

УДК 551.3.051.5

DOI 10.31087/0016-7894-2020-2-47-57

Условия и причины формирования венд-нижнекембрийских бессолевых образований Лебяжинской зоны Сибирской платформы

© 2020 г. | Ф.А. Мигурский, А.В. Ахияров, М.В. Бербушенко

ФГБУ «Всероссийский научно-исследовательский геологический нефтяной институт», Москва, Россия; fam@vnigni.ru; akhiyarov@vnigni.ru; berbushenko@vnigni.ru

Поступила 18.11.2019 г.

Доработана 11.12.2019 г.

Принята к печати 20.01.2020 г.

Ключевые слова: *Енисейский кряж; Лебяжинская фациальная зона; лебяжинская свита; выщелачивание солей.*

Аннотация: Промышленные залежи углеводородов в рифейском, вендском терригенном и верхневенд-нижнекембрийском нефтегазоносных комплексах Лено-Тунгусской нефтегазоносной провинции Сибирской платформы всегда расположены под региональным экраном, мощной соленосно-карбонатной региональной покрывкой раннекембрийского возраста. В связи с этим изучение закономерностей распространения нижнекембрийских солей является важной геологической задачей. Переоценка фациального фактора и недооценка вторичных изменений приводят к неправильным выводам, что затрудняет региональные геолого-разведочные работы на нефть и газ. На примере Лебяжинской зоны показана несостоятельность некоторых геологических реконструкций. На основе данных бурения, сейсмических профилей и материалов гидрогеохимии выделена область интенсивного выщелачивания, обусловленная дизъюнктивными нарушениями. Доказывается менее сложный и слабодифференцированный характер кембрийской фациальной зональности в районе современного Енисейского кряжа и его обрамления. Это подтверждает известную, теоретически обоснованную точку зрения на позднепалеозойское время его возникновения в современном виде.

Для цитирования: Мигурский Ф.А., Ахияров А.В., Бербушенко М.В. Условия и причины формирования венд-нижнекембрийских бессолевых образований Лебяжинской зоны Сибирской платформы // Геология нефти и газа. – 2020. – № 2. – С. 47–57. DOI: 10.31087/0016-7894-2020-2-47-57.

Vendian-Lower Cambrian saltless rock associations in Lebyazhinsky zone of Siberian Platform: conditions and causes of formation

© 2020 | F.A. Migurskii, A.V. Akhiyarov, M.V. Berbushenko

All-Russian Research Geological Oil Institute, Moscow, Russia; fam@vnigni.ru; akhiyarov@vnigni.ru; berbushenko@vnigni.ru

Received 18.11.2019

Revised 11.12.2019

Accepted for publication 20.01.2020

Key words: *Yenisei Ridge; Lebyazhinsky facies zone; Lebyazhinsky Formation; leaching.*

Abstract: Commercial hydrocarbon accumulations in Riphean, Vendian terrigenous and Upper Vendian-Lower Cambrian plays of the Lena-Tungusky Petroleum Province of the Siberian Platform are always found below the regional impermeable sequence that is the Early Cambrian thick salt-bearing carbonate regional seal. Therefore, investigation of the occurrence regularities of Lower Cambrian salts is an important geological task. Overestimation of the facies factor and underestimation of secondary changes result in wrong conclusions, and this complicates regional exploration and prospecting for oil and gas. Invalidity of certain geological reconstructions is shown by the example of the Lebyazhinsky zone. Basing on the drilling data, seismic lines, and hydrogeochemistry materials, area of intensive leaching determined by faults is identified. The authors prove that Cambrian facies zonation in the area of the current Yenisei Ridge and its neighbourhood has the less complex nature and lower average number of permeable intervals. These facts confirm the well-known theory-based point of view on the Late Palaeozoic time of its occurrence in the current form.

For citation: Migurskii F.A., Akhiyarov A.V., Berbushenko M.V. Vendian-Lower Cambrian saltless rock associations in Lebyazhinsky zone of Siberian Platform: conditions and causes of formation. *Geologiya nefi i gaza*. 2020;(2):47–57. DOI: 10.31087/0016-7894-2020-2-47-57. In Russ.

Введение

Важнейшим фактором, определяющим перспективы нефтегазоносности Сибирской платформы, является наличие регионального флюидоупора. Промышленные залежи УВ в рифейском, вендском терригенном и верхневенд-нижнекембрийском нефтегазоносных комплексах (НГК) в пределах Лено-Тунгусской нефтегазоносной провинции (НПП) всегда расположены под региональным экраном,

мощной соленосно-карбонатной региональной покрывкой раннекембрийского возраста (рис. 1). Эта толща переслаивающихся солей и карбонатов экранит докембрийский и нижнекембрийский интервалы осадочного чехла, с которыми связано подавляющее большинство промышленных залежей нефти и газа провинции.

Влияние соли и соляных структур на нефтегазоносность детально изучено М.К. Калинко [1]. Для

OIL AND GAS POTENTIAL AND GEOLOGICAL EXPLORATION RESULTS

докембрийско-нижнекембрийских НГК Восточной Сибири четко устанавливается эмпирическая закономерность: нет соленосной толщи — нет промышленной нефтегазоносности [2]. По всей видимости, это объясняется длительной и богатой геологическими событиями историей развития осадочного чехла Сибирской платформы. Для других регионов Земли наличие солей в разрезе также является положительным признаком нефтегазоносности [1–3].

Главный временной промежуток формирования современных месторождений Лено-Тунгусской НГП, так называемый критический момент нефтегазовой системы, по мнению авторов статьи, можно определить примерно в 400–250 млн лет. Для того чтобы сформировавшиеся в дотриасовое время залежи нефти и газа смогли сохраниться до наших дней, была необходима уникальная региональная покровная, обладающая очень низкой проницаемостью и быстро восстанавливающая экраняющие свойства после нарушения герметичности недр, обусловленного тектоническими активизациями. Вероятно, это связано со способностью солей относительно быстро запечатывать любые проницаемые зоны вертикальной миграции флюидов, которые могут возникать вследствие дизъюнктивных процессов. Поэтому из-за пластичности солей просуществовать такие вертикальные проницаемые зоны смогут недолго, особенно в условиях высоких давлений, а также способности соли растворяться подземными водами и затем, отлагаясь из пересыщенных растворов, залечивать любые проводящие каналы. Учитывая древний возраст нефтегазовой аккумуляции, обнаружение скоплений УВ за пределами площади распространения нижнекембрийской соленосной толщи при отсутствии экраняющих толщ, подобных описываемому флюидоупору, маловероятно.

По мнению авторов статьи, надсолевые отложения в меньшей степени могут обладать перспективами нефтегазоносности. Если УВ-флюиды и могли в небольших количествах проникать в подстилаемые солями отложения, то за длительную историю развития сформированные ими залежи, как правило, были разрушены в условиях гипергенеза. Об этом свидетельствуют многочисленные поля битумоидов, встречаемые в приповерхностных условиях в местах отсутствия регионального экрана (см. рис. 1).

В связи с этим изучение строения соленосных толщ и истории их формирования, а также прогноз экраняющих свойств играют важную роль при планировании геолого-разведочных работ, направленных на поиски УВ в Восточной Сибири.

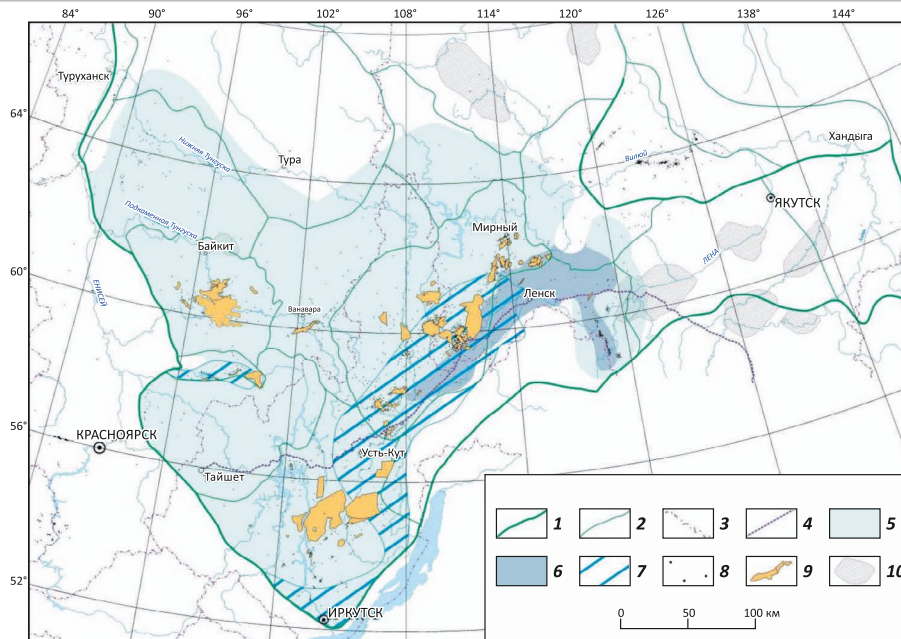
В большинстве работ, посвященных проблеме распространения вендских и нижнекембрийских солей Сибирской платформы, основное внимание уделено фаціальным особенностям соответствующего интервала осадочного чехла [4–10]. При этом отсутствие соленосных образований на конкретной

территории часто объясняется фаціальными особенностями обстановок осадконакопления [4, 6, 9]. Во многих случаях это подтверждается многочисленными реконструкциями, основанными на результатах более поздних региональных геолого-разведочных работ. Например, к северу и востоку от солеродной части раннекембрийского бассейна установлено наличие ниже-верхнекембрийских биогермных рифов, глубоководных отложений «голодного» бассейна и вышележащего клиноформного комплекса (рис. 2) [5]. Кроме того, выделение некоторых палеофаціальных зон, прилегающих к таким интенсивно дислоцированным районам, как Байкало-Патомская, Восточно-Саянская складчатые области, Ангарская зона складок, недостаточно обосновано фактическим материалом (см. рис. 2). При этом корреляция позднейшей тектоники и более древних гипотетических палеофаціальных обстановок не соотносится с отсутствием связи хорошо доказанных фаціальных зон с современным структурным планом Сибирской платформы.

Например, в работе [4] показано, что конфигурация границ древнего кембрийского бассейна практически совпадает с современными границами Сибирской платформы (рис. 3): *«По периферии бассейна соленосная формация нижнего кембрия обрамляется одновозрастной карбонатной формацией, не содержащей галогенных прослоев. Согласно господствующим представлениям, галогенные породы фаціально замещаются сначала на сульфатно-карбонатные, а затем и на карбонатные»*. Хотя и отмечается что *«Полициклическая соленосная формация переходит в карбонатную на очень коротком расстоянии. Зона перехода разбурена на Кутуликской площади в Присаянье. На схеме корреляции отчетливо видно выпадение отдельных солевых пластов усольской свиты. При этом от скважины к скважине по направлению к Присаянью из разреза выпадают все более древние пласты каменной соли. Карбонатные же слои без изменения мощности сливаются друг с другом. В кернах скважин в том интервале, где выклиниваются солевые пласты, карбонатные породы часто брекчированы»*. Объясняется этот факт тем, что *«...это может быть связано только с многочисленными перерывами осадконакопления, отвечающими времени отложения каменной соли, в течение которых происходили процессы карстования обнажавшихся карбонатных слоев. Суммарная мощность карбонатных пластов усольской свиты Кутуликской площади почти в точности равна мощности одновозрастного карбонатного бессолевого разреза. Совершенно такие же взаимоотношения наблюдаются в верхнебельской подсвите на расположенной в Присаянье Тыретской площади, где переходная зона также детально освещена бурением»* (рис. 4 А).

Более обоснованную точку зрения на эти особенности строения периферийных частей солеродного бассейна, по мнению авторов статьи, высказал

Рис. 1. Карта распространения соленосного регионального флюидоупора Сибирской платформы
Fig. 1. Map of regional salt-bearing impermeable bed occurrence over the Siberian Platform



Границы (1–3): 1 — Лено-Тунгусской НПП, 2 — НГО, 3 — административные; 4 — трасса нефтепровода Восточная Сибирь – Тихий океан; **области (5–7):** 5 — распространения соленосных толщ кембрия (по Мельникову Н.В., 2009, с исправлениями), 6 — распространения вендских (торсальских) солей (по данным ОАО «Якутскгеофизика»), 7 — современного выщелачивания кембрийских солей (по Мельникову Н.В., 2009); 8 — глубокие скважины; 9 — контуры месторождений УВ; 10 — выходы битумоидов на дневную поверхность

Boundaries (1–3): 1 — Lena-Tungusky Petroleum Province, 2 — Petroleum Area, 3 — administrative; 4 — route of the Eastern Siberia – Pacific Ocean oil pipeline; **areas (5–7):** 5 — occurrence of Cambrian salt-bearing sequences (according to Melnikov N.V., 2009, corrected), 6 — occurrence of Vendian (Torsal'sky) salts (according to ОАО Yakutskgeofizika), 7 — modern leaching of Cambrian salts (according to Melnikov N.V., 2009); 8 — deep wells; 9 — outline of HC field; 10 — bitumoid exposure/seepage

Н.В. Мельников [11]. Возможно, он первый в своих работах написал о значительном проявлении процессов вторичного приповерхностного выщелачивания на Сибирской платформе. Как было отмечено, размыв регионально выдержанной галогенной толщи может происходить под влиянием постседиментационных гипергенных процессов. Обширную зону регионального выщелачивания Н.В. Мельников выделил в Предпатомском прогибе и прилегающих районах Непско-Ботуобинской антеклизы; эта зона расположена параллельно фасу Байкало-Патомского нагорья (см. рис. 1). В качестве другого примера им же приводится постепенное исчезновение из разреза верхних пачек усольских солей в глубоких скважинах при приближении к фронту складчатой зоны Саян на Кутуликской площади. Глубина выщелачивания в этом случае составляет, по его мнению, более 800 м (см. рис. 4 В) [11].

Таким образом, проявления изменений слабоустойчивой к воздействиям гипергенных факторов соленосной нижнекембрийской толщи предполагаются на значительных территориях южной и юго-восточной частей соленосного бассейна. В то же время в западной части Сибирской платформы, на Енисейском кряже и в узком районе, прилегающем к нему с севе-

ра, одновозрастные верхневенд-нижнекембрийские отложения рассматриваются как первично бессолевы. На этой территории они выделяются в достаточно обособленную от окружающих соленосных толщ преимущественно карбонатную лебяжинскую свиту. В соответствии с последними вариантами фациального районирования здесь выделяется отдельный фациальный район — Лебяжинский [11], характеризующийся бессолевым разрезом венда – кембрия (рис. 5).

Верхневенд-нижнекембрийские отложения лебяжинской свиты развиты в пределах Енисейского кряжа и в зоне его сочленения с Сибирской платформой. Они со стратиграфическим и угловым несогласием залегают на различных стратиграфических уровнях рифея и нижнего венда. Впервые лебяжинская свита (V_2 – E_{1lb}) выделена О.П. Горяиновой в 1954 г. на р. Большая Лебяжья (приток р. Подкаменная Тунгуска). Свита развита на севере и западе Енисейского кряжа и вдоль зоны сочленения Енисейского кряжа и Сибирской платформы в бассейнах рек Нижняя Сурниха, Столбовая, Исаковка, Кутукас, Вороговка, Черная, Большая Лебяжья, Чапа, Тея [8]. Мощная преимущественно доломитовая толща лебяжинской свиты полностью вскрыта глубокими



OIL AND GAS POTENTIAL AND GEOLOGICAL EXPLORATION RESULTS

Рис. 2. Упрощенные палеогеографические схемы Сибирской платформы кембрийского периода (по материалам Переладова В.С., 2008)
Fig. 2. Simplified paleogeographic schemes of the Siberian Platform, Cambrian period (according to Pereladov V.S., 2008)

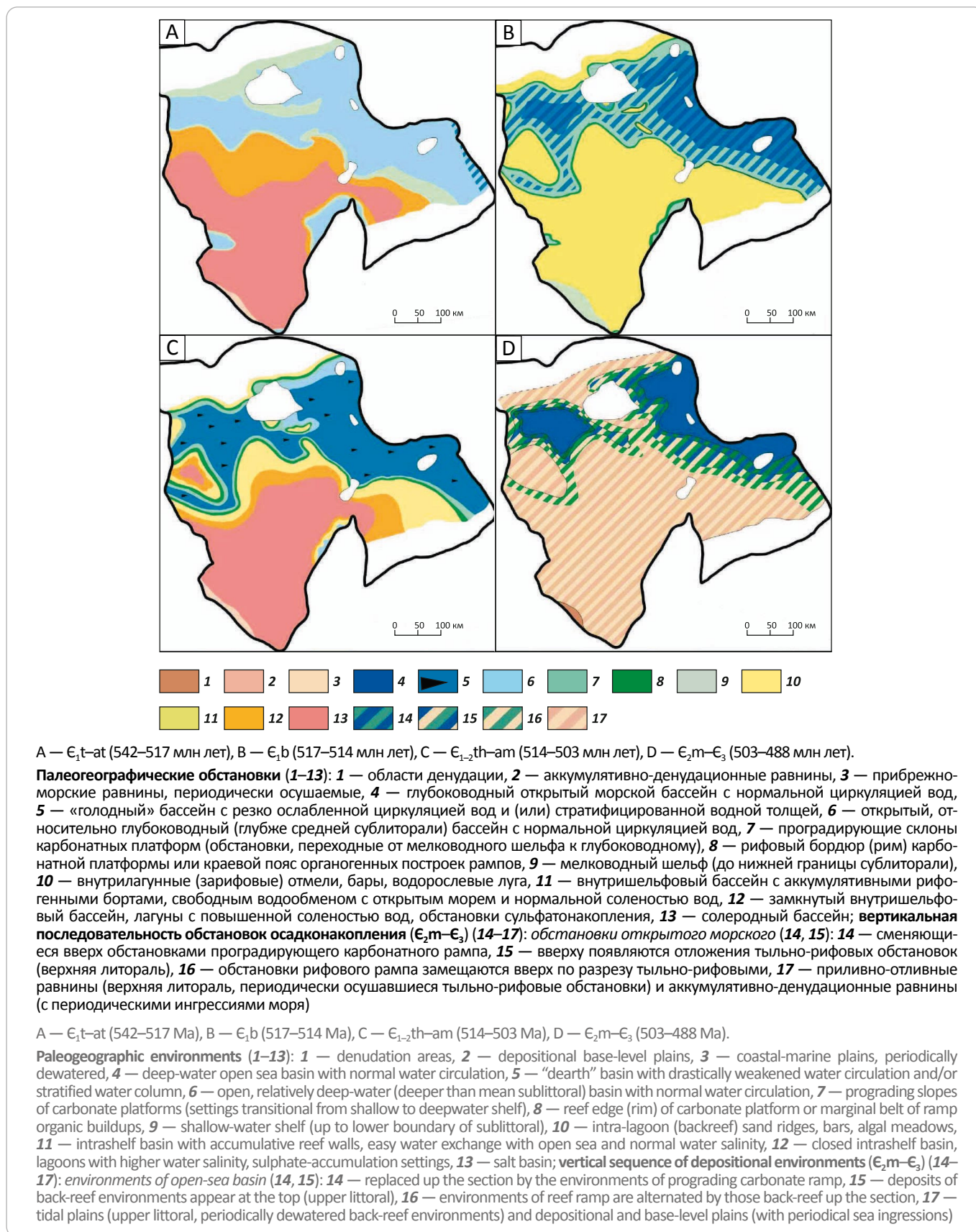
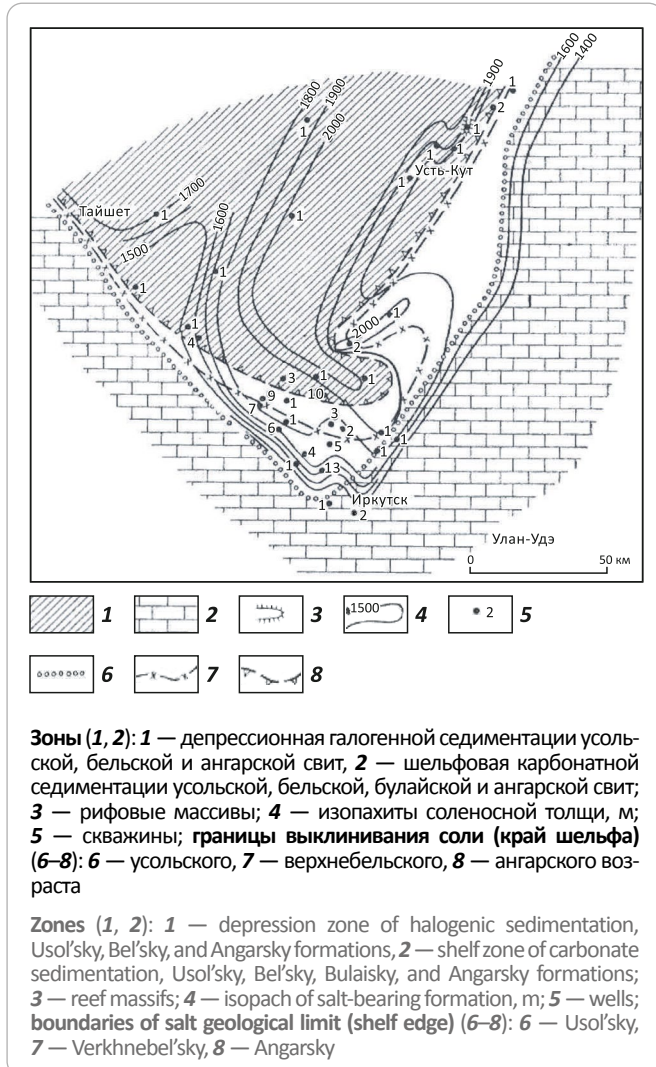


Рис. 3. Структурно-фациальный план соленосной толщи нижнего кембрия Иркутского бассейна [4]

Fig. 3. Structural and facies scheme of the Lower Cambrian salt-bearing sequence, Irkutsky Basin [4]



скважинами Лебяжинские-1 и 2. В различных обнажениях Енисейского кряжа и прилегающих к нему территорий в составе лебяжинской свиты выделяется три подсвиты. Информация, содержащаяся в объяснительной записке к геологической карте третьего поколения масштаба 1 : 1 000 000 листа Р-47 [7], достаточно противоречива. Указывается, например, следующее: «По данным Е.П. Бутакова и др., нижняя половина нижнелебяжинской подсвиты содержит лишь микрофитоциты, характерные для иркутского биостратиграфического горизонта (островная, мотская свиты). Эти данные подтверждаются и определением абсолютного возраста по глаукониту из низов лебяжинской свиты (608 млн лет), а также находками водорослей *Renalcis* sp. в 50 м выше основания свиты. Таким образом, подошва лебяжинской свиты соответствует границе кембрия и докембрия» [8].

В пояснительной записке к геологической карте масштаба 1 : 1 000 000 третьего поколения листа Р-46

с лебяжинской свитой связывается отдельная инженерно-геологическая формация. Отмечено, что для пород этой формации (особенно для брекчированных доломитов и вдоль тектонических нарушений) характерно развитие карстовых процессов. Согласно типизации минеральных вод, разработанной во ФГБУ «ВСЕГЕИ», в бассейне р. Лебяжья вскрыты подземные воды кемпендяйского типа, отличающиеся резко повышенной хлоридно-натриевой минерализацией [8]. Вероятно, это свидетельствует о том, что процессы выщелачивания солей происходят и в наше время, возможно, за счет периферийных частей выщелоченной зоны.

Существует две точки зрения на причины отсутствия солей в нижнекембрийском разрезе Енисейского кряжа в абсолютной близости от соленосных разрезов обрамления.

1. Большинство исследователей считает, что это может свидетельствовать об особенностях палеогеографических обстановок и фациальном замещении. В этом случае также имеются различные мнения.

Например, как считают Б.Б. Кочнев и Г.А. Карлова, «...к началу накопления лебяжинской свиты палеорельеф в западной части Енисейского кряжа был практически выровнен, а область денудации и источники обломочного материала располагались на значительном удалении» [8].

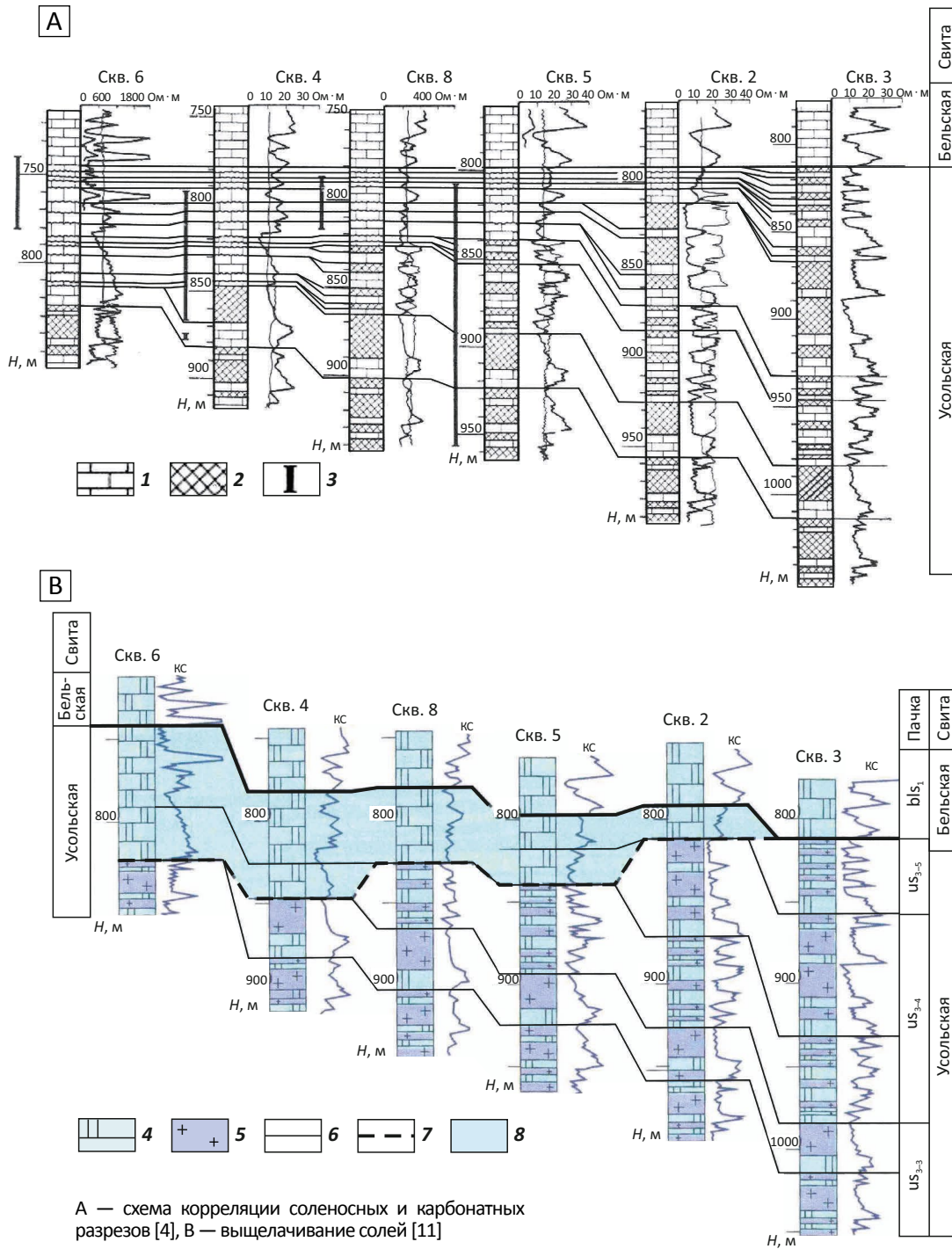
По мнению специалистов СО РАН, в раннем [8] (см. рис. 5) и раннем – среднем кембрии [6] на месте современного Енисейского кряжа длительное время находилась высокая островная суша с прилегающими к ней участками прибрежного моря, где отлагались обломочно-карбонатные толщи с признаками эвапоритизации. Лебяжинский участок расположен в этой зоне на границе с солеродным бассейном.

Н.В. Мельников [11] на литолого-палеогеографических картах в районе Енисейского кряжа для всего кембрия показывает меняющиеся обстановки от суши с расчлененным рельефом до глубоководного шельфа. В раннеусольское время, по его мнению, в восточной части современного Енисейского кряжа происходило накопление солей. При этом Лебяжинский участок практически все кембрийское время находился в морских условиях, иногда в пределах солеродного бассейна.

2. Точка зрения, которой придерживаются авторы статьи, состоит в том, что Лебяжинский участок, имеющий локальный характер, приурочен к разломной, интенсивно дезинтегрированной зоне. Соленосные толщи были выщелочены из разреза нижнего кембрия в пределах Енисейского кряжа и в прилегающих зонах (в том числе Лебяжинской) в результате развития вертикальных зон гипергенеза, аналогичных линейным корам выветривания. В пользу такой позиции свидетельствуют следующие геологические факты.

OIL AND GAS POTENTIAL AND GEOLOGICAL EXPLORATION RESULTS

Рис. 4. Верхняя часть усольской свиты на Кутуликской площади
Fig. 4. Upper part of Usol'sky Fm in the Kutuliksky area



А — схема корреляции соленосных и карбонатных разрезов [4], В — выщелачивание солей [11]

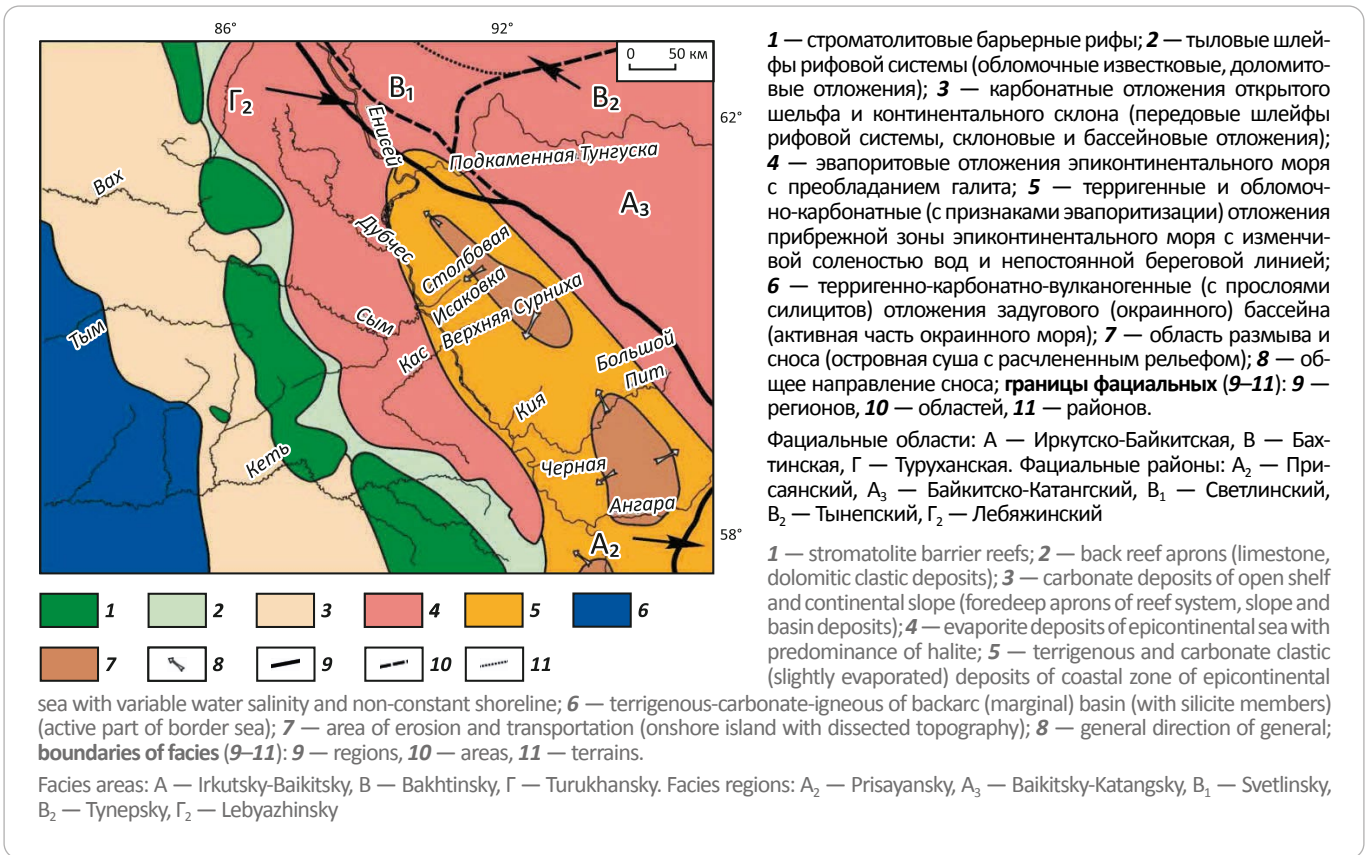
1 — карбонатные породы; 2 — каменная соль; 3 — интервалы отбора керна; 4 — доломиты; 5 — соли; границы (6, 7): 6 — пачек, 7 — верхняя солей; 8 — верхи усольской свиты, промытые от солей

A — Correlation chart of salt-bearing and carbonate sections [4], B — leaching [11]

1 — carbonate rocks; 2 — rock salt; 3 — coring intervals; 4 — dolomite; 5 — salt; boundaries (6, 7): 6 — members, 7 — upper of salts; 8 — leached top of the Usol'sky Fm

Рис. 5. Положение Лебяжинского фациального района на литолого-палеогеографической схеме Предъенисейского бассейна и смежных территорий Сибирской платформы (ранний кембрий, усольское время; по материалам [7, 11])

Fig. 5. Position of the Lebyazhinsky facies region in the lithologic and paleogeographic scheme of the Pre-Yenisei Basin and neighbouring areas of the Siberian Platform (Early Cambrian, Usol'sky time; according to [7, 11])



В керне и шлеме скважин Лебяжинские-1, 2 в стратиграфическом интервале отложений лебяжинской свиты неоднократно встречены продукты гипергенеза — опал, целестин и, что особенно важно, гипс. При этом наличие обильных выделений гипса до глубин 1300 м и более может свидетельствовать об условиях современной гидратации и, соответственно, об обстановках выщелачивания в условиях пониженного литостатического давления глубокопогруженных отложений. Проблеме взаимоперехода гипс — ангидрит посвящено множество работ. А.Г. Бетехтин в своем «Курсе минералогии» в 1951 г. отмечал, что этот «...переход, по данным многочисленных буровых скважин и горных выработок, имеет место до глубины 100–150 м от поверхности (ниже следуют ангидритовые массы)». По всей видимости, эти выводы и данные многочисленных отечественных статей базируются на большеобъемных макронаблюдениях на месторождениях Северной Америки: микроструктурных исследованиях взаимоотношений в шлифах и результатах химических опытов с растворами сульфата кальция, проведенных в первой половине XX в. американскими учеными. Наиболее полно эти мате-

риалы изложены в работе В.Е. Вер Планка¹. Приведем основные выводы. Согласно исследованиям А.Ф. Роджерса, изучившего не только взаимоотношения гипса и ангидрита на микрокристаллическом уровне, но и соотношения залегающих сложенных ими геологических тел, в подавляющем большинстве случаев первичными являются ангидритовые толщи и слои. Гипс развивается по ангидриту в условиях гипергенной гидратации. По результатам разработки некоторых месторождений США граница перехода гипса в ангидрит расположена на глубине от 30 до 100 м.

В естественных обнажениях пород лебяжинской свиты и ее синхронных литофациальных аналогах в ареале изучаемой территории отмечены глиптоморфозы по кристаллам галита. Для среднелебяжинских отложений характерны признаки первичной эвапоритовой седиментации: частая встречаемость глиптоморфоз галита, обилие в доломитах пластинчатых порфиробластовых кристаллов ангидрита, постседиментационные брекчии обрушения, связанные с более поздним растворением слоев галита и сульфатов [7, 8]. Эти факты также свидетельствуют о

¹ Ver Planck W.E. Gypsum in California. — San Francisco : Department of Natural Resources, 1952. — 151 с.

первичном значительно более масштабном осажде-нии галогеновых толщ, а также о существовании на месте современного Енисейского кряжа тех же фа-циальных обстановок солеродного бассейна, что и во-круг него. Попытки выделить приподнятую зону на месте современного Енисейского кряжа, длительно существовавшую в самом конце рифея, венде и кем-брии, на взгляд авторов статьи, малообоснованны [9] (см. рис. 5). Более правильными являются представле-ния о позднепалеозойском возрасте и горст-антикли-норном (транспрессионном) строении Енисейского кряжа в его современном виде. Для фанерозойского этапа развития эти взгляды наиболее правильны в работе С.Ю. Беляева и А.К. Башарина [12].

Результаты гидрогеохимического анализа под-земных рассолов [13], полученные при испытании скв. Лебяжинская-1 и других скважин (более 20), пробуренных на сопредельной территории, к востоку, юго- и северо-востоку от изучаемого района, пока-зали, что по общей минерализации, концентрации кальция, натрия, сульфат-иона, стронция и брома подземный рассол скв. Лебяжинская-1, отнесенный М.Б. Букаты к соленосной гидрогеологической фор-мации, существенно отличается от аналогичных рас-солов других площадей Тунгусского бассейна. Состав этого рассола схож только с составами рассолов Тай-гинской площади. Вероятно, данные отличия свиде-тельствуют о том, что подземный рассол скв. Лебя-жинская-1 является не просто метаморфизованным палеозойским рассолом [10], а рассолом, изменив-шим состав вследствие интенсивного водообмена с низкоминерализованными инфильтрогенными во-дами надсолевого комплекса [13] или даже с поверх-ностными. На фоне аномально высокого содержания SO_4^+ причиной уменьшения концентрации в нем Ca_2^+ является выпадение кальция в осадок в форме сульфата (гипса) и карбоната (кальцита). образова-ние гипсовых отложений происходило при смешени-и пластовой хлоркальциевой воды с пресной или сильно опресненной поверхностной водой инфильт-рации, насыщенной сульфат-ионами в процессе ее продвижения в проницаемой зоне [10].

В пользу приуроченности Лебяжинского участка к разломной, интенсивно дезинтегрированной зоне свидетельствуют и материалы сейсморазведки. Как показано в работе [14], в местах пересечений сейс-мическими профилями дизъюнктивных нарушений на территории Лебяжинской литосейсмофаціаль-ной зоны «...на временных разрезах ОГТ кембрийским отложениям часто отвечает область «сейсмического шума»». Особенно наглядно это проявлено в районе скв. Лебяжинская-2. На рис. 6 приводится неинтер-претированный временной разрез, демонстрирую-щий полную потерю корреляции горизонтов и отсут-ствие осей синфазности в месте бурения скважины. Возможно, это объясняется в том числе геометрией профиля, проходящего на этом участке параллель-

но зоне разлома. Однако главная причина — распо-ложение сейсмического профиля и скважины в зоне деструкции и гипергенеза, проникающего в этой ос-лабленной зоне до глубины более 1 км.

Выводы

1. Отсутствие солей в зоне Лебяжинского участка обусловлено гипергенными процессами, как и в дру-гих прикладчатых периферийных зонах Сибирской платформы, где выщелачивание солей доказано мате-риалами бурения, гидрогеологических и гидрохими-ческих исследований.

2. Первично в раннем кембрии на территории Енисейского кряжа и в Лебяжинской зоне, к северу от него, происходило накопление карбонатно-гало-генных толщ, аналогичных одновозрастным соле-носным толщам, обрамляющим современный Ени-сейский кряж. Лебяжинская свита является при этом не только возрастным, но и фаціальным аналогом соответствующих образований. Наблюдаемые изме-нения осадочных текстур, структур и состава прои-зошли постседиментационно.

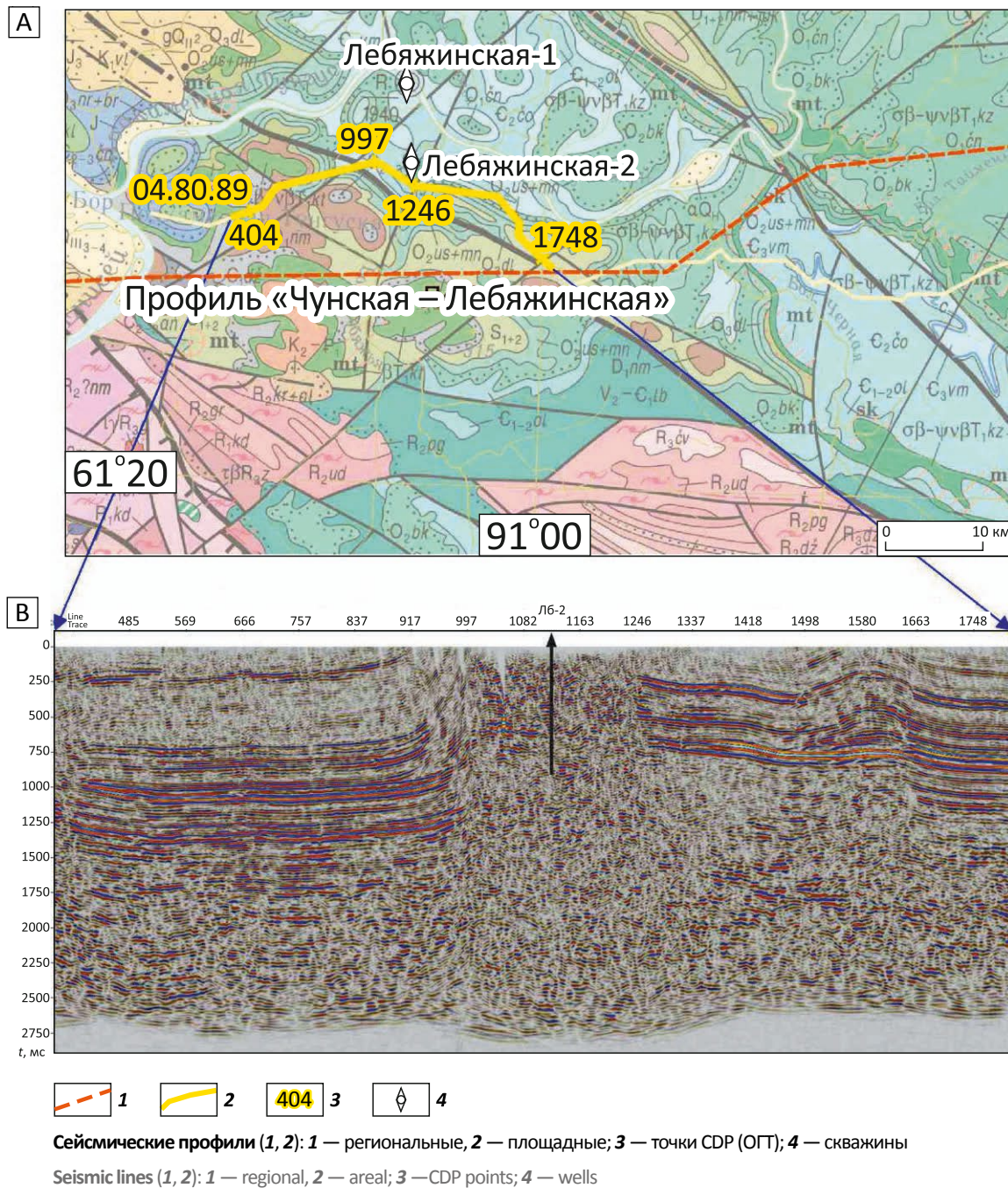
3. Фаціальные обстановки накопления нижне-кембрийского интервала разреза, вероятно, соот-ветствовали пассивной континентальной окраине, возможно, восточной приконтинентальной части внутреннего задугового бассейна.

4. Существование морского палеошельфа без островных систем в этой области в кембрийском периоде подтверждает точку зрения о том, что Ени-сейский кряж в его современном виде возник в конце палеозоя как внутриплатформенная структура. Веро-ятно, он был сформирован за счет процессов сдвига-сжатия (транспрессионных), генетически связанных со сдвигорастяжениями (транстенсиями), приведши-ми к заложению грабенов в основании будущей Запад-но-Сибирской плиты и к ее последующему формиро-ванию за счет прогибания.

5. Сделанные выводы позволяют, с одной стороны, провести аналогии между различными периферийны-ми прикладчатыми районами Сибирской платфор-мы, где отсутствуют нижнекембрийские соли. С другой стороны, очевидно, что необходимо пересмотреть геологическую историю западной части Сибирской плат-формы и прилегающих территорий и, как следствие, формирование и развитие нефтегазовых систем.

6. Альтернативные представления о нефтегазо-вых системах западной части Сибирской платфор-мы позволяют пересмотреть возможные варианты формирования гигантской Юрубчено-Тохомской или Юрубчено-Куюмбинской зоны нефтегазонако-пления, обосновать новые направления региональ-ных геолого-разведочных работ.

Рис. 6. Фрагменты геологической карты масштаба 1 : 1 000 000 (А) [11] и временного сейсмического разреза по профилю 04.80.89 (В)
Fig. 6. Fragment of geological map, scale 1 : 1 000 000 (A) [11] and seismic time section along 04.80.89 Line (B)



Литература

1. Калинко М.К. Соленакпление, образование соляных структур и их влияние на нефтегазоносность. – М. : Недра, 1973. – 132 с.
2. Фрадкин Г.С. Галогенные формации и нефтегазоносность Сибирской платформы // Геология и геофизика. – 2001. – Т. 42. – № 4. – С. 605–616.
3. Жарков М.А. Палеозойские соленосные формации мира. – М. : Недра, 1974. – 392 с.
4. Грачевский М.М., Берлин Ю.М., Дубовский И.Т., Ульмишек Г.Ф. Корреляция разнофациальных толщ при поисках нефти и газа. – М. : Недра, 1969. – 299 с.
5. Сухов С.С. О роли фациально-седиментологических критериев в реконструкции кембрийских палеобассейнов востока Сибирской платформы // Современные проблемы седиментологии в нефтегазовом инжиниринге: тр. III Всероссийского научно-практического седиментологического совещания, 10–12 апреля 2017 г. – Томск : Изд-во ЦППС НД, 2017. – С. 209–214.

OIL AND GAS POTENTIAL AND GEOLOGICAL EXPLORATION RESULTS

6. Сараев С.В. Литолого-фациальная характеристика усольской свиты (нижний кембрий) и ее возрастных аналогов Предъенисейского осадочного бассейна Западной Сибири // Геология и геофизика. – 2015. – Т. 56. – № 6. – С. 1173–1188. DOI: 10.15372/GiG20150608.
7. Государственная геологическая карта Российской Федерации. М-б 1 : 1 000 000 (третье поколение). Серия Ангаро-Енисейская. Лист Р-46 — Северо-Енисейский. Объяснительная записка. – СПб. : Картфабрика ВСЕГЕИ, 2010. — 236 с.
8. Кочнев Б.Б., Карлова Г.А. Новые данные по биостратиграфии немакит-далдынского яруса венда юга Сибирской платформы // Стратиграфия. Геологическая корреляция. – 2010. – Т. 18. – № 5. – С. 28–41. DOI: 10.1134/S0869593810050035.
9. Филиппов Ю.В., Сараев С.В., Коровников И.В. Стратиграфия и корреляция кембрийских отложений Предъенисейского осадочного бассейна Западной Сибири // Геология и геофизика. – 2014. – Т. 55. – № 5–6. – С. 891–905.
10. Крайнов В.М., Швец В.М. Гидрогеохимия. – М. : Недра, 1992. – 463 с.
11. Мельников Н.В. Венд-кембрийский соленосный бассейн. (Стратиграфия, история развития). – Новосибирск : Из-во СНИИГГиМС, 2017. – 177 с.
12. Беляев С.Ю., Башарин А.К. Современная структура, история формирования и нефтегазонасность зоны сочленения Сибирской платформы и Западно-Сибирской плиты // Геология и геофизика. – 2001. – Т. 42. – № 4. – С. 736–745.
13. Букаты М.Б. Равновесие подземных рассолов Тунгусского бассейна (Сибирская платформа) с минералами эвапоритовых и терригенных фаций // Геология и геофизика. – 1999. – Т. 40. – № 5. – С. 750–763.
14. Мельников Н.В., Исаев А.В., Смирнов Е.В., Наумова Е.Г., Донцов М.В., Медюхина Л.В., Масленников М.А. Фациальное районирование нижнего – среднего кембрия междуречья Подкаменной и Нижней Тунгусок // Геология и минерально-сырьевые ресурсы Сибири. – 2014. – Т. 19. – № 3. – С. 3–7.

References

1. Kalinko M.K. Solenakoplenie, obrazovanie solyanykh struktur i ikh vliyaniye na neftegazonosnost' [Accumulation of salts, formation of salt structures and their impact on oil and gas potential]. Moscow: Nedra; 1973. 132 p. In Russ.
2. Fradkin G.S. Halmeic formations and petroleum potential of the Siberian Platform. *Geologiya i Geofizika = Russian Geology and Geophysics*. 2001;42(4):605–616. In Russ.
3. Zharkov M.A. Paleozoiskie solenosnye formatsii mira [Palaeozoic saline formations of the world]. Moscow: Nedra; 1974. 392 p. In Russ.
4. Grachevskii M.M., Berlin Yu.M., Dubovskii I.T., Ul'mishek G.F. Korrelyatsiya raznofatsial'nykh tolshch pri poiskakh nefiti i gaza [Correlation of different facies beds in oil and gas exploration]. Moscow: Nedra; 1969. 299 p. In Russ.
5. Sukhov S.S. O roli fatsial'no-sedimentologicheskikh kriteriev v rekonstruktsii kembriiskikh paleobasseinov vostoka Sibirskoi platform [Role of facies and sedimentological criteria in reconstruction of Cambrian paleobasins in the east of the Siberian Platform]. In: Sovremennyye problemy sedimentologii v neftegazovom inzhiniringe: tr. III Vserossiiskogo nauchno-prakticheskogo sedimentologicheskogo soveshchaniya, 10–12 April 2017. Tomsk: Izd-vo TsPPS ND; 2017. pp. 209–214. In Russ.
6. Saraev S.V. Lithologic and facies characteristics of the Lower Cambrian Usolka Formation and its age analogs in the Cis-Yenisei sedimentary basin, West Siberia. *Russian Geology and Geophysics*. 2015;56(6):919–931. DOI: 10.1016/j.rgg.2015.05.008.
7. Gosudarstvennaya geologicheskaya karta Rossiiskoi Federatsii. 1 : 1 000 000 (tret'e pokolenie). Seriya Angaro-Eniseiskaya. List P-46 — Severo-Eniseiskii. Obyasnitel'naya zapiska [State geological map of Russian Federation. 1:1 000 000 (third generation). Angaro-Eniseisky series. Sheet P-46–Severo-Eniseisky. Explanatory note]. St. Petersburg: Kartfabrika VSEGEI; 2010. 236 p.
8. Kochnev B.B., Karlova G.A. New data on biostratigraphy of the Vendian Nemakit-Daldynian stage in the southern Siberian platform. *Stratigraphy and Geological Correlation*. 2010;18(5):28–41. DOI: 10.1134/S0869593810050035.
9. Filippov Y., Saraev S.V., Korovnikov I.V. The Cambrian sediments of the Cis-Yenisei basin (West Siberia): Stratigraphy and correlation. *Russian Geology and Geophysics*. 2014;55(5–6):704–715. DOI: 10.1016/j.rgg.2014.05.013.
10. Krainov V.M., Shvets V.M. Hidrogeokhimiya [Hydrogeochemistry]. Moscow: Nedra; 1992. 463 p.
11. Mel'nikov N.V. Vend-kembriiskii solenosnyi bassein. (Stratigrafiya, istoriya razvitiya) [Vendian-Cambrian salt-bearing basin. (Stratigraphy, evolution history)]. Novosibirsk: Iz-vo SNIIGGiMS; 2017. 177 p. In Russ.
12. Belyaev S.U., Basharin A.K. Modern structure, evolution and petroleum potential of the zone of junction of the Siberian platform and West Siberian plate. *Geologiya i Geofizika = Russian Geology and Geophysics*. 2001;42(4):736–745. In Russ.
13. Bukaty M.B. Equilibrium between underground brines of the Tunguska basins and minerals of evaporate and terrigenous facies. *Geologiya i Geofizika = Russian Geology and Geophysics*. 1999;40(5):750–763. In Russ.
14. Melnikov N.V., Isaev A.V., Smirnov E.V., Naumova E.G., Dontsov M.V., Medyukhina L.V., Maslennikov M.A. Lower-middle Cambrian facies regionalization of the Podkamennaya and Nizhnaya Tunguska interfluvium. *Geology and mineral resources of Siberia*. 2014;19(3):3–7.

Информация об авторах

Мигурский Феликс Анатольевич

Кандидат геолого-минералогических наук,
заведующий отделом
ФГБУ «ВНИГНИ»,
105118 Москва, ш. Энтузиастов, д. 36
e-mail: fam@vnigni.ru
ORCID ID: 0000-0001-9850-567X

Ахияров Александр Влорович

Ведущий научный сотрудник
ФГБУ «ВНИГНИ»,
105118 Москва, ш. Энтузиастов, д. 36
e-mail: akhiyarov@vnigni.ru

Бербушенко Максим Викторович

Ведущий геолог
ФГБУ «ВНИГНИ»,
105118 Москва, ш. Энтузиастов, д. 36
e-mail: berbushenko@vnigni.ru

Information about authors

Felix A. Migursky

Candidate of Geological and Mineralogical Sciences,
Head of Department
All-Russian Research Geological Oil Institute,
36, Shosse Entuziastov, Moscow, 105118, Russia
e-mail: fam@vnigni.ru
ORCID ID: 0000-0001-9850-567X

Aleksandr V. Akhiyarov

Leading Researcher
All-Russian Research Geological Oil Institute,
36, Shosse Entuziastov, Moscow, 105118, Russia
e-mail: akhiyarov@vnigni.ru

Maksim V. Berbushenko

Leading Geologist
All-Russian Research Geological Oil Institute,
36, Shosse Entuziastov, Moscow, 105118, Russia
e-mail: berbushenko@vnigni.ru