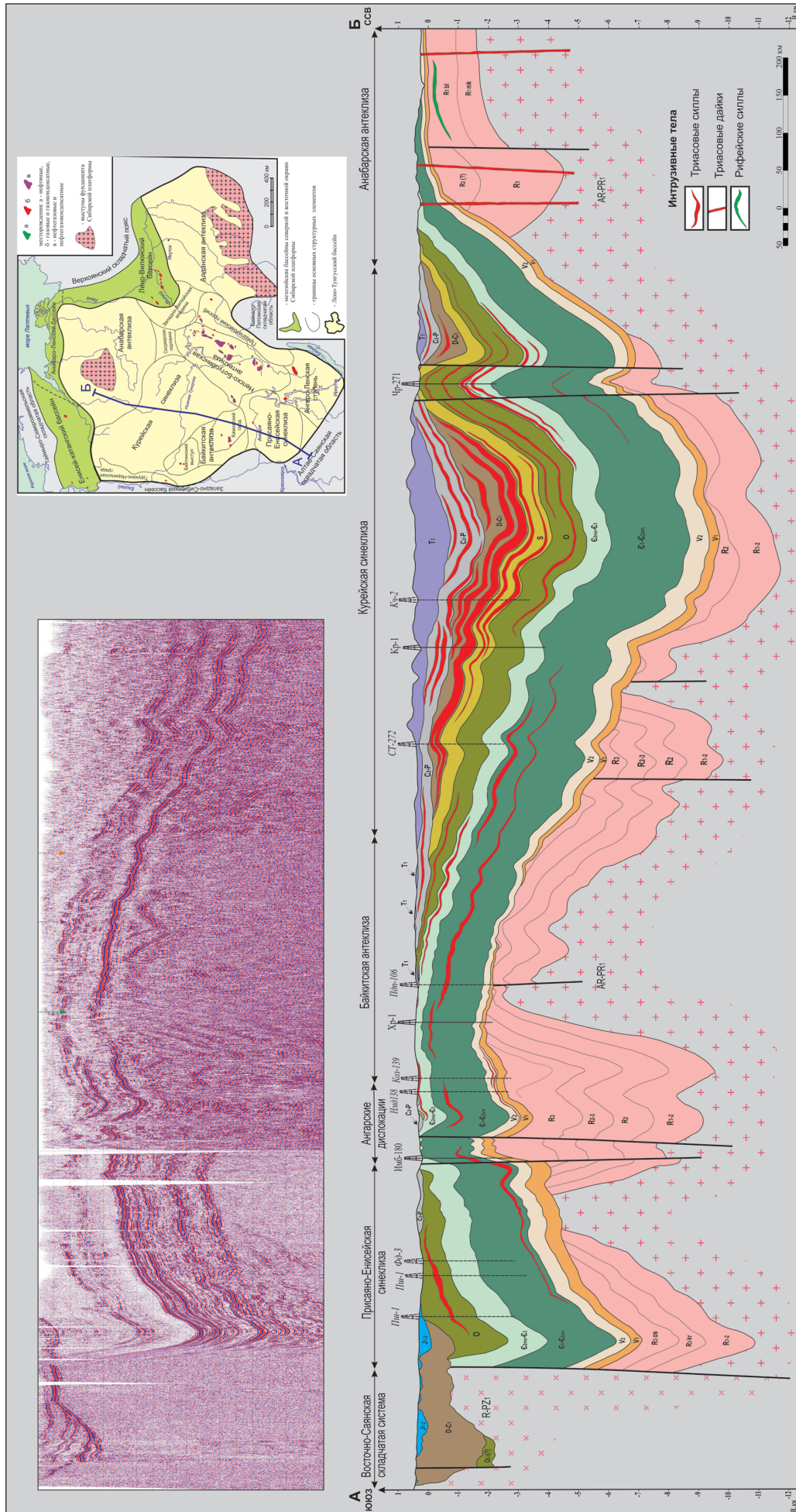


Рис. 1. Южная и центральная части регионального профиля «Алтай-Северная Земля» (по Вальчак и др., 2008) (вверху); профильный разрез по линии АБ (по Frolov et al., 2011 с изменениями)

Осадочный бассейн заполнялся неравномерно. Базальные, терригенные толщи тяготели к депрессионным областям, отсутствуя на сводах антеклиз.

Поздневендские карбонатные отложения в рассматриваемом регионе распространены уже практически повсеместно. Максимум своего развития бассейн седиментации достиг в кембрийское время. Резко доминировала карбонатная седиментация, при этом условия были весьма различными. Наиболее глубоким море было близ восточной, северной и юго-восточной окраин континента, а в центральной и юго-западной частях платформы преобладала мелководная седиментация.

Несмотря на то, что кембрийские отложения характеризуются в целом довольно выдержанной толщиной, как и в венде отмечается некоторое их увеличение в сторону центральных частей Курейской синеклизы. С позднего кембрия бассейн осадконакопления постепенно уменьшался в размерах, вплоть до регионального подъема и размыва в конце турнейского века.

На третьем этапе, в среднекаменноугольно-пермское

время сформировался огромный (более миллиона квадратных километров) Тунгусский бассейн, наложенный на самые разные структурные элементы Сибирской платформы: Курейскую и Ангаро-Ленскую синеклизы, прилегающие склоны Байkitской и Непско-Ботубинской антеклиз. Бассейн выполнен терригенными угленосными комплексами толщиной до 1–3 км. Формирование Тунгусского бассейна было в целом синхронно коллизионным событиям в Западной Сибири и на Таймыре (Nikishin et al., 2010).

Четвертый этап развития рассматриваемого региона характеризуется крупным магматическим событием. Около 250 млн лет назад на рубеже перми и триаса на площади до 5 млн кв. км (Reichov et al., 2009) в Восточной и, возможно, в Западной Сибири проявился трапповый магматизм с образованием туфо-лавовых толщ общей толщиной до 1–3 км (на севере Курейской синеклизы), а также внедрением многочисленных силлов, даек и других типов интрузивных тел. Считается, что длительность основной фазы магматизма не превышала 1 млн лет.

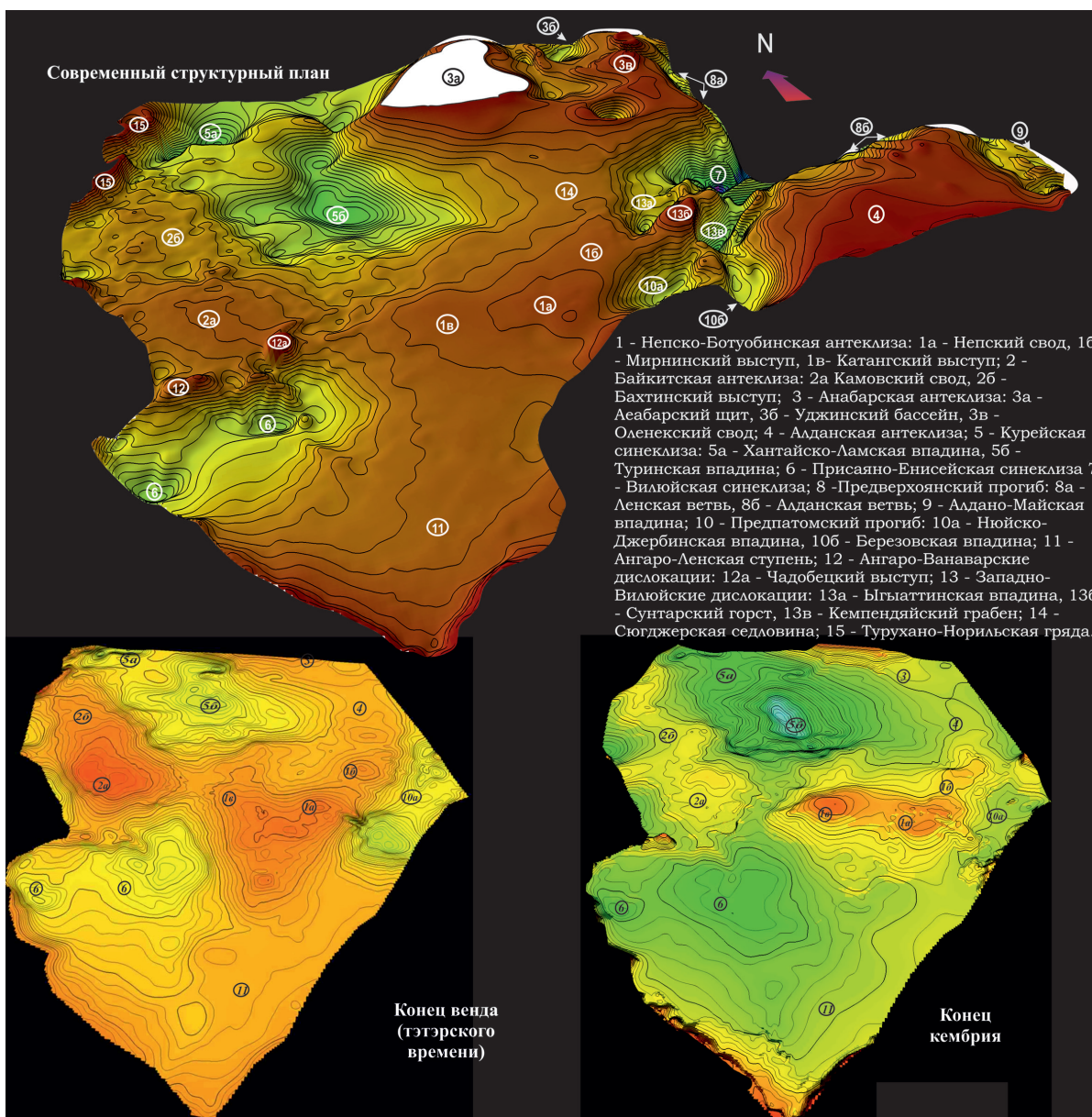


Рис. 2. Структурная схема Лено-Тунгусского бассейна по подошве вендских отложений (вверху) и палеоструктурные схемы по подошве венда на конец вендского и кембрийского времени (внизу)

Пятый, мезозой-кайнозойский этап отличался подъемом территории и практически повсеместным прекращением осадконакопления. Исключением могут служить, пожалуй, только ранняя и среднеюрская эпохи, когда на юге и юго-востоке Сибирской платформы накапливались маломощные континентальные отложения. Наиболее активно территория Восточной Сибири воздымалась в среднем-позднем триасе, синхронно сжатию и орогению на Урале, Тянь-Шане, Новой Земле, а также в неокоме, когда с Сибирской платформы сносились огромные массы обломочного материала в Западно-Сибирский и Енисей-Хатангский бассейны. Активное поднятие Тунгусского бассейна с амплитудой более 0,5–1,0 км отмечалось и в новейшее (с олигоцена) время.

Обстановки осадконакопления венда и кембрия

Исследования базировались на создании опорных разрезов, а также выделении литолого-фациальных комплексов (литофаций) в вендско-кембрийских толщах. Литофации выделены по соотношению в них основных типов пород с определением их генетических признаков. Реконструкция условий осадконакопления выполнена на основе выделения отложений, накопившихся в различных гидродинамических обстановках. По комплексу признаков выделены аллювиальные, лагунные, эвапоритовые, приливно-отливные и морские отложения. Нерасчлененный комплекс отложений субаэрального, лагунного, приливно-отливного (литорального) осадконакопления совместно образуют переходную зону. При этом для морских отложений, формировавшихся на шельфе, использована терминология, принятая многими исследователями в отечественной геоморфологии и морской геологии (Долотов, 1989; Павлидис, Щербаков, 1995).

К мелководной отнесена зона волновой аккумуляции на подводном береговом склоне. Глубоководный и средний шельф располагались в пределах распространения отложений с признаками неволновой аккумуляции осадков. Такую последовательность смены обстановок, реконструируемых в вертикальных разрезах, неизбежно приходится обобщать при построении схем для значительных отрезков геологического времени. К особенностям литофаций относятся органогенные постройки (установленные и предполагаемые), которые вынесены на схемы обстановок осадконакопления знаком. Отдельно следует отметить, что наиболее крупные рифовые органогенные постройки располагались в периферийной зоне мелководья на границе с шельфом, что характерно для модели, окаймленной карбонатной платформой.

Для реконструкции обстановок седиментации венда и кембрия использованы результаты авторского изучения естественных обнажений и образцов керна, обобщены доступные данные, материалы ученых научно-исследовательских и научно-производственных организаций. Общие и частные вопросы по рассматриваемой теме обсуждаются в следующих публикациях (Кузнецов, 2000; Мельников и др., 2005; Мельников, 2009; Сухов и др., 2016; Постникова, 2008; Фролов и др., 2014; Карнюшина и др., 2015; Губин, Тарасенко, 2018).

Венд. Вендская седиментация на Сибирской платформе началась в **непское время** и происходила в ее

центральной части (*Байкитская и Непско-Ботубинская антеклизы*), на юге (*Ангаро-Ленская и Присаянская синеклизы*) и на востоке (*Березовская впадина и Патомский передовой прогиб*). Вероятно, отложения этого возраста присутствуют и в центральных частях Курейской синеклизы. Данные сейсморазведки показывают, что в северном направлении от Байкитской антеклизы к депоцентру Курейской синеклизы вендский сейсмокомплекс значительно увеличивается во «временной толщине», а затем опять сокращается в несколько раз на склонах Анабарской антеклизы. При этом основной прирост толщин приходится на нижние части сейсмокомплекса, что можно интерпретировать как появления в депоцентре синеклизы терригенного нижнего венда (Фролов и др., 2013).

Области сноса осадочного материала располагались как в обрамлении, так и во внутренних частях бассейна. Обширная суша находилась на севере Сибирской платформы, поэтому в пределах *Анабарской антеклизы*, частично *Сюгджерской седловины* и *Турухано-Норильской гряды* осадконакопление в непское время отсутствовало. Во внутренних частях бассейна области сноса осадочного материала в непское время окаймлялись континентальной, а далее приливно-отливной зоной осадконакопления, сменявшейся мелководьем. На юго-востоке Сибирской платформы мелководье граничило с шельфом (рис. 3а).

В непское время северная часть *Байкитской антеклизы* представляла сушу, к которой с юга примыкала прибрежная равнина, и в ее пределах располагался выступ довендских отложений. Выступ обрамлялся аллювиальными, а на северо-западе и делювиально-пролювиальными зонами седиментации.

Система поднятий, ориентированная с юго-запада на северо-восток, протянулась цепочкой в центральной части *Непско-Ботубинской антеклизы*. Выступы архейского фундамента, как и на территории Байкитской антеклизы, были окаймлены комплексами делювиально-пролювиальных и аллювиальных отложений, которые по мере удаления от выступов фундамента сменялись отложениями прибрежной равнины с признаками приливно-отливной седиментации, а далее на северо-восток и юго-восток – мелководьем (рис. 4).

На территории *Предпатомского прогиба* и *Березовской впадины* в непское время существовала область мелководья, которая на северо-западе замещалась приливно-отливными, а на юге шельфовыми обстановками осадконакопления. Область отсутствия отложений установлена на востоке в пределах Алданской антеклизы.

В южной части Сибирской платформы (*Ангаро-Ленская и Присаянская синеклизы*) находилось мелководное море, окруженное по периферии прибрежной равниной, временами заливаемой морем, которая, в свою очередь, обрамлялась узкой полосой континентального осадконакопления, располагавшейся на юго-западном и южном окончании Ангаро-Ленской синеклизы.

В **тирское время** мелководье опоясывало север, восток и частично юг платформы, а в его пределах присутствовали многочисленные биогенные постройки. На юго-востоке находился солеродный бассейн, а на западе и в центральной части – приливно-отливные равнины, в пределах которых сохранялись области сноса обломочного материала (рис. 3б).

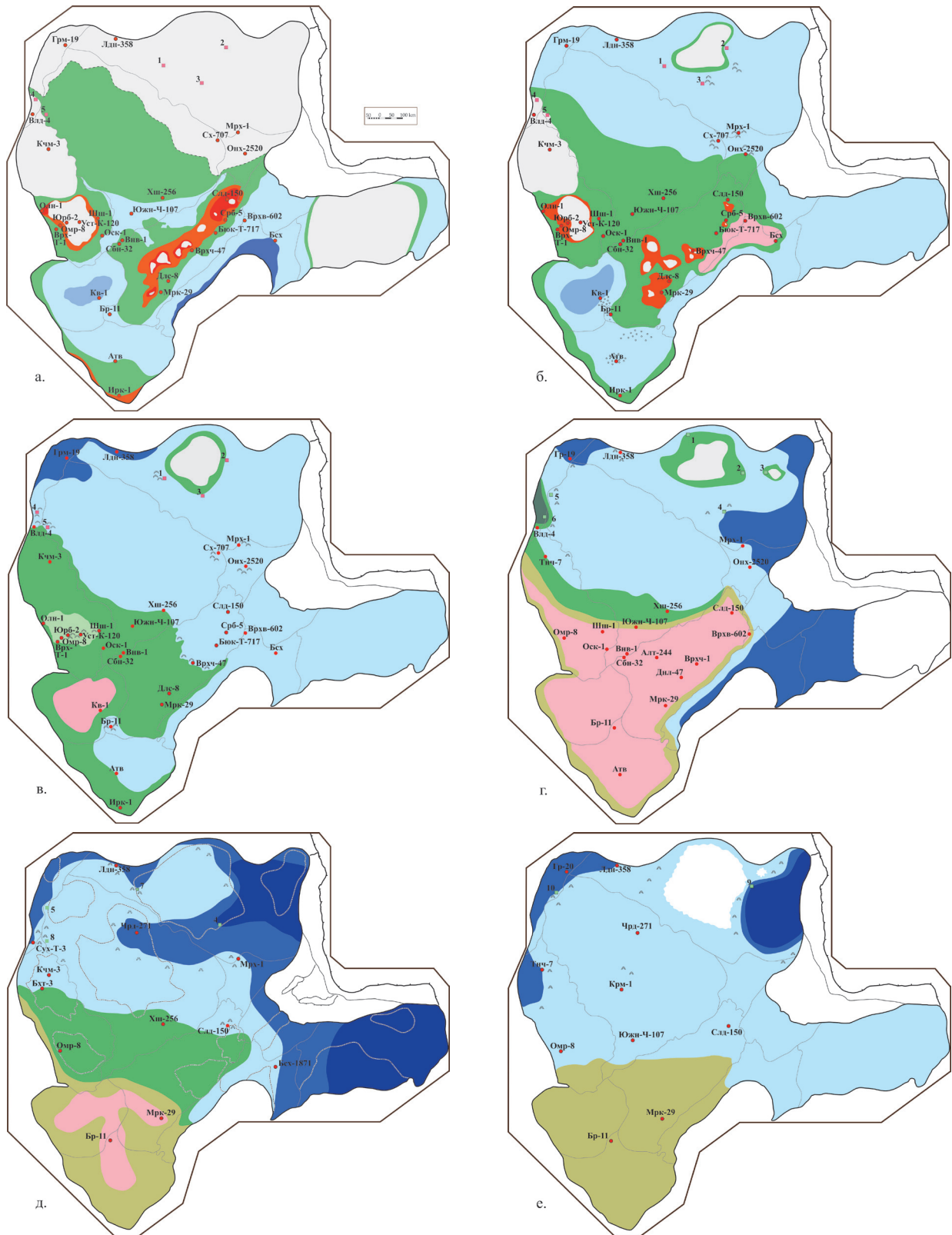
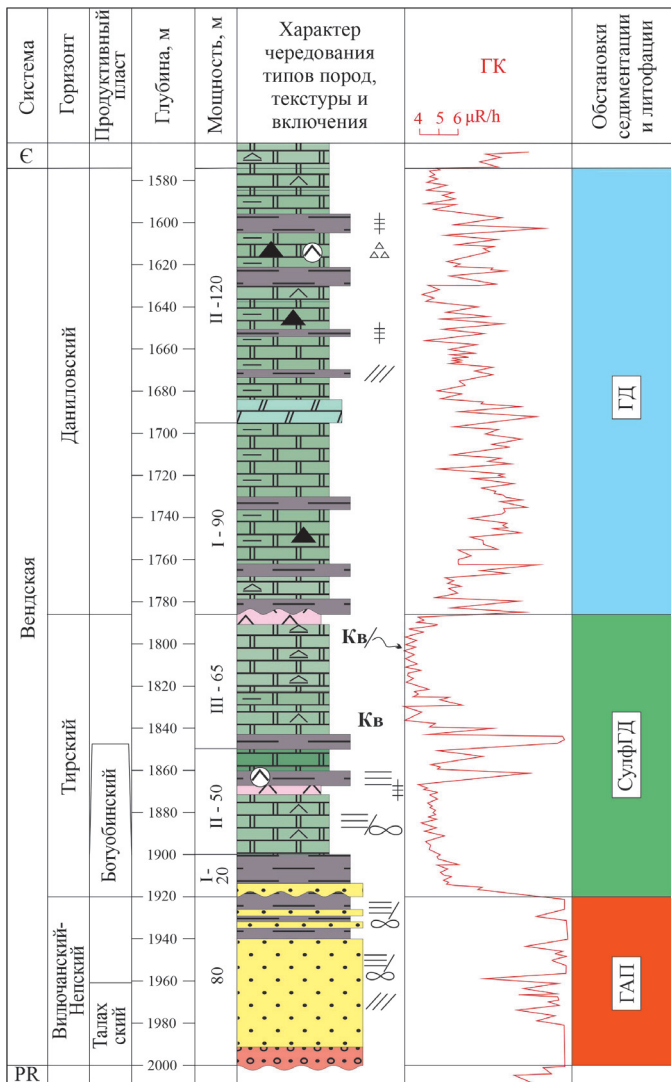


Рис. 3. Схемы обстановок осадконакопления в: а – непское; б – тирское; в – даниловское; г – томмотско-раннеатдабанское; д – ботомско-амгинское; е – позднекембрийское время. Условные обозначения на рис. 4. Скважины: Алт-244 – Алтыбская-244; Атв – Атовская площадь; Бхт-3 – Бахтинская-3; Бр-11 – Братская-11; Бсх – Бысахтахская площадь; Бсх-1871 – Бысахтахская-1871; Бюк-Т-717 – Бюк-Танарская-717; Внв-1 – Ванаварская-1; Врхв-602 – Верхневилочанская-602; Врх-Т-1 – Верхне-Тохомская-1; Врхч-1 – Верхнечонская-150; Врхч-47 – Верхнечонская-47; Вл-4 – Володинская-4; Гр-19 – Гремякинская-19; Гр-20 – Гремякинская-20; Длн-47 – Даниловская-47; Длс-8 – Дюлимская-8; Ирк-1 – Иркутская-1; Крм-1 – Кирамкинская-1; Кв-1 – Ковинская-1; Кчм-3 – Кочумдэкая-3; Лд-358 – Леданская; Мрк-29 – Марковская-29; Мрх-1 – Мархинская-1; Олн-1 – Оленчёмская-1; Омр-8 – Омринская-8; Онх-2520 – Онхойдохская-2520; Оск-1 – Оскобинская-1; Сбн-32 – Собинская-32; Сх-707 – Сохолохская-707; Срб-5 – Среднеботубинская-5; Сух-Т-3 – Сухо-Тунгуская-3; Слд-150 – Стольдюрская-150; Тнч-7 – Таначинская-7; Уст-К-120 – Усть-Камовская-120; Хи-256 – Хошонская-256; Чрд-271 – Чирдинская-271; Ши-1 – Шушукская-1; Южн-Ч-107 – Южно-Чуньская-1074; Юрб-2 – Юрубченская-2. Обнажения венда: 1 – правый берег реки Котуй; 2 – долина рр. Улохан-Хос-Юрх и Огоннер-Юрже; 3 – бассейн рр. Арылах и Кубунку; 4 – долина р. Каменная; 5 – долина р. Ниж. Тунгуска. Обнажения кембрия: 1 – бассейн р. Фомич; 2 – долина р. Небайбыт; 3 – долина р. Уджа; 4 – бассейн р. Арга-Сала; 5 – долина р. Сухариха; 6 – долина рр. Сухая и Ниж. Тунгуска; 7 – бассейн р. Маймеча; 8 – бассейн р. Ниж. Тунгуска; 9 – долина р. Малая Куонамка; 10 – бассейн р. Куломбе.



Обширная зона мелководья в тирское время приурочена к территории *Анабарской антеклизы и Сюгджерской седловины*, здесь получили широкое распространение многочисленные биогенные постройки. Кроме того, биогенные постройки располагались по периферии Анабарской островной суши, а также в центральной части Сюгджерской седловины и у ее восточных и северных границ (рис. 5). В это же время на большей части *Курейской синеклизы* и в южной части *Турухано-Норильского поднятия* располагалась прибрежная равнина, временами заливаемая морем, которая севернее сменялась областью мелководного осадконакопления. С этой областью также связаны биогенные постройки.

Литофациальный план *Байкитской антеклизы* в тирское время в основных чертах сохранился. Основное отличие от предыдущего этапа осадконакопления проявилось в сокращении площади поднятия, в обрамлении которого накапливались континентальные отложения. Большая часть территории *Непско-Ботубинской антеклизы* была занята отложениями прибрежной равнины, в пределах которой, в южной и северной частях, продолжают существовать выступы архейского фундамента. К этим выступам приурочены зоны континентального осадконакопления. На юго-востоке антеклизы выделяется узкая полоса мелководья. Вероятно, на востоке и северо-востоке Непско-Ботубинской антеклизы существовал солеродный бассейн, о чем свидетельствуют сульфатно-соленосно-доломитовые отложения эвапоритового водоема, установленные на Верхне-Вилючанской площади, расположенной в северо-западной части *Патомского передового прогиба*. Центральная часть эвапоритового бассейна локализована на юге Березовской впадины. В северо-восточном, восточном и юго-восточном направлениях отложения солеродного бассейна сменялись

Типы пород

- Соли
- Ангидриты
- Доломиты ангидритово-глинистые
- Доломиты ангидритовые
- Доломиты глинистые
- Доломиты алевритовые
- Доломиты песчаные
- Доломиты строматолитовые
- Доломиты водорослевые
- Доломиты онколитовые
- Доломиты хемогенные
- Известняки органогенно-обломочные
- Известняки строматолитовые
- Известняки водорослевые
- Известняки микритовые
- Известняки глинистые
- Известняки алевритовые
- Мергели
- Глины
- Алевриты глинистые
- Алевриты песчаные
- Песчаники
- Гравелиты
- Породы фундамента
- Магматические породы

Текстура

- Массивная
- Горизонтальная
- Линзовидная
- Косоволнистая
- Косая
- Косолинзовидная
- Пятнистая
- Бiotурбированная
- Оползание
- Брекчированная
- Трещиноватая
- Стилолиты
- Кавернозная

Минерализация

- Доломитизация
- Карбонатизация
- Окремнение
- Сульфатизация
- Засолонение

Включения

- Минеральные
- Пирит
- Битум
- Нефть
- Органические
- Трилобиты

Обстановки седиментации

- Суша
- Проловиальных конусов выноса
- Аллювиальные
- Эвапоритовые
- Лагунные
- Переходные
- Приливно-отливные
- Локальных отмелей
- Мелководного шельфа
- Впадин в пределах мелководного шельфа
- Шельфа
- Относительно глубоководного шельфа

Другое

- Песчаные отмели
- Органогенные постройки, в том числе рифы

Границы

- Ровная
- Неровная

Литофации

- Гурбообломочно-алевро-песчаная
- Алевро-песчаная
- Глинисто-алевро-песчаная
- Доломитовая
- Доломитовая с постройками
- Известняково-доломитовая
- Известняково-доломитовая с постройками
- Мергельно-известняково-доломитовая
- Мергельно-известняково-доломитовая с постройками
- Мергельно-доломитовая
- Глинисто-доломитовая
- Сульфатно-доломитовая
- Глинисто-сульфатно-доломитовая
- Сульфатно-глинисто-доломитовая
- Соленосно-доломитовая
- Доломитово-соленосная
- Глинисто-доломитово-соленосная
- Известняково-доломитово-соленосная
- Доломитово-известняковая битумонасыщенная
- Доломитово-известняковая с постройками
- Известняковая с постройками
- Известняково-доломитово-мергельная
- Алевритово-мергельная
- Терригенно-карбонатная

Рис. 4. Сводный литологический разрез вендских отложений скв. Среднеботубинская-5

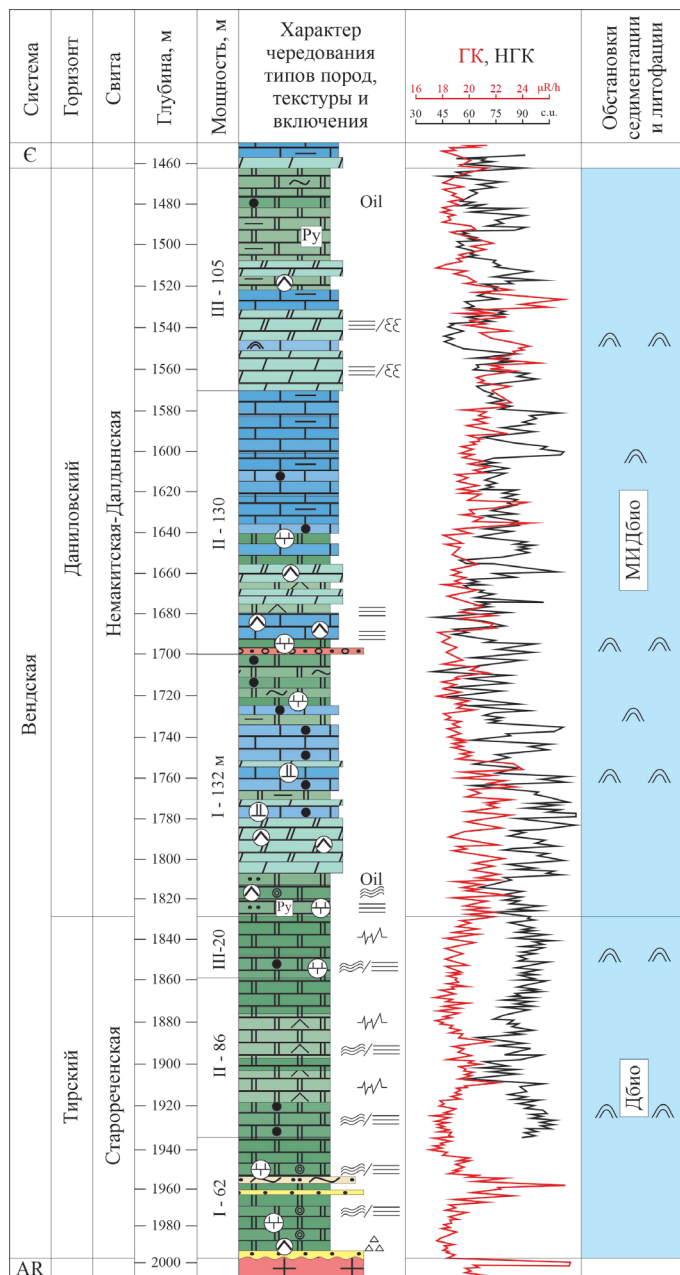


Рис. 5. Литологический разрез вендских отложений скв. Мархинская-1. Условные обозначения на рис. 4.

отложениями приливно-отливной равнины и мелководья.

В тирское время на большей части *Ангаро-Ленской* и *Присяянской синеклиз* существовало мелководное море, где на отмелях сформировались песчаные отложения парфеновского продуктивного горизонта (рис. 6), а в центральной части Присяяно-Енисейской синеклизы обособилась внутришельфовая впадина. По периферии мелководного бассейна продолжала существовать полоса приливно-отливной седиментации.

Даниловское время ознаменовалось значительным расширением мелководья, в пределах которого располагались многочисленные биогенные постройки. На северо-западе Сибирской платформы в это время находился относительно глубоководный шельф, а на юге – обширная приливно-отливная равнина, в пределах которой возник солеродный бассейн (рис. 3в).

В это время на территории *Анабарской антеклизы* и *Сюдджерской седловины* продолжала существовать

область мелководного осадконакопления, с обособившимися, еще в тирское время, участками формирования биогенных построек. Такие постройки описаны на правом берегу р. Котуй (Фролов и др., 2014). На севере антеклизы располагалась Анабарская островная суша, обрамленная прибрежной равниной, периодически заливаемой морем.

Отложения зоны шельфа встречены на северо-востоке Анабарской синеклизы и связаны с ингрессией моря. Этот комплекс отложений описан в разрезе скв. Ледянская-358 (рис. 7).

В пределах *Курейской синеклизы* и южной части *Турухано-Норильской зоны поднятий* также располагалась область мелководья с биогенными постройками, а отложения шельфа приурочены к крайней северо-западной части синеклизы и северной части Турухано-Норильской зоны поднятий.

Вся территория *Байкитской антеклизы* в даниловское время была занята прибрежной равниной, на юге же обособлялась отмельная зона (рис. 8), к которой в том числе приурочены строматолитовые постройки. С юго-запада на северо-восток в пределах *Непско-Ботубинской антеклизы* приливно-отливные отложения сменяются мелководными. К границе этих двух фациальных зон приурочены биогенные постройки.

На территории *Березовской впадины* и *Патомского передового прогиба* к началу даниловского этапа осадконакопления тирский солеродный бассейн прекратил свое развитие, и здесь сформировался обширный мелководный бассейн. В это время отмечается сокращение области мелководного осадконакопления на территории *Ангаро-Ленской синеклизы*, а в пределах *Присяяно-Енисейской синеклизы* обособился солеродный бассейн.

Кембрий. В *томмотско-раннеатдабанском временном интервале* в пределах северной половины территории находилось карбонатное мелководье с органогенными постройками. Оно обрамлялось шельфом на северо-северо-западе и востоке. Анабарский и Оленекский своды представляли собой острова. На западе и юге мелководье прерывисто обрамляла приливно-отливная полоса, которая на западе граничила с лагуной. Южная половина территории принадлежала эвапоритовому бассейну, окруженному зоной переходной седиментации, которая восточнее сменялась мелководьем и затем шельфом (рис. 3г).

В томмотско-раннеатдабанское время территория *Анабарской антеклизы* находилась преимущественно в зоне карбонатного мелководья, по периферии которого нередко встречались органогенные постройки (рис. 9). Анабарский и Оленекский острова обрамлялись терригенно-карбонатными осадками приливно-отливной зоны.

К юго-востоку от Анабарской суши располагалась мелководная шельфовая зона, где распространялась доломитово-известняковая битумонасыщенная литофация (рис. 10). Описание этой литофации приводится в публикации (Фролов и др., 2014). По западной и восточной периферии антеклизы мелководье граничило с шельфом глауконит- и фосфорит-содержащего карбонатообразования, о чем свидетельствует строение разреза скв. Мархинская-1 (Фролов и др., 2014).

Северо-запад территории входил в зону фосфатно-карбонатного шельфа, граничащего с мелководьем, которое

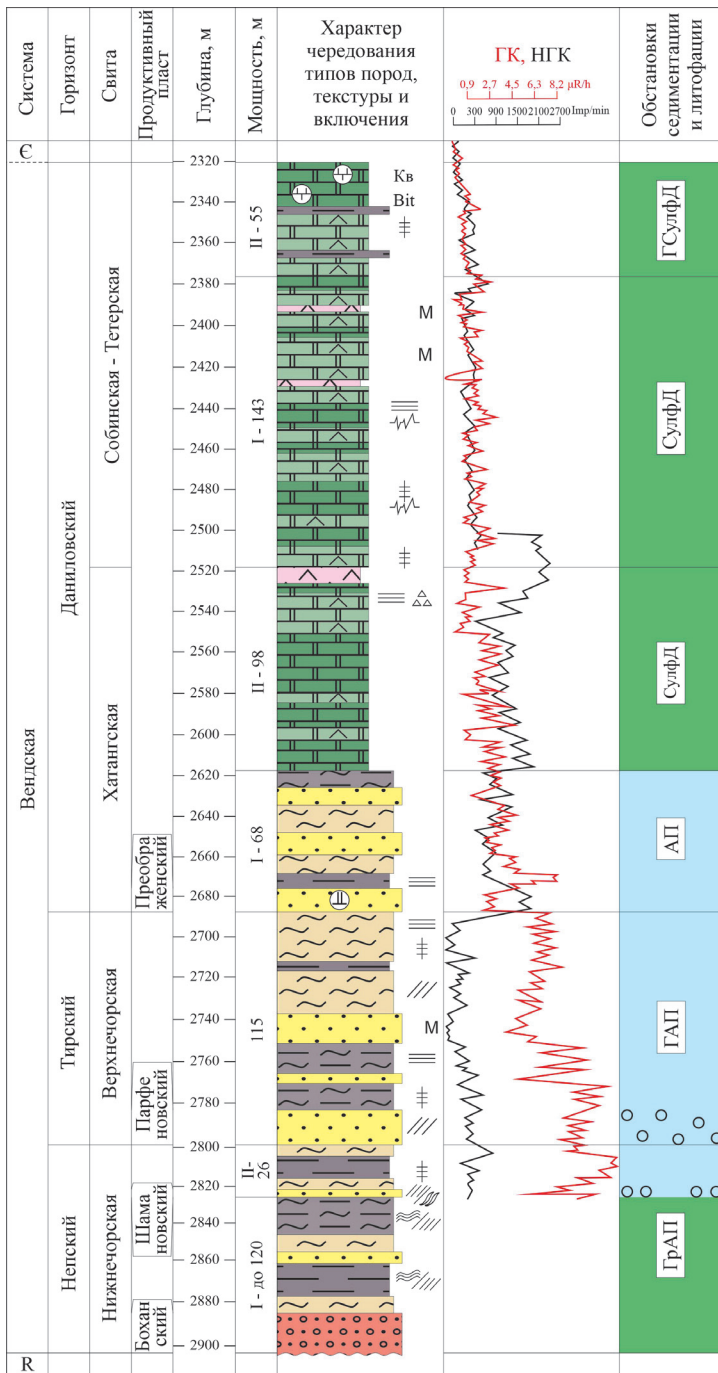


Рис. 6. Сводный литологический разрез вендских отложений Атовской площади. Условные обозначения на рис. 4.

простиралось в пределы Турухано-Норильской гряды до бассейна реки Сухариха и охватывало Курейскую синеклизу до широты расположения скважины Хошонская-256. На западе мелководье с органогенными постройками было ограничено приливно-отливной полосой, которая далее сменялась лагуной, где осаждались доломиты и чередующиеся с ними ангидриты. Более широкая приливно-отливная полоса с признаками эвапоритовой седиментации ограничивала Курейскую синеклизу с юга (рис. 11), сменяясь далее зоной перехода к северной окраине эвапоритового бассейна.

В раннеусольское время большую северную часть Байкитской антеклизы занимала приливно-отливная зона, южнее которой располагался бассейн эвапоритовой седиментации. Изменение относительного уровня моря

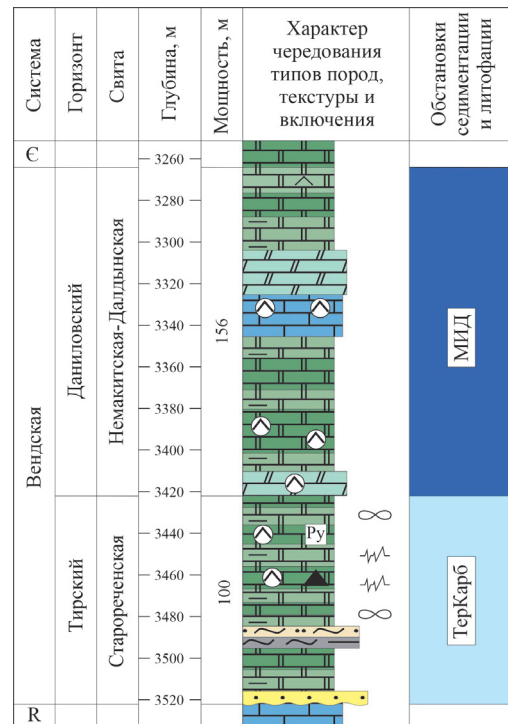


Рис. 7. Литологический разрез вендских отложений скв. Лебянская-358. Условные обозначения на рис. 4.

в осинское время привело к погружению антеклизы под воды карбонатного мелководья, в пределах которого располагались многочисленные органогенные постройки (рис. 12). Приливо-отливная полоса занимала незначительную площадь на севере территории. Позднеусольское время ознаменовалось сокращением мелководья, которое располагалось на северо-востоке, сменяясь северо-западнее и южнее обширной приливо-отливной зоной и далее эвапоритовым бассейном.

В раннеусольское время значительная центральная и северо-восточная часть Непско-Ботуобинской антеклизы была занята мелководьем с органогенными постройками.

Западнее располагался бассейн эвапоритовой доломитово-соленосной и соленосно-доломитовой седиментации, отделенный от мелководья переходной зоной. В среднеусольское (осинское) время на юго-востоке антеклизы находился шельф. Его граница с мелководьем, маркированная доломитово-известняковыми и известняково-доломитовыми литофациями с органогенными постройками, протягивалась несколько южнее широты расположения скважины Сюльдюкарская-1 до района скважины Марковская-29. В позднеусольское время практически вся рассматриваемая территория была занята эвапоритовым бассейном. Лишь вдоль северного и юго-восточного склонов антеклизы протягивалась полоса зоны переходной седиментации.

В раннебилирское время в пределах Березовской впадины и Патомского передового прогиба располагался шельф, охарактеризованный глинисто-доломитовой литофацией (рис. 13).

Вблизи южного замыкания прогиба предполагается граница шельфа с мелководьем. В позднебилирское

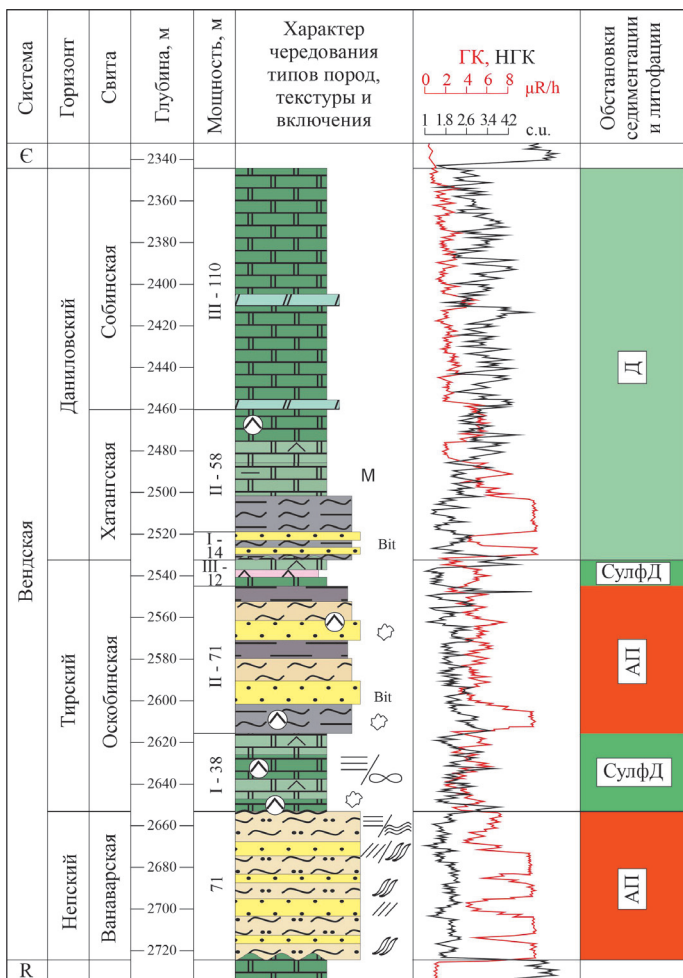


Рис. 8. Литологический разрез ведских отложений скв. Омринская-8. Условные обозначения на рис. 4.

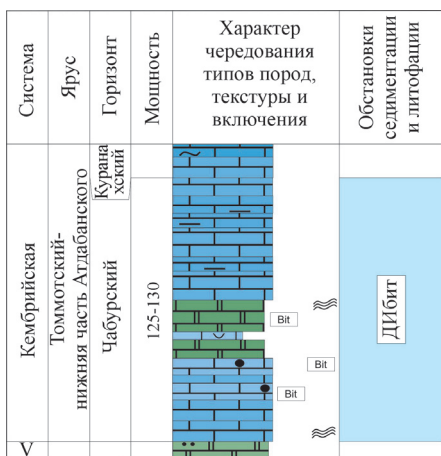


Рис. 9. Литологический разрез томмотских и нижней части агдабанских отложений. Условные обозначения на рис. 4.

время шельф сократился и, граница с карбонатным мелководьем, протягивалась вдоль юго-восточной границы Патомского прогиба. Вблизи южного замыкания прогиба мелководье оконтуривалось переходной зоной. В конце томмотско-раннеатдабанского временного интервала (сыгдахско-эльгянское время) бассейны эвапоритовой седиментации были типичны для юга Сибирской платформы.

В томмотско-раннеатдабанском времени на всей территории *Ангаро-Ленской* и *Присяянской синеклиз* находился оконтуренный зоной переходной седиментации

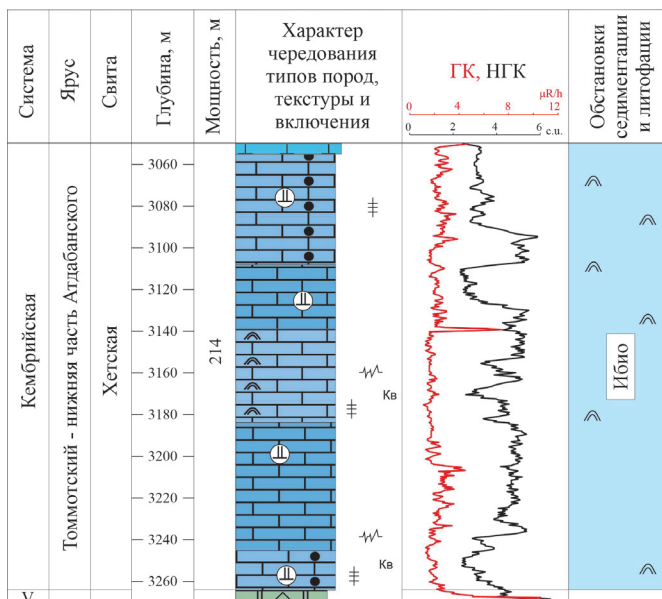


Рис. 10. Литологический разрез томмотских и нижней части агдабанских отложений обн. бассейна р. Арга-Сала. Условные обозначения на рис. 4.

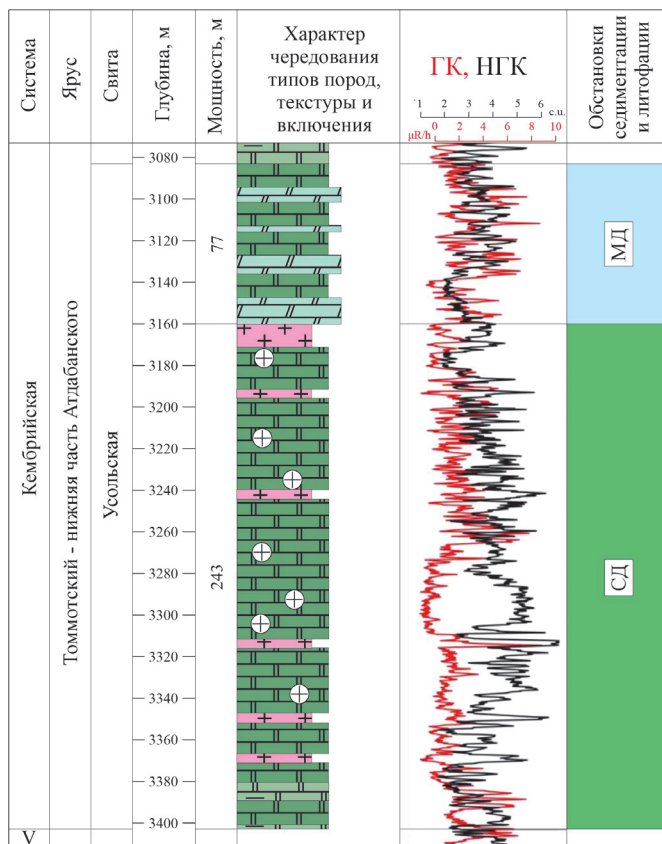


Рис. 11. Литологический разрез томмотских и нижней части агдабанских отложений скв. Хошонская-256. Условные обозначения на рис. 4.

эвапоритовый бассейн, о чем свидетельствуют сформировавшиеся здесь доломитово-соленосная и соленосно-доломитовая литофации (рис. 14).

В **ботомско-амгинское время** в целом сохранялась широтная зональность обстановок седиментации. Основные изменения, связанные с повышением уровня моря, проявились на севере бассейна в виде изменения

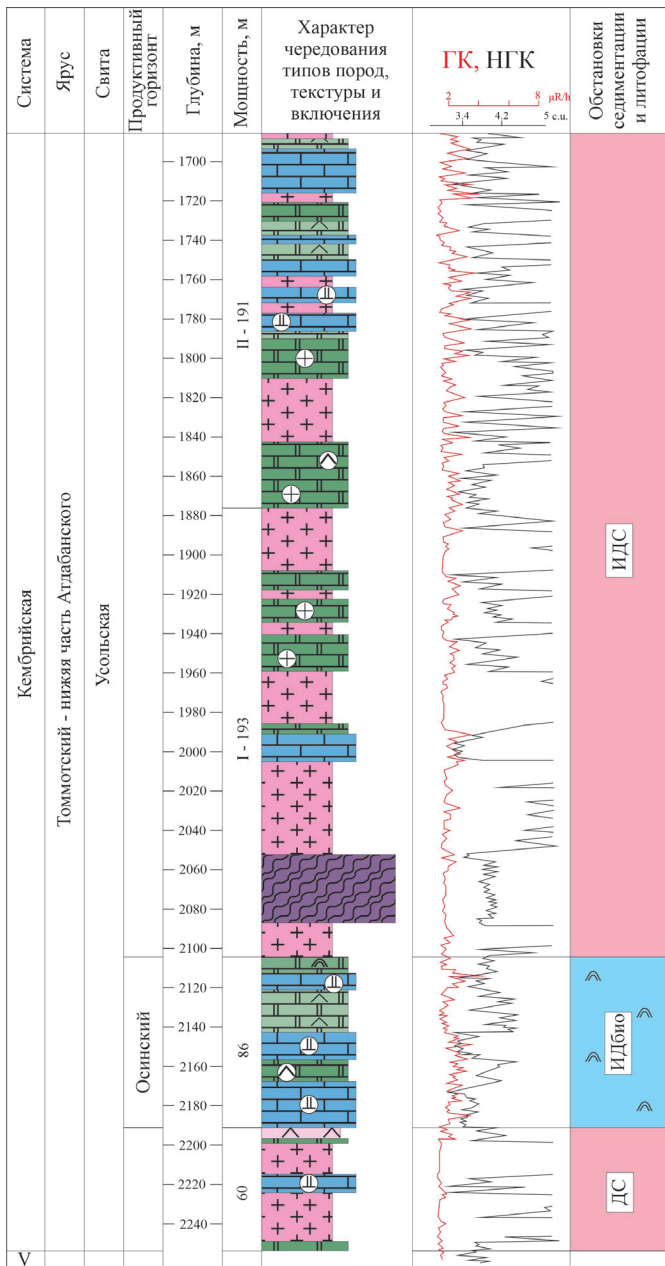


Рис. 12. Литологический разрез томмотских и нижней части атдабанских отложений скв. Оморинская-8. Условные обозначения на рис. 4.

контуров мелководья вследствие погружения под воду островной суши, расширения шельфа и обособления его глубоководной зоны с накоплением нефтематеринских отложений. Такая же зона глубоководья продолжала существовать на востоке Алданской антеклизы. На юге значительно расширились зоны приливно-отливной и переходной седиментации. Эвапоритовый бассейн был редуцирован и принял прихотливую в плане форму (рис. 3д).

Сократившееся мелководье ботомско-амгинского времени охарактеризовано доломитово-известняковой и известняково-доломитовой с органогенными постройками литофациями в приграничной зоне с шельфом на северо-западе Анабарской антеклизы (рис. 15), на западном склоне Анабарского свода и на Сюгжерской седловине. Шельф и его глубоководная зона, в которой накапливались обогащенные органическим веществом нефтематеринские отложения куонамского горизонта, располагались на

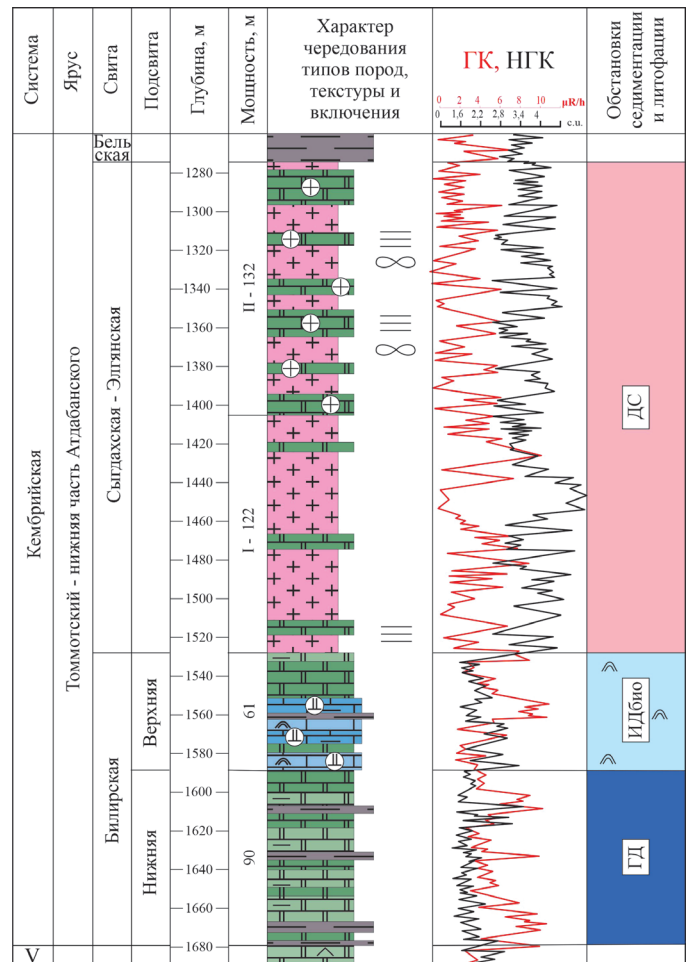


Рис. 13. Литологический разрез томмотских и нижней части атдабанских отложений скв. Верхневильччанская-602. Условные обозначения на рис. 4.

востоке территории и далее распространялись в западном направлении.

На большей части территории Курейской синеклизы в это время располагалось карбонатное мелководье с органогенными постройками. Оно продолжалось узкой полосой в пределы восточной части Турухано-Норильской гряды, где, гранича с более значительным по размеру шельфом, отличалось появлением в карбонатных литофациях глинистой составляющей. Часть шельфа, находившегося на востоке Сибирской платформы, распространялась в ее центральную часть. Здесь на границе глубоководного и мелководного шельфа предполагаются крупные биогенные постройки (Губин, Тарасенко, 2018). Юг синеклизы был занят приливно-отливной зоной с признаками эвапоритовой седиментации.

В ботомско-амгинское время на севере Байкитской антеклизы происходило доломитообразование в условиях мелководья. Вся ее остальная часть входила в приливно-отливную зону, обрамленную на западе и юге полосой переходной седиментации. В вертикальном ряду литофаций вблизи границы с мелководьем известняково-доломитовая ботомского возраста сменяется глинисто-доломитово-соленосной тойонско-амгинского возраста (рис. 16).

Бассейн ботомско-амгинского времени отличался распространением на северо-востоке Непско-Ботубинской антеклизы карбонатного мелководья. В ботомское время для этой зоны были характерны органогенные постройки.

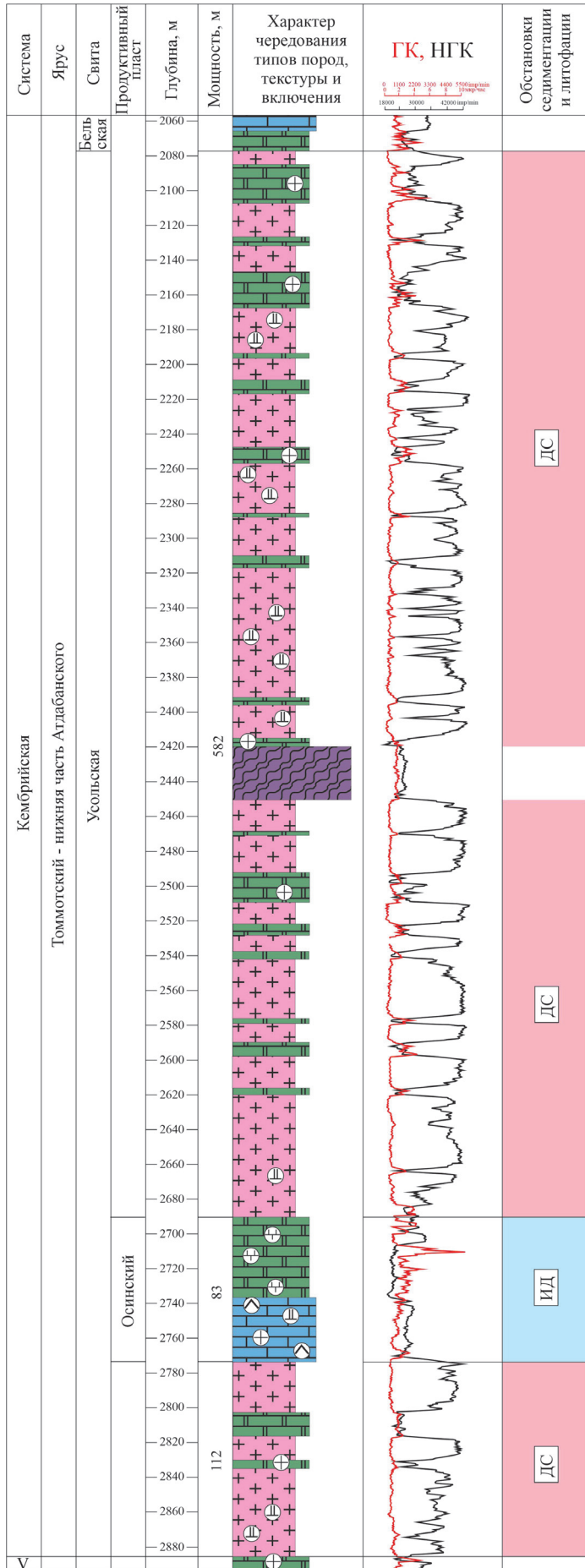


Рис. 14. Литологический разрез томмотских и нижней части атлабанских отложений скв. Братская-11. Условные обозначения на рис. 4.

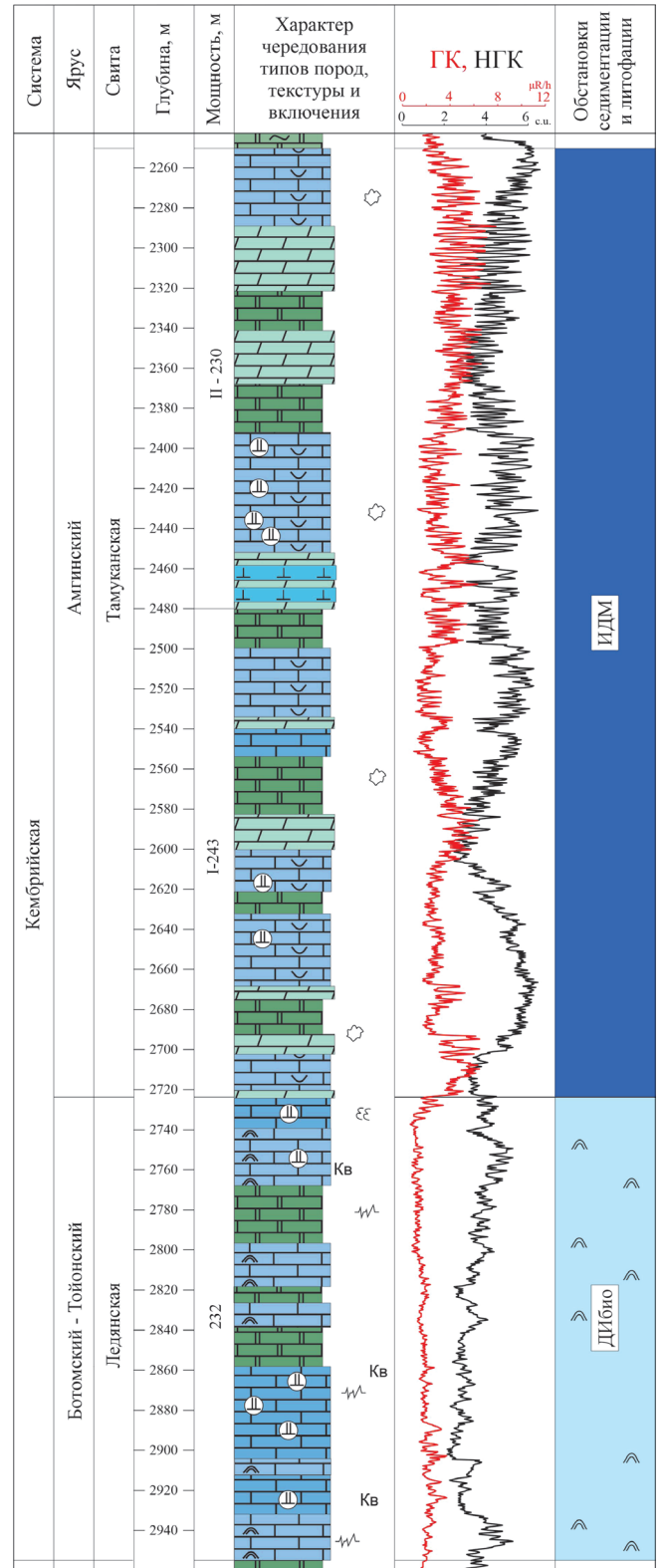


Рис. 15. Литологический разрез ботомско-амгинских отложений скв. Ледяная-358. Условные обозначения на рис. 4.

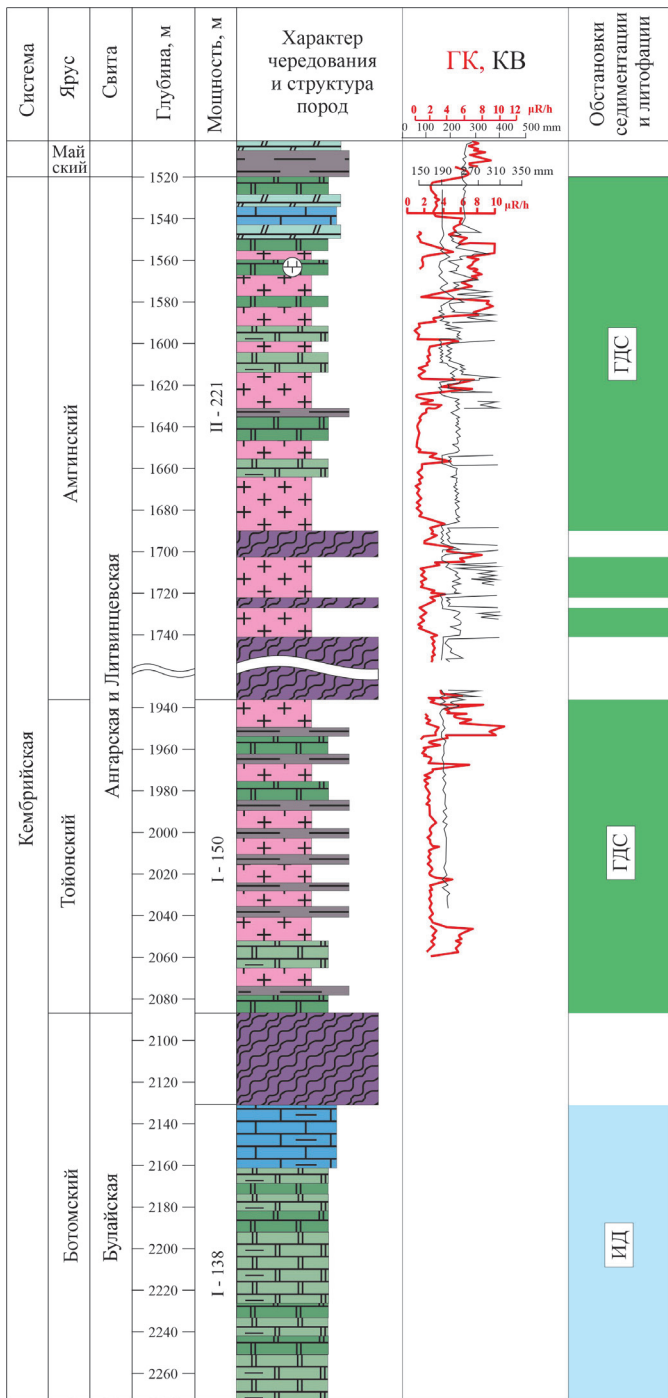


Рис. 16. Литологический разрез ботомско-амгинских отложений скв. Бахтинская-3. Условные обозначения на рис. 4.

Позже в вертикальном ряду существенно доломитовых литофаций прослеживается присутствие каменных солей.

Юго-западнее мелководья располагалась обширная приливно-отливная равнина.

На юге в зоне переходной седиментации находились два изолированных эвапоритовых бассейна, охарактеризованных доломитово-соленосной и сульфатно-доломитовой литофациями тойонско-амгинского возраста.

В пределах восточной и северо-восточной части Патомского передового прогиба и Березовской впадины проходила граница мелководного и относительно глубоководного шельфа, где распространены доломитово-известняковые битуминозные литофации. В пределах юго-западной ветви Патомского прогиба шельф граничил

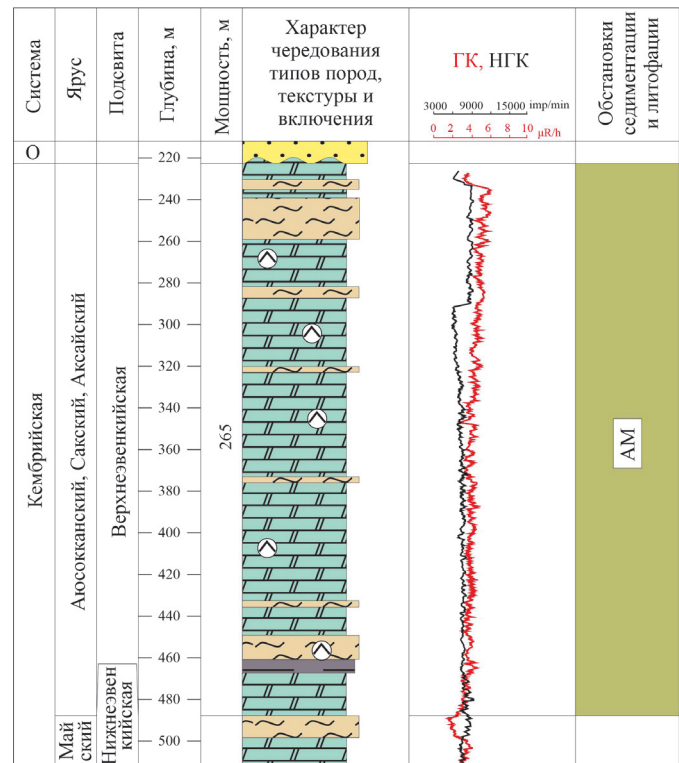


Рис. 17. Сводный литологический разрез средне- и верхнекембрийских отложений скв. Братская-11. Условные обозначения на рис. 4.

с мелководьем, которое южнее обрамлялось зоной переходной седиментации.

В ботомско-амгинское время размер бассейна, охватывающего территорию Ангаро-Ленской и Присяянской синеклиз, значительно сократился, солеродный водоем принял прихотливую форму и занимал северо-восточную часть территории.

На севере Лено-Тунгусского бассейна майское время отличается широким развитием биогенных построек на границе мелководного и среднего шельфа.

В **позднем кембрии** большую часть Сибирского бассейна занимало мелководье, граничащее на юге с зоной переходной седиментации. Локально на западе, северо-западе и по всей восточной периферии мелководье окаймлялось шельфом. Его глубоководная часть располагалась на северо-востоке платформы. Районы и участки посткембрийского размыва описаны на Анабарском своде, известны также в Западно-Вилуйской впадине.

Расширившееся в позднем кембрии мелководье, охарактеризованное глинисто-доломитовой литофацией, на северо-западе, востоке Анабарской антеклизы и северо-востоке Сюгджерской седловины, граничило с шельфом. Узкий восточный шельф известняково-мергельной седиментации обрамлял его глубоководную часть, в пределах которой образовалась известняково-глинисто-мергельная битуминозная литофация. В посткембрийское время отложения на Анабарском своде были размыты.

Обширное мелководье бассейна, обрамленное на юге зоной переходной седиментации, охарактеризовано по направлению с севера на юг Курейской синеклизы литофациями: мергельно-доломитово-известняковой, терригенно-карбонатной, алевроитовой. На Турухано-Норильской гряде распространена доломитово-известняковая литофация с

органогенными постройками. Участок северо-запада синеклизы и большая часть гряды находились в зоне шельфа, охарактеризованной известняково-глинисто-мергельной литофацией. Фрагментарно шельф прослежен также в южном окончании Туруханского поднятия.

Значительно расширившееся мелководье охарактеризовано доломитово-мергельной литофацией в пределах *Байкитской антеклизы*. Эта литофация выделена на севере Бахтинского свода, вблизи границы с шельфом и несколько севернее зоны переходной седиментации, распространенной на юге антеклизы.

На северо-востоке *Непско-Ботубинской антеклизы* в зоне мелководья сформировалась доломитово-мергельная литофация, а расположенная южнее зона переходной седиментации охарактеризована глинисто-мергельной литофацией.

Позднекембрийский мелководный бассейн распространялся в том числе и на территории *Патомского передового прогиба и Сюгджерской седловины*.

К концу позднего кембрия водоем соленакопления перестал существовать в пределах *Ангара-Ленской и Присаянской синеклиз*, и некогда окружавшая его зона переходной седиментации распространилась повсеместно (рис. 17).

Нефтематеринские толщи

Для многих месторождений Сибирской платформы источником УВ является органическое вещество (ОВ) отложений венда и кембрия.

В течение венд-кембрийского времени на территории Сибирской платформы неоднократно появлялись условия для накопления осадочных толщ, обогащённых ОВ. По фациальному облику это морские, реже лагунные отложения, сложенные терригенными, терригенно-карбонатными и карбонатными породами.

В целом, исходный потенциал вендских нефтематеринских толщ ниже рифейских. На большей части Сибирской платформы средние концентрации Сорг вендских нефтематеринских отложений не превышают 0,5 %. Суммарные мощности вендских уровней в целом возрастают с запада на северо-восток и юго-восток от 30–50 до 200–300 м (Макаров, Баженова, 1981). В этом же направлении увеличиваются средние концентрации ОВ, достигая 0,6 % в тонкослоистых чёрных известняках хатыспытской свиты на Оленёкском поднятии (Каширцев, 2003) и 2 % в аргиллитах сералахской свиты Берёзовской впадины Предпатомского прогиба (Фадеева и др., 2021). Зрелость ОВ вендских НМТ на большей части платформы отвечает грациям катагенеза МК₁₋₃, увеличиваясь до МК₄-АК в наиболее погруженных частях Предпатомского прогиба, Курейской и Виллойской синеклиз.

Базальный нижнекембрийский уровень характеризуется концентрацией Сорг 0,1–0,2 % и только на крайнем северо-западе платформы повышается до 0,3 % и более. Мощности отложений изменяются от 200 до 500 м, максимальные зафиксированы в Норильском районе (Макаров, Баженова, 1981).

Наиболее обогащённой ОВ является куонамская свита нижнего-среднего кембрия, развитая в горючесланцевых фациях мощностью 25–60 м на востоке и севере

Сибирской платформы. Содержание Сорг в глинисто-карбонатных и кремнисто-глинисто-карбонатных отложениях достигает 18 % (Конторович и др., 2005). Зрелость ОВ в Анабар-Оленёкской зоне отвечает грации МК₁, в наиболее погруженных частях Виллойской синеклизы при положении в разрезе на глубинах более 8–9 км предполагается полная реализация УВ потенциала. Единственным на сегодняшний день свидетельством работы горючесланцевой куонамской формации является нефтяная залежь в среднекембрийских отложениях на северном склоне Алданской антеклизы, в бассейне р. Амги, у пос. Бологур (Каширцев, 2003).

В верхнем кембрии обогащена так называемая глиптагностидовая толща (по присутствию массовых остатков *Glyptagnostus*), в областях развития которой средняя концентрация Сорг составляет 0,3–0,5 % на крайнем северо-западе платформы. Вне развития глиптагностидовой фации средние концентрации Сорг едва превышают 0,1 %. Наибольшие мощности горизонта (500–800 м) также связаны с глиптагностидовой толщей (Макаров, Баженова, 1981).

Заключение

Разнообразие обстановок седиментации в вендское и кембрийское время привело к накоплению осадочных толщ, которые включают в себя все компоненты углеводородных систем. Наилучшими коллекторами будут служить песчаные тела нижнего венда, руслового, приливо-отливного, мелководного генезиса непского и, местами, основания тирского горизонта. В карбонатной толще верхнего венда и нижнего-среднего кембрия резервуары приурочены, главным образом, к водорослевым и археоциатово-водорослевым (в кембрии) биостромам и биогермам, обломочным шлейфам, к ним прилегающим, а также оолитовым отмелям. Покрышками служат пласты глин, глинистых карбонатов, ангидритов, а в нижнем-среднем кембрии южных и центральных районов – каменные соли.

Хорошими материнскими свойствами в венд-кембрийском комплексе обладают глинистые разности в отложениях «терригенного венда» (например, в Предпатомском прогибе), относительно глубоководные глинисто-карбонатные толщи северо-востока и северо-запада Сибирской платформы, включая, предположительно, и депоцентр Курейской синеклизы (куонамская свита и ее аналоги), в тех районах, где они достигли достаточной зрелости.

Наиболее перспективным, на наш взгляд, для поисков залежей нефти в венд-кембрийском комплексе представляются прибортовые части Курейской синеклизы с глубинами целевых горизонтов менее 4–5 км, прилегающие к склонам Анабарской, Байкитской антеклиз и Сюгджерской седловины. Здесь предполагается наличие крупного очага генерации вендскими и нижне-среднекембрийскими толщами. Об этом косвенно свидетельствует обилие битумных скоплений на соседних поднятиях, а также наличие вендско-кембрийских биомаркеров в нефтях и битумах прилегающей Турухано-Норильской гряды (Бакай, 2011). В этих районах прогнозируется широкое развитие нижневендских песчаных резервуаров

прибрежного генезиса, а также ниже- и среднекембрийских органогенных построек.

Вполне вероятно, что здесь могут быть найдены не только отдельные месторождения, но и открыта новая нефтегазоносная провинция, способная в значительной степени увеличить ресурсную базу страны.

Благодарности

Коллектив авторов выражает благодарность рецензенту за комментарии и замечания.

Литература

- Бакай Е.А. (2011). Перспективы нефтегазоносности Туруханского поднятия Восточной Сибири. *Нефтяное хозяйство*, 8, с. 90–93.
- Вальчак В.И., Детков В.А., Горюнов Н.А., Евграфов А.А., Щербаков В.А. (2008). Основные черты строения консолидированной земной коры и осадочного чехла юга Сибирской платформы. *Горные ведомости*, 10(9), с. 130–138.
- Губин И.А., Таратенко А.В. (2018). Структурная характеристика венд-кембрийских отложений восточной части северо-тунгусской НГО по данным сейсморазведки 2D в связи с нефтегазоносностью. *Геофизические технологии*, 3, с. 14–29. <https://doi.org/10.18303/2619-1563-2018-3-2>
- Долотов Ю.С. (1989). Динамические обстановки прибрежно-морского рельефообразования и осадконакопления. М: Наука, 269 с.
- Карнюшина Е.Е., Коробова Н.И., Фролов С.В., Бакай Е.А., Ахманов Г.Г., Крылов О.В. (2015). Седиментационный контроль нефтегеологических свойств вендско-кембрийских формаций севера Лено-Тунгусского бассейна. *Георесурсы*, 61(2), с. 28–40. <https://doi.org/10.18599/grs.61.2.3>
- Каширцев В.А. (2003). Органическая геохимия нафтидов востока Сибирской платформы. Якутск: Изд-во СО РАН, 160 с.
- Конторович А.Э., Каширцев В.А., Меленевский В.Н., Тимошина И.Д. (2005). Состав углеводородов-биомаркеров в генетических семействах нефтей докембрия и кембрия Сибирской платформы. *Докл. РАН*, (402)5, с. 651–655.
- Кузнецов В.Г., Илюхин Л.Н., Постникова О.В., Бакина В.В., Горина А.Б., Дмитриевский С.А., Скобелева Н.М., Тихомирова Г.И., Сухы В., Фомичева Л.Н. (2000). Древние карбонатные толщи Восточной Сибири и их нефтегазоносность. М: Научный мир, 104 с.
- Макаров К.К., Баженова Т.К. (ред. 1981). Органическая геохимия палеозоя и допалеозоя Сибирской платформы и прогноз нефтегазоносности. Л: Недра, 211 с.
- Мельников Н.В., Якшин М.С., Шишкин Б.Б. и др. (2005) Стратиграфия нефтегазоносных бассейнов Сибири. Рифей и венд Сибирской платформы и ее складчатого обрамления. Новосибирск: Гео, 432 с.
- Мельников Н.В. (2009). Венд-кембрийский соленосный бассейн Сибирской платформы. Стратиграфия, история развития. Новосибирск: СО РАН, 146 с.
- Павлидис Ю.А., Щербаков Ф.А. (1995). Фации шельфа. М: ИО РАН, 151 с.
- Постникова О.В. (2008). Эволюция рифей-венд-кембрийского осадочного бассейна юга Сибирской платформы и его нефтегазоносность. *Дис. канд. геол.-мин. наук*. Москва: РГУ нефти и газа им. Губкина, 50 с.
- Сухов С.С., Шабанов Ю.Я., Пегель Т.В., Сараев С.В., Филиппов Ю.Ф., Коровников И.В., Сундуков В.М., Федоров А.Б., Варламов А.И., Ефимов А.С., Конторович В.А., Конторович А.Э. (2016). Стратиграфия нефтегазоносных бассейнов Сибири. Кембрий Сибирской платформы. Новосибирск: ИНГГ СО РАН, том 1, 504 с.
- Фадеева Н.П., Морозов Н.В., Бакай Е.А., Фролов С.В. (2021). Геохимические предпосылки нефтегазоносности Березовской впадины (Восточная Сибирь). *Георесурсы*, 23(2), с. 44–55. <https://doi.org/10.18599/grs.2021.2.4>
- Фролов С.В., Бакай Е.А., Карнюшина Е.Е., Коробова Н.И., Козлова Е.В., Ахманов Г.Г. (2013). Нефтегазоносные комплексы севера Лено-Тунгусского бассейна. *Геология нефти и газа*, 3, с. 63–75.
- Фролов С.В., Карнюшина Е.Е., Коробова Н.И., Бакай Е.А., Крылов О.В., Ахманов Г.Г., Жукова Е.В. (2014). Север Восточной Сибири: геология, нефтегазоносность и обстановки седиментации вендско-кембрийских формаций. Москва: ООО «Геоинформмарк», 192 с.
- Frolov S.V., Akhmanov G.G., Bakay E.A., Lubnina N.V., Korobova N.I., Karnyushina E.E., Kozlova E.V. (2015). Meso-Neoproterozoic petroleum

systems of the Eastern Siberian sedimentary basins. *Precambrian Research*, 259, pp. 95–113. <https://doi.org/10.1016/j.precamres.2014.11.018>

Frolov, S.V., Akhmanov, G.G., Kozlova, E.V., Krylov, O.V., Sitar, K.A., Galushkin, Y.I. (2011). Riphean basins of the central and western Siberian platform. *Mar. Pet. Geol.*, 28, pp. 906–920. <https://doi.org/10.1016/j.marpetgeo.2010.01.023>

Nikishin, A.M., Sobornov, K.O., Prokopiev, A.V., Frolov, S.V., (2010). Tectonic evolution of the Siberian Platform during the Vendian and Phanerozoic. *Moscow Univ. Geol. Bull.*, 65(1), pp. 1–16. <https://doi.org/10.3103/S0145875210010011>

Reichow M.K., Pringle M.S., Al'Mukhamedov A.I., Allen M.B., Andreichev V.L., Buslov M.M., Davies C.E., Fedoseev G.S., Fitton J.G., Inger S., Medvedev A.Ya., Mitchell C., Puchkov V.N., Safonova I.Yu., Scott R.A., Saunders A.D. (2009). The timing and extent of the eruption of the Siberian Traps large igneous province: Implications for the end-Permian environmental crisis. *Earth and Planetary Science Letters*, 277, pp. 9–20. <https://doi.org/10.1016/j.epsl.2008.09.030>

Sokolov BA, Egorov VA, Nakaryakov VD, Bitner AK, Zkukovin YA, Kuznetsov LL, Skorobogatikh PP, Zakharyan AZ. (1992). Geological and geophysical conditions of formation of oil and gas bearing deposits in the ancient rocks of Eastern Siberia. Sydney, Australia: Petroconsultants Australasia, p. 174.

Сведения об авторах

Наталья Ивановна Коробова – ассистент кафедры геологии и геохимии горючих ископаемых

Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова

Россия, 119234, Москва, ул. Ленинские горы, д. 1
e-mail: nataliya.korobova54@mail.ru

Евгения Емельяновна Карнюшина – доктор геол.-мин. наук, профессор кафедры геологии и геохимии горючих ископаемых

Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова

Россия, 119234, Москва, ул. Ленинские горы, д. 1

Надежда Сергеевна Шевчук – инженер кафедры геологии и геохимии горючих ископаемых

Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова

Россия, 119234, Москва, ул. Ленинские горы, д. 1

Сергей Владимирович Фролов – кандидат геол.-мин. наук, доцент кафедры геологии и геохимии горючих ископаемых

Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова

Россия, 119234, Москва, ул. Ленинские горы, д. 1

Елена Андреевна Бакай – кандидат геол.-мин. наук, старший научный сотрудник кафедры геологии и геохимии горючих ископаемых

Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова

Россия, 119234, Москва, ул. Ленинские горы, д. 1

Григорий Георгиевич Ахманов – кандидат геол.-мин. наук, доцент кафедры геологии и геохимии горючих ископаемых

Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова

Россия, 119234, Москва, ул. Ленинские горы, д. 1

Статья поступила в редакцию 18.02.2022;

Принята к публикации 26.04.2022; Опубликована 16.05.2022

Geology aspects, sedimentation environments and oil-and-gas bearing capacity of Vendian and Cambrian deposits of Lena-Tunguska basin

N.I. Korobova*, E.E. Karnyushina, N.S. Shevchuk, S.V. Frolov, E.A. Bakay, G.G. Akhmanov

Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russia

*Corresponding author: Natalia I. Korobova, e-mail: nataliya.korobova54@mail.ru

Abstract. At present time several dozen hydrocarbon fields are known in the Vendian-Cambrian complex of the Lena-Tunguska basin, which clearly does not exhaust its potential. The significant stratigraphic interval of the complex, its thickness (up to 3000 m), favorable properties laid down in sedimentogenesis, namely the presence of source, reservoir and seal deposits, allow us to hope for the discovery of new oil and gas deposits. Sedimentological studies of the Vendian-Cambrian complex, carried out using a network of key lithological sections and outcrops, made it possible to create a series of schematic maps of sedimentation environments on a scale of 1:5000000 for six time intervals (Nepa, Tira, Danilovo, Tommotian-Early Atdabanian, Botomian-Amgaian and Late Cambrian). The evolution of sedimentation of the Vendian-Cambrian complex is considered, as well as an assessment of its oil and gas properties, which are primarily associated with various sedimentation environments.

Keywords: Lena-Tunguska basin, Vendian-Cambrian complex, sedimentation environments

Recommended citation: Korobova N.I., Karnyushina E.E., Shevchuk N.S., Frolov S.V., Bakay E.A., Akhmanov G.G. (2022). Geology aspects, sedimentation environments and oil-and-gas bearing capacity of Vendian and Cambrian deposits of Lena-Tunguska basin. *Georesury = Georesources*, 24(2), pp. 60–74. DOI: <https://doi.org/10.18599/grs.2022.2.9>

References

- Bakay E.A. (2011). Estimation of petroleum potential of Turukhansk Uplift (Eastern Siberia). *Neftyanoe khozyaystvo = Oil Industry*, 8, pp. 90–93. (In Russ.)
- Dolotov Yu.S. (1989). Dynamic Environments of Coastal-Marine Relief Formation and Sedimentation. Moscow: Nauka, 269 p. (In Russ.)
- Fadeeva N.P., Morozov N.V., Bakay E.A., Frolov S.V. (2021). Geochemical background of Berezovsky depression oil and gas potential (Eastern Siberia). *Georesury = Georesources*, 23(2), pp. 44–55. (In Russ.) <https://doi.org/10.18599/grs.2021.2.4>
- Frolov S.V., Akhmanov G.G., Bakay E.A., Lubnina N.V., Korobova N.I., Karnyushina E.E., Kozlova E.V. (2015). Meso-Neoproterozoic petroleum systems of the Eastern Siberian sedimentary basins. *Precambrian Research*, 259, pp. 95–113. <https://doi.org/10.1016/j.precamres.2014.11.018>
- Frolov S.V., Bakay E.A., Karnyushina E.E., Korobova N.I., et al. (2013). Oil-and-gas bearing complexes in the Northern Lena-Tunguska basin. *Geologiya nefii i gaza = Russian Oil and Gas Geology*, 3, pp. 63–75. (In Russ.)
- Frolov S.V., Karnyushina E.E., Korobova N.I., Bakay E.A., Krylov O.V., Akhmanov G.G., Zhukova E.V. (2014). North of Eastern Siberia: geology, oil and gas potential and sedimentation environments of the Vendian-Cambrian formations. Moscow: Geoinformmark, 192 p. (In Russ.)
- Frolov, S.V., Akhmanov, G.G., Kozlova, E.V., et al. (2011). Riphean basins of the central and western Siberian platform. *Mar. Pet. Geol.*, 28, pp. 906–920. <https://doi.org/10.1016/j.marpetgeo.2010.01.023>
- Gubin I.A., Taratenko A.V. (2018). Structural characteristics of Vendian-Cambrian sediments within the Northtunguska OGR using seismic 2D data in connection with petroleum potential. *Geofizicheskie tehnologii = Russian Journal of Geophysical Technologies*, 3, pp. 14–29. (In Russ.) <https://doi.org/10.18303/2619-1563-2018-3-2>
- Karnyushina E.E., Korobova N.I., Frolov S.V., et al. (2015). Sedimentation control for oil-and-gas prospects in Vendian-Cambrian formations of the north part of Lena-Tunguska basin. *Georesury = Georesources*, 61(2), pp. 28–40. (In Russ.) <https://doi.org/10.18599/grs.61.2.3>
- Kashirtsev V.A. (2003). Organic geochemistry of naphthides from the east of the Siberian Platform. Yakutsk: SB RAS, 160 p. (In Russ.)
- Kontorovich A.E., Kashirtsev V.A., Melenevskii V.N., Timoshina I.D. (2005). The composition of biomarker hydrocarbons in the genetic families of oils of the Precambrian and Cambrian Siberian platform. *Doklady Earth Sciences*, 403(5), pp. 715–718. (In Russ.)
- Kuznetsov V.G., Iluhin L.N., Postnikova O.V., et al. (2000). Ancient carbonate series of Eastern Siberia and their oil and gas bearing. Moscow: Nauchny mir, 104 p. (In Russ.)
- Makarov K.K., Bazhenova T.K. (1981). Organic geochemistry of the Paleozoic and pre-Paleozoic of the Siberian platform and petroleum potential forecast. Leningrad: Nedra, 211 p. (In Russ.)
- Melnikov N.V. (2009). Vendian-Cambrian salt generating basin of the Siberian Platform. Stratigraphy, tectonic evolution. Novosibirsk: SB RAS, 146 p. (In Russ.)
- Melnikov N.V., Yakshin M.S., Shishkin B.B. et al. (2005). Stratigraphy of oil and gas basins of Siberia. Riphean and Vendian of Siberian Platform and its plaited border. Novosibirsk: Geo, 432 p. (In Russ.)
- Nikishin, A.M., Sobornov, K.O., Prokopiev, A.V., Frolov, S.V., (2010). Tectonic evolution of the Siberian Platform during the Vendian and Phanerozoic. *Moscow Univ. Geol. Bull.*, 65(1), pp. 1–16. <https://doi.org/10.3103/S0145875210010011>
- Pavlidis Yu.A., Sherbakov F.A. (1995). Shelf facies. Moscow: IB RAS, 151 p. (In Russ.)
- Postnikova O.V. (2008). Evolution of the Riphean-Vendian-Cambrian sedimentary basin in the south of the Siberian Platform and its oil and gas potential. *Abstract Cand. geol. and min. sci. diss.* Moscow: Gubkin Oil and Gas University, 50 p. (In Russ.)
- Reichow M.K., Pringle M.S., Al'Mukhamedov A.I., Allen M.B., Andreichev V.L., et al. (2009). The timing and extent of the eruption of the Siberian Traps large igneous province: Implications for the end-Permian environmental crisis. *Earth and Planetary Science Letters*, 277, pp. 9–20. <https://doi.org/10.1016/j.epsl.2008.09.030>
- Sokolov BA, Egorov VA, Nakaryakov VD, Bitner AK, Zkukovin YA, Kuznetsov LL, Skorobogatikh PP, Zakharyan AZ. (1992). Geological and geophysical conditions of formation of oil and gas bearing deposits in the ancient rocks of Eastern Siberia. Sydney, Australia: Petroconsultants Australasia, p. 174.
- Sukhov S. S., Shabanov Yu. Ya., Pegel T. V., Saraev S. V., Filippov Yu. F., Korovnikov I. V., Sundukov V. M., Fedorov A. B., et al. (2016). Stratigraphy of oil and gas basins of Siberia. Cambrian of Siberian Platform. Novosibirsk: IPGG SB RAS, vol. 1, 504 p. (In Russ.)
- Valchak V.I., Detkov V.A., Goryunov N.A., Evgraphov A.A., Sherbakov V.A. (2008). The main features of the structure of the consolidated Earth's crust and sedimentary cover of the south of the Siberian platform. *Gornye vedomosti*, 10(9), pp. 130–138. (In Russ.)

About the Authors

- Natalia I. Korobova** – Assistant, Petroleum Geology Department, Lomonosov Moscow State University
1, Leninskie gory, Moscow, 119234, Russian Federation
- Evgeniya E. Karnyushina** – DSc (Geology and Mineralogy), Professor, Petroleum Geology Department, Lomonosov Moscow State University
1, Leninskie gory, Moscow, 119234, Russian Federation
- Nadezhda S. Shevchuk** – Engineer, Petroleum Geology Department, Lomonosov Moscow State University
1, Leninskie gory, Moscow, 119234, Russian Federation
- Sergei V. Frolov** – PhD (Geology and Mineralogy), Associate Professor, Petroleum Geology Department, Lomonosov Moscow State University
1, Leninskie gory, Moscow, 119234, Russian Federation
- Elena A. Bakay** – PhD (Geology and Mineralogy), Senior Researcher, Petroleum Geology Department, Lomonosov Moscow State University
1, Leninskie gory, Moscow, 119234, Russian Federation
- Grigori G. Akhmanov** – PhD (Geology and Mineralogy), Associate Professor, Petroleum Geology Department, Lomonosov Moscow State University
1, Leninskie gory, Moscow, 119234, Russian Federation

Manuscript received 18 February 2022;

Accepted 26 April 2022;

Published 16 May 2022