

УДК 552.578.2.061.32

DOI 10.47148/0016-7894-2024-4-69-78

Распределение органического углерода в породах куонамского комплекса (кембрий Сибирской платформы)

© 2024 г. | Е.С. Ярославцева, Т.М. Парфенова, А.Э. Конторович, Л.М. Бурштейн

Институт нефтегазовой геологии и геофизики им. А.А. Трофимука СО РАН, Новосибирск, Россия; yaroslavtsevae@ipgg.sbras.ru, parfenovatm@ipgg.sbras.ru, levi@ipgg.sbras.ru

Поступила 12.01.2024 г.

Доработана 15.01.2024 г.

Принята к печати 28.03.2024 г.

Ключевые слова: органический углерод; куонамский комплекс; кембрий; Сибирская платформа.

Аннотация: Характеристики нефтегазопроизводящих толщ, в первую очередь исходное содержание и распределение в них органического углерода, играют ключевую роль при прогнозе перспектив нефтегазоносности и реконструкции истории формирования скоплений углеводородов. Одной из основных нефтегазопроизводящих толщ Сибирской платформы является куонамская свита нижнего, среднего кембрия и ее возрастные и фациальные аналоги. В статье приведен обзор изученности куонамского комплекса, в том числе с точки зрения содержания и распределения органического углерода в породах этого комплекса. Традиционно данные параметры представляются в виде карт содержаний органического углерода, усредненных по разрезу нефтегазопроизводящей толщи. В случае недостаточного числа прямых замеров современных содержаний органического углерода или высокой степени термической преобразованности отложений возможной альтернативой служит построение набора карт толщин нефтегазопроизводящих толщ с фиксированными диапазонами изменения содержаний органического углерода. В статье описано построение схем толщин обогащенных органическим углеродом пород куонамского комплекса на основе современных палеогеографических реконструкций и теоретических моделей накопления органического углерода в осадках с учетом всей доступной геолого-геофизической информации. Реконструкция содержаний органического углерода в куонамских отложениях выполнена на основе анализа данных прямых замеров (22 разреза обнажений и 11 скважин) и результатов интерпретации радиоактивного каротажа (13 скважин). Построенные схемы толщин куонамского комплекса с содержанием органического углерода более 5 и 10 % на породу и соответствующие им численные сеточные модели могут послужить основой для решения задач реконструкции масштабов и динамики процессов нефтидогенеза, формирования залежей и оценки ресурсов углеводородов в нефтегазовых системах Лено-Тунгусской и Лено-Вилюйской нефтегазоносных провинций.

Для цитирования: Ярославцева Е.С., Парфенова Т.М., Конторович А.Э., Бурштейн Л.М. Распределение органического углерода в породах куонамского комплекса (кембрий Сибирской платформы) // Геология нефти и газа. – 2024. – № 4. – с. 69–78. DOI: 10.47148/0016-7894-2024-4-69-78.

Финансирование: Работа выполнена в рамках научных тем государственной программы ФНИ FWZZ-2022-0011 и № FWZZ-2022-0012.

Organic carbon distribution in the Kuonamka Formation (Cambrian series of Siberian Platform)

© 2024 | E.S. Yaroslavtseva, T.M. Parfenova, A.E. Kontorovich, L.M. Burshtein

Trofimuk Institute of Petroleum Geology and Geophysics SB RAS, Novosibirsk, Russia; yaroslavtsevae@ipgg.sbras.ru, parfenovatm@ipgg.sbras.ru, levi@ipgg.sbras.ru

Received 12.01.2024

Revised 15.01.2024

Accepted for publication 28.03.2024

Key words: organic carbon; Kuonamka formation; Cambrian; Siberian platform.

Abstract: Source rock characteristics such as Organic Carbon content and distribution play the key role in petroleum potential prediction. One of the main source rocks of Siberian platform is Lower and Middle Cambrian Kuonamka Formation. The paper is a review of geological, geochemical exploration maturity on Kuonamka source rock including organic carbon distribution. Traditionally, these parameters are presented in the form of averaged organic carbon content maps of over the source rock. In case of the lack of analytical data or the high level of organic matter maturity, the alternative is to construct a set of organic-rich deposits thickness maps with fixed ranges of total organic carbon. The aim is to form the organic-rich deposits distribution schemes for Kuonamka formation using all available geological and geophysical information, paleogeography reconstruction as well as common theoretical models of organic matter deposition. The reconstruction was performed based on the analysis of direct measurement data (sections of 22 outcrops and 11 wells) and the results of interpretation of radioactive logging (13 wells). Received schemes and corresponding quantitative models may be used as a basement for hydrocarbon generation volume and dynamics and subsequent estimation of hydrocarbon resources in Lena-Tunguska and Leno-Viluy petroleum regions.

For citation: Yaroslavtseva E.S., Parfenova T.M., Kontorovich A.E., Burshtein L.M. Organic carbon distribution in the Kuonamka formation (Cambrian series of Siberian platform). *Geologiya nefi i gaza*. 2024;(4):69–78. DOI: 10.47148/0016-7894-2024-4-69-78. In Russ.

Funding: The work was carried out within the framework of FWZZ-2022-0011 and FWZZ-2022-0012 projects of the Government Program of Scientific Research Foundation.

Введение

При прогнозе перспектив нефтегазоносности и реконструкции истории формирования скоплений УВ существенную роль играет оценка характеристик нефтегазопроизводящих толщ (НГПТ), в том числе содержания и распределения органического углерода в них. Традиционно эти параметры представляются в виде карт распределения по площади усредненного содержания органического углерода ($C_{орг}$) по разрезу НГПТ. Альтернативой служит построение набора карт толщин НГПТ с фиксированными диапазонами $C_{орг}$. Такой подход предпочтителен при отсутствии прямых замеров $C_{орг}$, когда значение этого параметра восстанавливается, в том числе по зависимостям керн–ГИС.

Одной из основных НГПТ Сибирской платформы является куонамская свита нижнего, среднего кембрия и ее возрастные и фациальные аналоги: иниканская, синская, шумнинская и другие свиты, объединенные в куонамский комплекс [1–3]. Систематические геолого-геохимические исследования куонамского комплекса проводятся со второй половины XX в. К настоящему времени накоплен обширный фактический материал по литологии, геохимии, минеральному составу и ОВ пород, предложены и существенно уточнены модели формирования куонамского комплекса ([4–12] и др.).

Первые схемы распределения содержания органического углерода в породах кембрия Сибирской платформы были опубликованы в работах [1, 5]. В них для изученных аналитическими методами разрезов кембрийских отложений приведены средние содержания $C_{орг}$ по выделенным литологическим типам пород и средневзвешенные современные значения $C_{орг}$ на весь разрез куонамской свиты или ее аналогов. По мере уточнения геолого-геофизических и геохимических данных, информации о распространении, строении, особенностях состава и физических свойствах пород куонамского комплекса с учетом палеогеографических построений, исследования закономерностей распределения $C_{орг}$ в куонамских отложениях детализировались и дополнялись [4, 6, 11–16]. В настоящей статье приведены результаты продолжающегося изучения распределения ОВ в кембрийских отложениях.

Построение схемы распределения содержаний органического углерода в породах куонамского комплекса сопряжено с рядом проблем.

Во-первых, куонамская свита и ее аналоги, распространенные на обширной территории запада, севера, востока и юго-востока Сибирской платформы, изучены крайне неравномерно, что существенно затрудняет использование стандартных методов численного картопостроения.

Во-вторых, лабораторные определения $C_{орг}$ отражают современное содержание ОВ в породе, в то время как для реконструкции эволюции НГПТ в ходе развития осадочно-породного бассейна требу-

ются сведения о значениях данного параметра на момент начала катагенеза ОВ [1].

В-третьих, лабораторные определения $C_{орг}$ отражают его содержание лишь в отобранных образцах породы, в то время как для корректного подсчета масштабов генерации УВ необходимо охарактеризовать весь объем обогащенных ОВ пород. С этой точки зрения наиболее адекватной характеристикой НГПТ могут быть схемы распределения толщин пород, в разной степени обогащенных ОВ.

С учетом сказанного выше, целью настоящей статьи было описание построения схем толщин пород куонамского комплекса, обогащенных органическим углеродом, на основе современных палеогеографических реконструкций и теоретических моделей накопления ОВ в осадках и с учетом всей доступной геолого-геофизической информации.

Методический подход и теоретические основы построений

Реконструкция содержаний органического углерода в куонамском комплексе выполнялась на основе анализа данных прямых замеров и результатов интерпретации радиоактивного каротажа.

Для многих обогащенных углеродом формаций, например, для баженовской свиты Западно-Сибирского нефтегазоносного бассейна, доманиковой толщи Волго-Уральского и Тимано-Печорского бассейнов установлены связи между содержанием органического углерода, урана и радиоактивностью по гамма-каротажу ([17–20] и др.). Эти работы доказывают существование устойчивой связи между значениями $C_{орг}$ и геофизическими параметрами, отражающими содержание урана. Тем не менее, прямое использование зависимостей, полученных на основе данных по другим высокоуглеродистым формациям, вряд ли обоснованно для оценки содержаний $C_{орг}$ в куонамской формации.

В последние годы в ИНГТ СО РАН выполнен анализ новых данных (коллекции из естественных выходов пород на р. Молодо, керны скважин Ск-10/VI, Ск-5/VII, Ск-10/VII) и обобщение ранее опубликованных материалов (Ф.Г. Гурари и др. [21] — образцы из бассейнов рек Белая, Керби, Синяя, Юдома, Оленек, Кюленке; П.Н. Соболев и др. [22] — керн скв. Усть-Майская-366) по изучению содержания урана в породах куонамского комплекса, вскрытых скважинами и отобранных из разрезов береговых обнажений. Показано, что высокоуглеродистые и углеродистые породы (преимущественно аргиллиты и породы смешанного карбонатно-глинисто-кремнистого состава) обогащены ураном до 0,012–0,014 % [23]. Установлено, что значимые корреляционные связи U и $C_{орг}$ наблюдаются не только в породах из коллекций р. Юдома (коэффициент корреляции $R = 0,83$), рек Оленек и Арга-Сала ($R = 0,58$), что отмечено ранее Ф.Г. Гурари с коллегами, но и для куонамских отложений р. Молодо ($R = 0,74$) и скважин, пробуренных в бассейне р. Кюленке ($R = 0,8$) [21, 23]. Выявлены линейные за-

висимости радиоактивности (γ по гамма-каротажу) от содержания урана ($R=0,81$) и $C_{орг}$ (типа $\gamma = a \cdot C_{орг} + b$, $R = 0,87$) в породах куонамской свиты по материалам скв. Ск-10/VI [23].

На основе приведенных выше данных и зависимостей радиоактивности по гамма-каротажу от содержания $C_{орг}$ в породах куонамского комплекса было принято, что интенсивность излучения от 15 мкР/ч соответствует содержанию $C_{орг}$ более 5 %, 20 мкР/ч — более 10 %.

Во всех доступных обнажениях и разрезах скважин, вскрывших куонамский комплекс, были выделены слои с фиксированным диапазоном содержаний $C_{орг}$ (> 5 , > 10 % на породу) и оценены их толщины.

В большинстве изученных авторами статьи разрезов невысокий уровень катагенетической преобразованности ОБ позволяет принимать современное значение $C_{орг}$ равным таковому на начало мезокатагенеза. Для высокопреобразованных толщ западной (Тунгусская синеклиза) и восточной (Лено-Вилуйская гемисинеклиза) частей Сибирской платформы значения $C_{орг}$ восстанавливались с учетом коэффициентов трансформации керогена (K_{tr}) [13, 14]. В зонах с полным отсутствием фактического материала содержания $C_{орг}$ и толщины были получены путем интерполяции.

При построении сеточных моделей толщин пород куонамской свиты и ее аналогов, в разной степени обогащенных $C_{орг}$, учитывались известные закономерности накопления ОБ в осадках [24, 25], в том числе зависимости скорости накопления ОБ от скорости седиментации [1].

Принимая во внимание представленные выше допущения и условность расчетных определений, при построении схем толщин пород куонамского комплекса с разным содержанием $C_{орг}$, экспертные оценки значений $C_{орг}$ учитывались с меньшими весами, чем полученные прямыми геохимическими методами.

В основу представленного в статье построения положены палеогеографические реконструкции СНИИГГиМС и ИНГГ СО РАН на ботомско-амгинский век [10, 26]. В ботомско-амгинское время в северной части Сибирской платформы существовал открытый морской бассейн (Юдомо-Оленекский фациальный регион), с юга отгороженный от соленодной лагуны (Туруханско-Олекминский регион) полосой рифоподобных образований (Анабаро-Синский регион) [26–30]. На основании установленного фациального перехода депрессионного комплекса к бессолевым карбонатным отложениям выделены обширные карбонатные платформы, обрамленные рифовыми постройками: Иркутско-Олекминская, Туруханская, Котуй-Анабарская, Анабаро-Ленская. Выделены синхронные с куонамской свитой одиночные карбонатные тела (Далдыно-Мархинская банка, Мойероканское карбонатное тело) ([30] и др.).

Границы выполненного авторами статьи построения определены границами распространения морского бассейна. Принято, что в направлении одновозрастных с куонамской свитой рифогенных тел и карбонатных платформ толщины обогащенных ОБ пород стремятся к нулю.

Фактический материал

Основой для представленных в статье построенный послужили все доступные авторам статьи данные количественных и качественных определений $C_{орг}$ (литературные данные и материалы ИНГГ СО РАН), а также результаты интерпретации гамма-каротажа (ГК). Схема учтенного фактического материала представлена на рис. 1.

В полевых и лабораторных условиях авторы статьи формировали коллекции образцов куонамского комплекса из обнажений в бассейнах рек Кюленке, Молодо, Оленек, Некекит, Лена, Юдома, Сухариха и керн скважин (5, Серкинский участок, профиль VII; 10, Серкинский участок, профиль VII; 10, Серкинский участок, профиль VI; Хоточу-7; Тит-Эбя-6; Красный ручей-5; Усть-Майская-366), проводили литологические и геохимические исследования. Для других разрезов выполнен анализ опубликованных и фондовых литолого-геохимических материалов и ГИС.

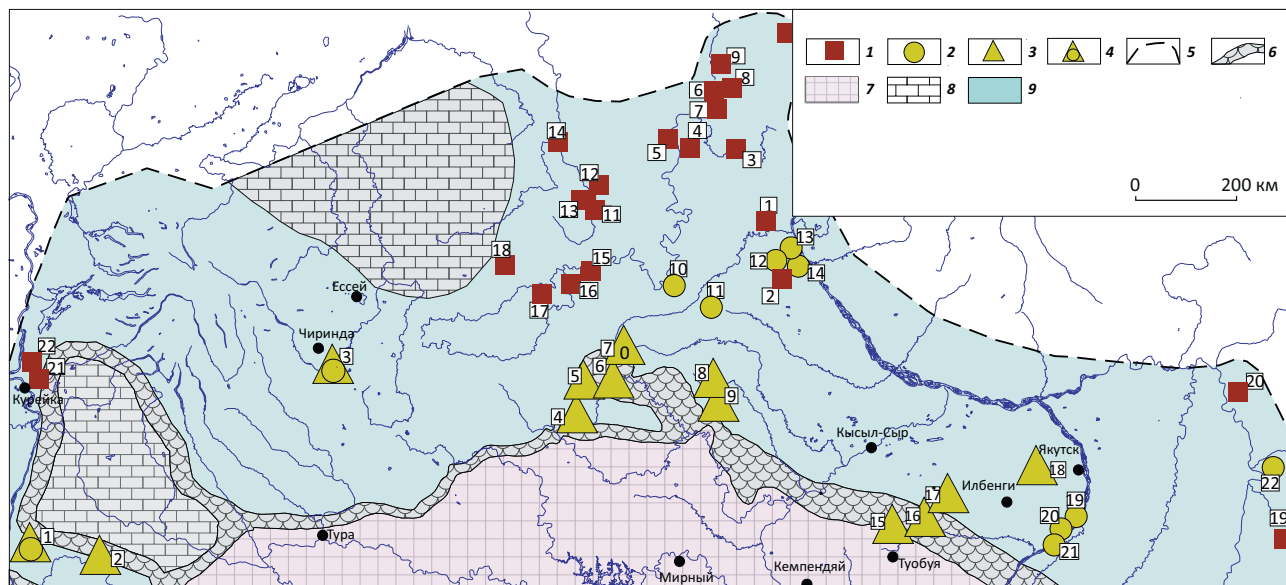
Содержание ОБ в куонамской НППТ неравномерно как по площади распространения отложений, так и по разрезу. По площади распространения куонамского комплекса наивысшие концентрации характерны для разрезов северо-востока и востока Сибирской платформы. Отмечается наращивание толщин рассматриваемых пород в северо-западном и юго-восточном направлениях при снижении содержания $C_{орг}$ ([2, 10] и др.). По разрезу свиты наблюдается переслаивание углеродистых и высокоуглеродистых пород. К первым относятся известняки и черные кремни, в которых $C_{орг}$ составляет менее 5 %, а ко вторым – горючие сланцы, аргиллиты, глинисто-карбонатно-кремнистые породы, в которых содержится более 10 % $C_{орг}$. В наиболее обогащенных прослоях содержание $C_{орг}$ может достигать 30–35 %. Отмечается рост содержания $C_{орг}$ с ростом глинистости [1, 4, 7].

Литология пород и геохимия ОБ куонамской свиты и ее аналогов наиболее детально изучены по материалам из обнажений восточной и северо-восточной частей Сибирской платформы (реки Муна, Кюленке, Молодо, Оленек, Некекит, Чермордоах, Бороулах, Торкукуй, Керсюке, Лена, Малая и Большая Куонамка, Арга-Сала) (см. рис. 1). На этой территории куонамский комплекс вскрыт скважинами: Сохолохская-706 (интервал 2023–2247, с интрузией мощностью около 100 м), Айхальская-703 (интервал 1610–1691 м), Удачнинская-2531 (интервал 1547–1600 м), Быстьхская-1991 (интервал 1174–1298 м), Эйкская-3430, Мархинско-Андоюская-3231, 203, 204, Серкинского участка [9]. В юго-восточной части Сибирской платформы куонамский комплекс



Рис. 1. Карта фактического материала

Fig. 1. Base map



1 — обнажения с определениями C_{org} по аналитическим данным; **скважины с определениями C_{org}** (**2–4**): **2** — по аналитическим данным, **3** — по ГК, **4** — по ГК и аналитическим данным; **5** — границы Сиберской платформы; **элементы сейсмофациального районирования (по Сухову С.С. и др., 2016; Моисееву С.А. и др., 2021)** (**6–9**): **6** — нижне-среднекембрийский рифогенный пояс, **7** — солеродный бассейн, **8** — карбонатные платформы, **9** — область развития куонамского комплекса.

Скважины: 1 — Нижнеимбакская-219, 2 — Моктаконская-4, 3 — Чириндинская-271, 4 — Сохолохская-706, 5 — Айхальская-703, 6 — Удачинская-2531, 7 — Быстьхская-1991, 8 — Эйская-3430, 9 — Мархинско-Андоиская-3231, 10 — 204, 11 — 203, 12 — 5, Серкинский участок, профиль VII, 13 — 10, Серкинский участок, профиль VII, 14 — 10, Серкинский участок, профиль VI, 15 — Кумахская-481, 16 — Северо-Синская-2160, 17 — Баппагайская-1, 18 — Уордахская-1, 19 — Хоточу-7, 20 — Тит-Эбя-6, 21 — Красный ручей-5, 22 — Усть-Майская-366.

Обнажения: 1 — р. Муна, 2 — р. Кюленке, 3 — р. Молодо, 4 — р. Оленек, напротив устья р. Амыдай, 5 — р. Некекит, 6 — р. Чемордоах, 7 — р. Бороулах, 8 — р. Торкукуй, 9 — р. Керсюке, 10 — р. Лена, левый берег, вблизи руч. Бискээбит, 11 — реки Мал. Куонамка, Ухумун, 12 — Малая Куонамка, близ пос. Жидинда, 13 — р. Малая Куонамка, руч. Юлегирь-Юрях, 14 — р. Большая Куонамка, 15 — р. Оленек, 18 км ниже пос. Оленек, 16 — р. Оленек, 5 км выше р. Арга-Сала, 17 — р. Арга-Сала, 18 — руч. Сикит, 19 — р. Юдома, 20 — р. Ханда, 21 — р. Сухариха, 22 — р. Брус, 23 — р. Лена, выше правого притока руч. Махан-Алдьархай, 24 — р. Синяя, 25 — р. Лена, правый берег, 1,5 км по течению от устья руч. Улахан-Туордах, 26 — р. Лена, левый берег, 1,5 км вниз от пос. Тит-Ары

1 — outcrops with TOC determination from analytical data; **wells with TOC determination (2–4):** **2** — from analytical data, **3** — using GR logs, **4** — using GR logs and analytical data; **5** — boundaries of Siberian Platform; **elements of seismic facies zoning (according to Sukhov S.S. et al., 2016; Moiseev S.A. et al., 2021)** (**6–9**): **6** — Lower-Middle Cambrian reef belt, **7** — salt basin, **8** — carbonate platforms, **9** — area of Kuonamka sequence occurrence.

Wells: 1 — Nizhneimbakskaya-219, 2 — Mokatonskaya-4, 3 — Chirindinskaya-271, 4 — Sokhsolokhsкая-706, 5 — Aikhal'skaya-703, 6 — Udachinskaya-2531, 7 — Bystykhskaya-1991, 8 — Eiskaya-3430, 9 — Markhinsko-Andoiskaya-3231, 10 — 204, 11 — 203, 12 — 5, Serkinsky site, VII Line, 13 — 10, Serkinsky site, VII Line, 14 — 10, Serkinsky site, VI Line, 15 — Kumakhskaya-481, 16 — Severo-Sinskaya-2160, 17 — Bappagaikaya-1, 18 — Uordakhskaya-1, 19 — Khotochu-7, 20 — Tit-Ebya-6, 21 — Krasnyi Ruchei-5, 22 — Ust'-Mayskaya-366.

Outcrops: 1 — Muna River, 2 — Kyulenke River, 3 — Molodo River, 4 — Olenyok River, opposite Amydai River mouth, 5 — Nekekit River, 6 — Chemordoakh River, 7 — Boroulakh River, 8 — Torkukui River, 9 — Kersyuke River, 10 — Lena River, left bench, near Bieseebit Spring, 11 — Mal. Kuonamka, Ukhmun rivers, 12 — Malaya Kuonamka, near Zhidinda village, 13 — Malaya Kuonamka River, Yulegir'-Yuryakh Spring, 14 — Bolshaya Kuonamka River, 15 — Olenek River, 18 km downstream from Olenek village, 16 — Olenek River, 5 km upstream from Arga-Sala River, 17 — Arga-Sala River, 18 — Sikit Stream, 19 — Yudoma River, 20 — Khanda River, 21 — Sukharikha River, 22 — Brus River, 23 — Lena River, upstream from right-bank tributary Makhan-Ald'yarkhai Spring, 24 — Sinyaya River, 25 — Lena River, right bench, 1.5 km downstream from Ulahan-Tuordakh Spring mouth, 26 — Lena River, left bench, 1.5 km downstream from Tit-Ary village

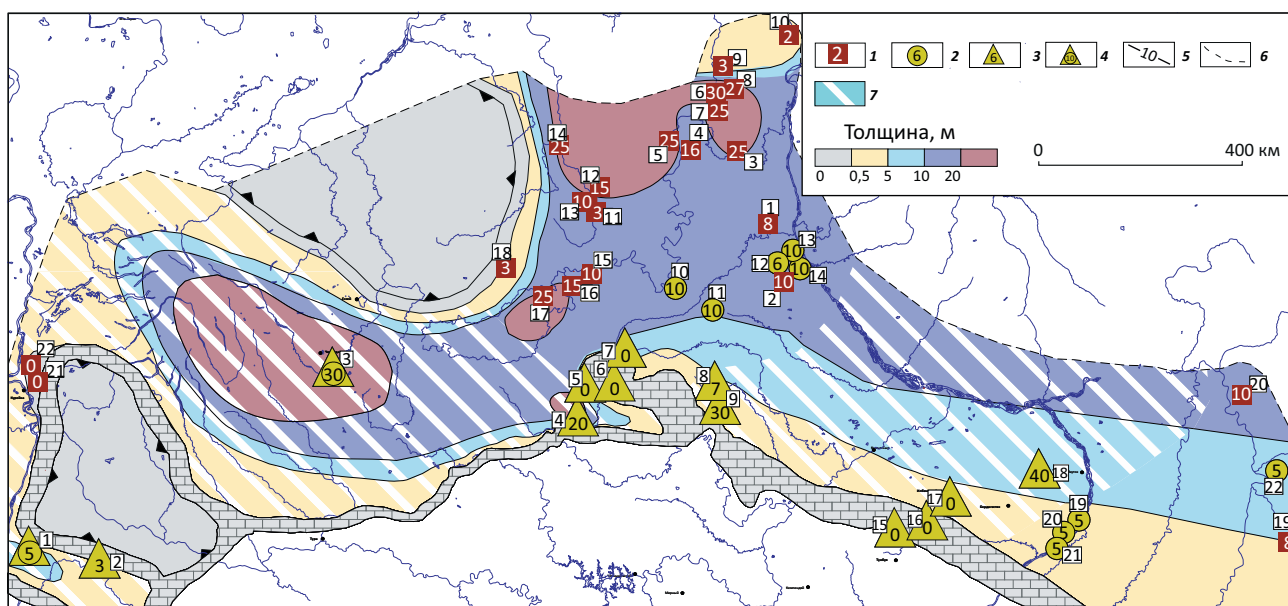
представлен в обнажениях по рекам Юдома, Ханда и вскрыт скважинами Уордахская-1, Баппагайская-1, Северо-Синская-2160, Кумахская-481, Усть-Майская-366, Хоточу-7, Тит-Эбя-6, Красный ручей-5.

В северо-западной части Сиберской платформы куонамский комплекс, представленный шумнинской свитой, вскрыт скважинами Гремякинская-13, Южно-Пясинская-3, а также установлен

в обнажениях по рекам Сухариха и Брус. Южнее, в Бахтинском районе, в разрезе скв. Нижнеимбакская-219 (интервал 2250–2360 м) отмечены глинистые известняки ранне-среднекембрийского возраста, обогащенные ОВ [15, 28].

К юго-западу, за пределами Сиберской платформы, в Предъенисейском бассейне известна пайдугинская свита кембрия, обогащенная ОВ, ко-

Рис. 2. Схематическая карта толщин пород куонамского горизонта с содержанием $C_{орг}$ более 5 % на начало мезокатагенеза
Fig. 2. Schematic thickness map of Kuonamka Horizon with TOC content exceeding 5% at mesocatagenesis beginning



1 — обнажения куонамской свиты и ее аналогов, толщины пород с $C_{орг}$ более 5 %; **скважины с определениями $C_{орг}$ и толщинами пород (2–4):** **2** — по аналитическим данным, **3** — по ГК, **4** — по ГК и аналитическим данным; **5** — изопахиты; **6** — условная граница построения; **7** — область построений с использованием данных ГИС и интерполяции.

Обнажения: 1 — р. Муна, 2 — р. Куленке, 3 — р. Молодо, 4 — р. Оленек, напротив устья р. Амыдай, 5 — р. Некекит, 6 — р. Чемордоак, 7 — р. Бороулах, 8 — р. Торкукуй, 9 — р. Керсюке, 10 — р. Лена, левый берег, вблизи руч. Бискээбит, 11 — р. Малая Куонамка, р. Ухумун, 12 — Малая Куонамка, близ пос. Жидинда, 13 — р. Малая Куонамка, руч. Юлегирь-Юрях, 14 — р. Большая Куонамка, 15 — р. Оленек, 18 км ниже пос. Оленек, 16 — р. Оленек, 5 км выше р. Арга-Сала, 17 — р. Арга-Сала, 18 — руч. Сикит, 19 — р. Юдома, 20 — р. Ханда, 21 — р. Сухариха, 22 — р. Брус, 23 — р. Лена, выше правого притока руч. Махан-Алдьархай, 24 — р. Синяя, 25 — р. Лена, правый берег, 1,5 км по течению от устья руч. Улахан-Туордах, 26 — р. Лена, левый берег, 1,5 км вниз от п. Тит-Ары.

Остальные усл. обозначения и названия скважин см. на рис. 1

1 — outcrops of Kuonamka Fm and its analogues, thickness of rocks with TOC content exceeding 5%; **wells with TOC content and rock thickness (2–4):** **2** — according to analytical data, **3** — according to GR logs, **4** — according to GR logs and analytical data; **5** — isopach; **6** — conditional boundary of mapping; **7** — area of mapping using well logging data and interpolation.

Outcrops: 1 — Muna River, 2 — Kyulenke River, 3 — Molodo River, 4 — Olenyok River, opposite Amydai River mouth, 5 — Nekekit River, 6 — Chemordoakh River, 7 — Boroulakh River, 8 — Torkukui River, 9 — Kersyuke River, 10 — Lena River, left bench, near Bieseebit Spring, 11 — Mal. Kuonamka, Ukhmun rivers, 12 — Malaya Kuonamka, near Zhidinda village, 13 — Malaya Kuonamka River, Yulegir'-Yuryakh Spring, 14 — Bolshaya Kuonamka River, 15 — Olenek River, 18 km downstream from Olenek village, 16 — Olenek River, 5 km upstream from Arga-Sala River, 17 — Arga-Sala River, 18 — Sikit Stream, 19 — Yudoma River, 20 — Khanda River, 21 — Sukharikha River, 22 — Brus River, 23 — Lena River, upstream from right-bank tributary Makhani-Ald'yarkhai Spring, 24 — Sinyaya River, 25 — Lena River, right bench, 1.5 km downstream from Ulakhan-Tuordakh Spring mouth, 26 — Lena River, left bench, 1.5 km downstream from Tit-Ary village.

See also legend and names of tectonic regions in Fig. 1

торая генетически связана с условиями открытого шельфа и также рассматривается как аналог куонамской НГПТ [31]. В центральной части Тунгусской синеклизы куонамский комплекс погружен на значительные глубины. На этой территории в интервале 4364–4466 м куонамский комплекс вскрыт скв. Чириндинская-271 (с интрузией в теле куонамской свиты) [32]. Кроме того, в пределах Тунгусской синеклизы границы куонамского комплекса являются реперными сейсмическими горизонтами [29, 30].

По степени катагенетической преобразованности большинство изученных разрезов северо-востока и востока исследуемой территории находится на стадии мезокатагенеза. Глубокопогруженные отложения куонамского комплекса в пределах Тунгус-

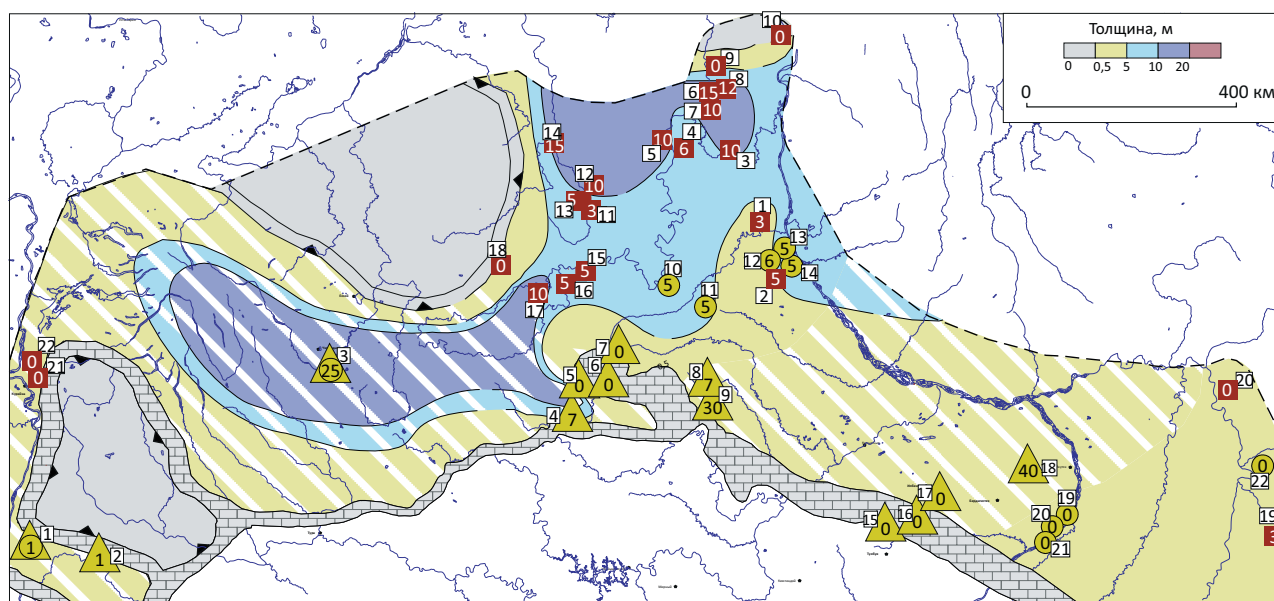
ской синеклизы и смежных территорий преобразованы до стадии АК.

Данные гамма-каротажа были изучены по скважинам, вскрывающим куонамскую свиту (Чириндинская-271, Нижнеимбакская-219, Сохсолохская-706), а также по скважинам, расположенным на нижне-среднекембрийском уровне в зоне перехода между депрессионным комплексом и солевым разрезом (Айхальская-703, Удачнинская-2531, Быстьхская-1991, Эйкская-3430, Мархинско-Андо-йская-3231, Кумакская-481, Северо-Синская-2160, Баппагайская-1, Уордахская-1).

В разрезе скв. Чириндинская-271 в пределах глубин 4364–4366 м интенсивность излучения пре-



Рис. 3. Схематическая карта толщин пород куонамского горизонта с содержанием $C_{орг}$ более 10 % на начало мезокатагенеза
Fig. 3. Schematic thickness map of Kuonamka Horizon with TOC content exceeding 10 % at mesocatagenesis beginning



Усл. обозначения см. на рис. 1, 2
 See Legend in Fig. 1, 2

вышает 20 мкР/ч в интервалах суммарной мощностью 25 м, в разрезе скв. Сохолохская-706 в интервале 2023–2247 м — 7 м. Интенсивность излучения более 15 мкР/ч в соответствующей части разреза в скв. Чириндинская-271 характерна для пород суммарной мощностью до 30 м, в разрезе скв. Сохолохская-706 — до 20 м, в разрезе скв. Нижнеимбакская-219 в составе глинисто-известняковой толщи — 5 м (интервал 2250–2360 м [15]).

Результаты

На основе фактического материала и методических подходов, представленных выше, были построены схемы толщин куонамского комплекса с различным содержанием $C_{орг}$.

На схеме распределения толщин пород куонамского комплекса с содержанием $C_{орг}$ более 5 % (рис. 2) отмечается обширное поле с толщинами обогащенных ОВ пород более 20 м в северо-восточной части Сибирской платформы — в междуречье Большой Куонамки и Молодо. По р. Оленек, в районе р. Арга-Сала, также распространены породы куонамской свиты с толщинами углеродистых пород до 25 м (см. рис. 1). По результатам анализа гамма-каротажа по скважинам Чириндинская-271 и Сохолохская-706 мощности пород куонамской свиты с содержанием $C_{орг}$ более 5 % предположительно достигают 30 и 20 м соответственно.

Область распространения обогащенных пород мощностью более 10 м протягивается от центральной части Тунгусской синеклизы на восток и включает в себя восточную часть Сибирской платформы. В северо-восточном и юго-восточном на-

правлениях происходит сокращение толщин пород, обогащенных ОВ. По результатам анализа данных гамма-каротажа по скв. Нижнеимбакская-219, поле распространения толщин пород куонамского горизонта с содержанием $C_{орг}$ более 5 %, превышающих 5 м, включает и часть Бахтинского района. В направлении рифового барьера и карбонатных платформ мощности углеродистых пород сокращаются.

На схеме распределения толщин пород куонамского горизонта с содержанием $C_{орг}$ более 10 % (рис. 3) характер распределения толщин имеет очевидные сходства с предыдущей схемой, но при некотором сокращении площади распространения высокоуглеродистых пород. Наибольшие значения характерны для районов рек Малая и Большая Куонамка, Молодо, а также центральной части Тунгусской синеклизы. По результатам анализа гамма-каротажа в районе скв. Чириндинская-271 мощности обогащенных пород куонамского горизонта предполагаются до 25 м.

Заключение

Построенные схемы толщин куонамского комплекса с различным содержанием $C_{орг}$ и соответствующие им сеточные модели, несомненно, будут уточняться по мере накопления нового фактического материала. Но и в существующем виде они могут послужить основой для решения задач реконструкции масштабов динамики процессов нефтидогенеза, формирования залежей и оценки ресурсов УВ в нефтегазовых системах Лено-Тунгусской и Лено-Вилуйской нефтегазоносных провинций.

Литература

1. Конторович А.Э. Геохимические методы количественного прогноза нефтегазоносности // Тр. СНИИГГиМС. – М. : Недра, 1976. – Вып. 229. – 250 с.
2. Бахтуров С.Ф., Евтушенко В.М., Переладов В.С. Куонамская битуминозная карбонатно-сланцевая формация. – Новосибирск: Наука, 1988. – 160 с.
3. Анциферов А.С., Бакин В.Е., Варламов И.П. и др. Геология нефти и газа Сибирской платформы / Под ред. А.Э. Конторовича, В.С. Суркова, А.А. Трофимука. – М. : Недра, 1981. – 552 с.
4. Баженова Т.К., Дахнова М.В., Жеглова Т.П., Лебедев В.С., Можегова С.В., Ларкин В.Н., Назарова Е.С., Нечитайло Г.С., Грайзер Э.М., Киселев С.М., Киселева Ю.А., Горюнова Е.А., Борисова Л.Б. Нефтематеринские формации нефти и газа докембрия и нижнего – среднего кембрия Сибирской платформы / Под ред. А.И. Варламова, А.П. Афанасенкова. – М. : Из-во ВНИГНИ, 2014. – 128 с.
5. Геохимия нефтегазоносных толщ кембрия Сибирской платформы / Под ред. А.Э. Конторовича // Тр. СНИИГГиМС. – Вып. 139. – 1972. – 111 с.
6. Конторович А.Э., Евтушенко В.М., Ивлев Н.Ф., Ларичев А.И. Закономерности накопления органического вещества на территории Сибирской платформы в докембрии и кембрии // Литология и геохимия нефтегазоносных толщ Сибирской платформы : сб. науч. тр. – М. : Наука, 1981. – с. 19–42.
7. Парфенова Т.М., Бахтуров С.Ф., Шабанов Ю.Я. Органическая геохимия нефтепроизводящих пород куонамской свиты кембрия (восток Сибирской платформы) // Геология и геофизика. – 2004. – Т. 45. – № 7. – С. 911–923.
8. Парфенова Т.М., Конторович А.Э., Борисова Л.С., Меленевский В.Н. Кероген куонамской свиты кембрия (северо-восток Сибирской платформы) // Геология и геофизика. – 2010. – Т. 51. – № 3. – С. 353–363.
9. Сухов С.С., Фомин А.М., Моисеев С.А. Палеогеография как инструмент реконструкции кембрийского рифообразования на востоке Северо-Тунгусской нефтегазоносной области: от истории исследований к перспективам [Электронный ресурс] // Нефтегазовая геология. Теория и практика. – 2018. – Т. 13. – № 3. – Режим доступа: <http://www.ipgg.sbras.ru/ru/files/publications/ibc/ngtp-2018-13-3-4.pdf?action=download> (дата обращения 20.12.2023). DOI: 10.17353/2070-5379/28_2018.
10. Стратиграфия нефтегазоносных бассейнов Сибири. Кембрий Сибирской платформы : в 2 т. Т. 1. Стратиграфия / Под ред. Ю.Я. Шабанова. – Новосибирск : ИНГГ СО РАН, 2016. – 485 с.
11. Варламов А.И., Мельников П.Н., Ефимов А.С., Кригин В.А., Мизгурский Ф.А., Пороскун В.И., Кравченко М.Н., Смирнов М.Ю., Ухлова Г.Д., Гоголенков Г.Н., Парасына В.С., Виценовский М.Ю., Комлев Д.А. Методология, результаты работ и перспективы открытия месторождений нефти и газа в Лено-Тунгусской нефтегазоносной провинции // Геология нефти и газа. – 2023. – № 4. – С. 21–67. DOI: 10.41748/0016-7894-2023-4-21-67.
12. Старосельцев В.С., Ефимов А.С., Соболев П.Н. Углеводородное сырье битуминозных пород Сибирской платформы // Геология нефти и газа. – 2013. – № 5. – С. 73–80.
13. Конторович А.Э., Бахтуров С.Ф., Башарин А.К., Беляев С.Ю., Бурштейн Л.М., Конторович А.А., Кригин В.А., Ларичев А.И., Году Л., Меленевский В.Н., Тимошина И.Д., Фрадкин Г.С., Хоменко А.В. Разновозрастные очаги нафтидообразования и нафтидоаккумуляции на Северо-Азиатском кратоне // Геология и геофизика. – 1999. – Т. 40. – № 11. – С. 1676–1693.
14. Ярославцева Е.С., Бурштейн Л.М. Моделирование истории генерации углеводородов в куонамской свите Курейской синеклизы [Электронный ресурс] // Нефтегазовая геология. Теория и практика. – 2022. – Т. 17. – № 4. – http://www.ngtp.ru/rub/2022/38_2022.html (дата обращения 20.12.2023). DOI: 10.17353/2070-5379/38_2022.
15. Соболев П.Н., Сухоручко В.И., Анциферова О.А. Аналоги доманикоидных отложений куонамской свиты на западе Сибирской платформы // Успехи органической геохимии : мат-лы Всероссийской науч. конф-ии (Новосибирск, 11–15 октября 2010 г.) – Новосибирск : ИНГГ СО РАН, 2010. – С. 315–319.
16. Масленников М.А., Сухов С.С., Соболев П.Н., Наумова Е.Г., Процко А.Н., Ракитина И.В., Константинова О.Л. Перспективы нефтегазоносности кембрийских барьерных рифовых систем Сибирской платформы в свете новых геолого-геофизических данных // Геология нефти и газа. – 2021. – № 4. – С. 29–50. DOI: 10.31087/0016-7894-2021-4-29-50.
17. Конторович А.Э., Пономарева Е.В., Бурштейн Л.М., Глинских В.Н., Ким Н.С., Костырева Е.А., Павлова М.А., Родченко А.П., Ян П.А. Распределение органического вещества в породах баженовского горизонта (Западная Сибирь) // Геология и геофизика. – 2018. – Т. 59. – № 3. – С. 357–371. DOI: 10.15372/GIG20180307.
18. Плуман И.И. Ураноносность черных аргиллитов волжского яруса Западно-Сибирской плиты как критерий геохимических условий осадконакопления // Геохимия. – 1971. – Т. 9. – С. 1138–1143.
19. Парфенова Т.М., Меленевский В.Н., Занин Ю.Н. О возможности использования гамма-каротажа для количественного определения органического углерода в баженовской свите // Геология, геофизика и разработка нефтяных и газовых месторождений. – 1999. – № 11. – С. 29–34.
20. Варламов А.И., Петерсилье В.И., Пороскун В.И., Фортунатова Н.К., Комар Н.В., Швец-Тэнэнта-Гурий А.Г. Методика оценки запасов нефти в отложениях доманикового типа // Геология нефти и газа. – 2017. – № 5. – С. 51–65.
21. Гурари Ф.Г., Гавшин В.М., Матвиенко Н.И., Переладов В.С., Бобров В.А., Смертина Л.Н., Шестель С.Т. Геохимия микроэлементов в морских планктоногенных отложениях нижнего – среднего кембрия Сибирской платформы // Ассоциация микроэлементов с органическим веществом в осадочных толщах Сибири : сб. науч. тр. – Новосибирск : ИНГГ СО РАН, 1984. – С. 41–69.
22. Соболев П.Н., Попова М.В., Прокудин С.Г. Доманикоидные отложения иинканской свиты нижнего – среднего кембрия в скважине Усть-Майская-366 (юго-восток Сибирской платформы) // Черные сланцы. Геология, геохимия, значение для нефтегазового комплекса, перспективы использования как альтернативного углеводородного сырья : мат-лы Всероссийской научн.-практ. конф-ции. – Якутск, 2015. – С. 81–84.
23. Коровников И.В., Вараксина И. В., Конторович А.Э., Парфенова Т.М. Биостратиграфия. Литология и геохимия пород нижнего и среднего кембрия в бассейне реки Куленке (первые результаты исследования ядра скважин // Геология и геофизика. – 2024. – Т. 65. – № 1. – С. 151–163. DOI: 10.15372/GIG2023153.

24. Романкевич Е.А., Ветров А.А., Пересыпкин В.И. Органическое вещество Мирового океана // Геология и геофизика. – 2009. – Т. 50. – № 4. – С. 401–411.
25. Страхов Н.М. Типы литогенеза и их эволюция в истории Земли. – М. : Госгеолтехиздат, 1963. – 530 с.
26. Моисеев С.А., Фомин А.М., Губин И.А. Особенности формирования ниже-среднекембрийских отложений в связи с оценкой перспектив нефтегазоносности на территории Северо-Тунгусской НГО // Интерэкспо Гео-Сибирь. – 2021. – Т. 2. – № 1. – С. 130–136. DOI: 10.33764/2618-981X-2021-2-1-130-136.
27. Асташкин В.А., Варламов А.И., Губина Н.К., Еханин А.Е., Переладов В.С., Роменко В.И., Сухов С.С., Умперович Н.В., Федоров А.Б., Федянин А.П., Хобня Е.И., Шишкин Б.Б. Геология и перспективы нефтегазоносности рифовых систем кембрия Сибирской платформы. – М. : Недра, 1984. – 181 с.
28. Мельников Н.В. Венд-кембрийский соленосный бассейн Сибирской платформы (стратиграфия, история развития). Изд. 2-е, доп. – Новосибирск : СНИИГГиМС, 2018. – 177 с.
29. Филиппов Ю.А., Мельников Н.В., Ефимов А.С., Вальчак В.И., Горюнов Н.А., Евграфов А.А., Смирнов Е.В., Щербаков В.А., Култышев В.Ю. Нижне-среднекембрийский рифогенный барьер на севере Сибирской платформы — объект первоочередных нефтегазопроисловых работ // Геология и минерально-сырьевые ресурсы Сибири. – 2014. – № 2. – С. 25–35.
30. Губин И.А., Конторович А.Э., Моисеев С.А., Фомин А.М., Ярославцева Е.С. Выделение очагов генерации углеводородов в куонамской свите в Северо-Тунгусской НГО с использованием сейсмических данных // Недропользование. Горное дело. Направления и технологии поиска, разведки и разработки месторождений полезных ископаемых. Экономика. Геоэкология. Интерэкспо ГЕО-Сибирь : мат-лы XIV Международного научного конгресса (Новосибирск, 23–27 апреля 2018 г.). – Новосибирск, 2018. – С. 47–55. DOI 10.18303/2618-981X-2018-2-47-55.
31. Конторович А.Э., Костырева Е.А. Нафтиды кембрия Предъенисейской субпровинции // Геология нефти и газа – 2011. – № 5. – С. 73–77.
32. Дивина Т.А., Егорова Л.И., Сплихов А.А., Старосельев В.С., Белобородова Г.В. Новые материалы по стратиграфии докембрия и кембрия северо-востока Тунгусской синеклизы // Геология и геофизика. – 1996. – № 7. – С. 23–33.

References

1. Kontorovich A.E. Quantitative prediction of oil and gas potential: geochemical methods. SNIIGGiMS proceedings. Moscow: Nedra; 1976. Issue 229. 250 p. In Russ.
2. Bakhturov S.F., Evtushenko V.M., Pereladov V.S. Kuonamskaya bituminoznaya karbonatno-slantsevaya formatsiya [Kuonama bituminous carbonate shale formation]. Novosibirsk: Nauka; 1988. 160 p. In Russ.
3. Antsiferov A.S., Bakin V.E., Varlamov I.P. et al. Geologiya nefiti i gaza Sibirskoi platformy [Oil and gas geology of the Siberian Platform]. In: A.E. Kontorovich, V.S. Surkov, A.A. Trofimuk, eds. Moscow: Nedra; 1981. 552 p. In Russ.
4. Bazhenova T.K., Dakhnova M.V., Zhiglova T.P., Lebedev V.S., Mozhegova S.V., Larkin V.N., Nazarova E.S., Nechitailo G.S., Graizer E.M., Kiselev S.M., Kiseleva Yu.A., Goryunova E.A., Borisova L.B. Neftematerinskie formatsii, nefiti i gazy dokembriya i nizhnego – srednego kembriya Sibirskoi platformy [Oil and gas source formations of the Precambrian and Lower - Middle Cambrian of the Siberian Platform]. In: A.I. Varlamov, A.P. Afanasenkov, eds. Moscow: Iz-vo VNIGNI; 2014. 128 p. In Russ.
5. Geokhimiya neftegazonosnykh tolshch kembriya Sibirskoi platformy [Geochemistry of Cambrian oil and gas bearing strata of the Siberian platform]. Tr. SNIIGGiMS. V. 139. 1972. 111 p. In Russ.
6. Kontorovich A.E., Evtushenko V.M., Ivlev N.F., Larichev A.I. Zakonomernosti nakopleniya organicheskogo veshchestva na territorii Sibirskoi platformy v dokembrii i kembrii [Patterns of organic matter accumulation on the territory of the Siberian Platform in the Precambrian and Cambrian]. Litologiya i geokhimiya neftegazonosnykh tolshch Sibirskoi platformy: sb. nauch. tr. Moscow: Nauka; 1981. pp.19–42. In Russ.
7. Parfenova T.M., Bakhturov S.F., Shabanov Yu.Ya. Organic geochemistry of oil-producing rocks of the Cambrian Kuonama formation (eastern Siberian Platform). *Geologiya i geofizika*. 2004;45(7):911–923. In Russ.
8. Parfenova T.M., Kontorovich A.E., Borisova L.S., Melenevskii V.N. Kerogen from the Cambrian deposits of the Kuonamka Formation (northeastern Siberian Platform). *Russian Geology and Geophysics*. 2010;51(3):353–363. DOI: 10.1016/j.rgg.2010.02.004.
9. Sukhov S.S., Fomin A.M., Moiseev S.A. Paleogeografiya kak instrument rekonstruktsii kembriiskogo rifoobrazovaniya na vostoке Severo-Tungusskoi neftegazonosnoi oblasti: ot istorii issledovaniy k perspektivam [Paleogeography as a tool for reconstruction of Cambrian reef formation in the east of North Tungusky oil and gas bearing area: from exploration history to potential]. *Neftegazovaya geologiya. Teoriya i praktika*. 2018;13(3). Available at: <http://www.ipgg.sbras.ru/ru/files/publications/ibc/ngtp-2018-13-3-4.pdf?action=download> (accessed: 20.12.2023). DOI: 10.17353/2070-5379/28_2018. In Russ.
10. *Stratigrafiya neftegazonosnykh basseinov Sibiri. Kembrii Sibirskoi platformy*. V. 1. Stratigrafiya [Stratigraphy of the Siberian oil and gas bearing basins. Siberian Platform: Cambrian. VOL. 1. Stratigraphy]. In: Yu.Ya. Shabanov, ed. Novosibirsk: INGG SO RAN; 2016. 485 p. In Russ.
11. Varlamov A.I., Mel'nikov P.N., Efimov A.S., Krinin V.A., Migurskii F.A., Poroskun V.I., Kravchenko M.N., Smirnov M.Yu., Ukhlova G.D., Gogonenkov G.N., Parasyna V.S., Vitsenovskii M.Yu., Komlev D.A. Methodology, working results and potential for oil and gas fields discovery in Lena-Tungusky Petroleum Province. *Geologiya nefiti i gaza*. 2023;(4):21–67. DOI: 10.41748/0016-7894-2023-4-21-67. In Russ.
12. Starosel'tsev V.S., Efimov A.S., Sobolev P.N. Hydrocarbons of bituminous rocks of the siberian platform. *Geologiya nefiti i gaza*. 2013;(5):73–80. In Russ.
13. Kontorovich A.E., Bakhturov S.F., Basharin A.K., Belyaev S.Yu., Burshtein L.M., Kontorovich A.A., Krinin V.A., Larichev A.I., Goudou L., Melenevskii V.N., Timoshina I.D., Fradkin G.S., Khomenko A.V. Heterochronous centers of naphthide formation and accumulation in the North-Asian Craton. *Geologiya i geofizika*. 1999;40(11):1676–1693. In Russ.
14. Yaroslavtseva E.S., Burshteyn L.M. Modelirovaniye istorii generatsii uglevodorodov v kuonamskoy svite Kureyskoy sineklizy [Modeling of hydrocarbon generation history in Kuonamka Formation of Kureyka syncline]. *Neftegazovaya Geologiya. Teoriya I Praktika*. 2022;17(4). Available at: http://www.ngtp.ru/rub/2022/38_2022.html (accessed on 20.12.2023). DOI: 10.17353/2070-5379/38_2022. In Russ.

15. Sobolev P.N., Sukhoruchko V.I., Antsiferova O.A. Analogi domanikoidnykh otlozhenii kuonamskoi svity na zapade Sibirskoi Platformy [Analogues of Domanikoid deposits of the Kuonam Formation in the west of the Siberian Platform]. In: Uspekhi organicheskoi geokhimii : mat-ly Vserossiiskoi nauch. konf-ii (Novosibirsk, 11–15 October 2010). Novosibirsk: INGG SO RAN; 2010. pp. 315–319. In Russ.
16. Maslennikov M.A., Sukhov S.S., Sobolev P.N., Naumova E.G., Protsko A.N., Rakitina I.V., Konstantinova O.L. Cambrian barrier reef systems of Siberian Platform: petroleum potential in light of new geological and geophysical data. *Geologiya nefi i gaza*. 2021;(4):29–50. DOI: 10.31087/0016-7894-2021-4-29-50. In Russ.
17. Kontorovich A.E., Ponomareva E.V., Burshtein L.M., Glinskikh V.N., Kim N.S., Kostyreva E.A., Pavlova M.A., Rodchenko A.P., Yan P.A. Distribution of organic matter in rocks of the Bazhenov horizon (West Siberia). *Russian Geology and Geophysics*. 2018;59(3):357–371. DOI: 10.1016/j.rgg.2018.03.007. In Russ.
18. Pluman I.I. Uranonosnost' chernykh argillitov volzhskogo yarusy Zapadno-Sibirskoi plity kak kriterii geokhimicheskikh uslovii osadkonakopleniya [Uranium content of black mudstones of the Volgian stage of the West Siberian Plate as a criterion of geochemical sedimentation conditions]. *Geokhimiya*. 1971;(9):1138–1143. In Russ.
19. Parfenova T.M., Melenevskii V.N., Zanin Yu.N. O vozmozhnosti ispol'zovaniya gamma-karotazha dlya kolichestvennogo opredeleniya organicheskogo ugleroda v bazhenovskoi svite [On the possibility of using gamma-ray logging for the quantitative determination of organic carbon in the Bazhenov formation]. *Geologiya, geofizika i razrabotka neftyanykh i gazovykh mestorozhdenii*. 1999(11):29–34. In Russ.
20. Varlamov A.I., Petersil'e V.I., Poroskun V.I., Fortunatova N.K., Komar N.V., Shvets-Teneta-Gurii A.G. Technique of oil reserves estimation in Domanik deposits. *Geologiya nefi i gaza*. 2017;(5):51–65. In Russ.
21. Gurari F.G., Gavshin V.M., Matvienko N.I., Pereladov V.S., Bobrov V.A., Smertina L.N., Shestel' S.T. Geokhimiya mikroelementov v morskikh planktonogennykh otlozheniyakh nizhnego – srednego kembriya Sibirskoi platformy [Geochemistry of trace elements in marine planktonogenic sediments of the Lower-Middle Cambrian of the Siberian Platform]. In: Assotsiatsiya mikroelementov s organicheskim veshchestvom v osadochnykh tolshchakh Sibiri : sb. nauch. tr. Novosibirsk: INGG SO RAN, 1984. pp. 41–69. In Russ.
22. Sobolev P.N., Popova M.V., Prokudin S.G. Domanikoidnye otlozheniya inikanskoi svity nizhnego—srednego kembriya v skvazhine Ust'-Mayskaya-366 (yugo-vostok Sibirskoi platformy) [Domanikoid deposits of the Inikan Formation of the Lower – Middle Cambrian in the Ust-Mayskaya-366 well (southeast of the Siberian platform)]. In: Chernye slantsy. Geologiya, geokhimiya, znachenie dlya neftegazovogo kompleksa, perspektivy ispol'zovaniya kak al'ternativnogo uglevodorodnogo syr'ya: mat-ly Vserossiiskoi nauchn.-prakt. konf-ii. Yakutsk, 2015. pp. 81–84. In Russ.
23. Korovnikov I.V., Varaksina I.V., Kontorovich A.E., Parfenova T.M. Biostratigraphy, Lithology and Geochemistry of the Lower and Middle Cambrian Rocks in the Kyulenge River Basin: First Results of Borehole Core Study. *Geologiya i geofizika*. 2024;65(1):126–136. DOI: 10.2113/RGG20234630. In Russ.
24. Romankevich E.A., Vetrov A.A., Peresypkin V.I. Organic matter of the world ocean. *Russian Geology and Geophysics*. 2009;50(4):299–307. In Russ.
25. Strakhov N.M. Tipy litogeneza i ikh evolyutsiya v istorii Zemli [Types of lithogenesis and their evolution in Earth's history]. Moscow: Gosgeoltekhizdat; 1963. 530 p. In Russ.
26. Moiseev S.A., Fomin A.M., Gubin I.A. Features of the formation of the Lower-middle cambrian deposits in connection with the assessment of oil and gas potential in the territory of the North-Tunguska OGA. *Interesko Geo-Sibir'*. 2021;2(1):130–136. DOI: 10.33764/2618-981X-2021-2-1-130-136. In Russ.
27. Astashkin V.A., Varlamov A.I., Gubina N.K., Ekhanin A.E., Pereladov V.S., Romanenko V.I., Sukhov S.S., Umperovich N.V., Fedorov A.B., Fedyanin A.P., Khobnya E.I., Shishkin B.B. Geologiya i perspektivy neftegazonosnosti rifovykh sistem kembriya Sibirskoi platformy [Geology and petroleum potential of Cambrian reef systems of the Siberian Platform]. Moscow : Nedra; 1984. 181 p. In Russ.
28. Mel'nikov N.V. Vend-kembriiskii solenosnyi bassein Sibirskoi platformy (stratigrafiya, istoriya razvitiya). Izd. 2-e, dop. [Vendian-Cambrian salt basin of the Siberian platform (stratigraphy, history of development)]. Novosibirsk: SNIIGGIMS; 2018. 177 p. In Russ.
29. Filiptsov Yu.A., Mel'nikov N.V., Efimov A.S., Val'chak V.I., Goryunov N.A., Evgrafov A.A., Smirnov E.V., Shcherbakov V.A., Kultyshev V.Yu. Nizhne-srednekembriiskii rifogennyi bar'er na severe Sibirskoi platform — ob'ekt pervoocherednykh neftegazopiskovykh rabot [Lower-Middle Cambrian reef barrier in the northern Siberian platform as a target of primary exploration for oil and gas]. *Geologiya i mineral'no-syr'evye resursy Sibiri*. 2014;(2):25–35. In Russ.
30. Gubin I.A., Kontorovich A.E., Moiseev S.A., Fomin A.M., Yaroslavtseva E.S. Vydelenie ochagov generatsii uglevodorodov v kuonamskoi svite v severo-Tungusskoi NGO s ispol'zovaniem seismicheskikh dannyykh [Identification of hydrocarbon generation sources in the Kuonam Formation in the North Tunguska oil and gas region using seismic data]. In: Nedropol'zovanie. Gornoe delo. Napravleniya i tekhnologii poiska, razvedki i razrabotki mestorozhdenii poleznykh iskopaemykh. Ekonomika. Geoekologiya. Interesko GEO-Sibir' : mat-ly XIV Mezhdunarodnogo nauchnogo kongressa (Novosibirsk, 23–27 April 2018). Novosibirsk; 2018. pp. 47–55. In Russ.
31. Kontorovich A.E., Kostyreva E.A. Cambrian naphthydes of Enisei subprovince. *Geologiya nefi i gaza*. 2011;(5):73–77. In Russ.
32. Divina T.A., Egorova L.I., Splikhov A.A., Staroseltsev V.S., Beloborodova G.V. New materials on pre-Cambrian and Cambrian stratigraphy of the north-west of the Tungusky Syncline. *Geologiya i geofizika*. 1996;37(7):23–33. In Russ.

Информация об авторах

Ярославцева Екатерина Сергеевна

Научный сотрудник

ФГБУН «Институт нефтегазовой геологии и геофизики
им. А.А. Трофимука СО РАН»,

630090 Новосибирск, пр-кт Коптюга, д. 3

e-mail: yaroslavtsevae@ipgg.sbras.ru

ORCID ID: 0000-0002-1659-1736

Парфенова Татьяна Михайловна

Кандидат геолого-минералогических наук,
ведущий научный сотрудник

ФГБУН «Институт нефтегазовой геологии и геофизики
им. А.А. Трофимука СО РАН»,

630090 Новосибирск, пр-кт Коптюга, д. 3

e-mail: parfenovاتم@ipgg.sbras.ru

Scopus: 9247707400

Конторович Алексей Эмильевич

Доктор геолого-минералогических наук,
главный научный сотрудник

ФГБУН «Институт нефтегазовой геологии и геофизики
им. А.А. Трофимука СО РАН»,

630090 Новосибирск, пр-кт Коптюга, д. 3

ORCID ID: 0000-0001-8239-811X

Бурштейн Лев Маркович

Доктор геолого-минералогических наук,
главный научный сотрудник, заведующий лабораторией

ФГБУН «Институт нефтегазовой геологии и геофизики
им. А.А. Трофимука СО РАН»,

630090 Новосибирск, пр-кт Коптюга, д. 3

e-mail: levi@ipgg.sbras.ru

Scopus: 7004524016

ORCID ID: 0000-0002-9865-52

Information about authors

Ekaterina S. Yaroslavtseva

Researcher

The Trofimuk Institute of Petroleum Geology and Geophysics,
Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences,

3, prospekt Koptyuga, Novosibirsk, 630090, Russia

e-mail: yaroslavtsevae@ipgg.sbras.ru

ORCID ID: 0000-0002-1659-1736

Tatyana M. Parfenova

Candidate of Geological and Mineralogical Sciences,
Leading researcher

The Trofimuk Institute of Petroleum Geology and Geophysics,
Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences,

3, prospekt Koptyuga, Novosibirsk, 630090, Russia

e-mail: parfenovاتم@ipgg.sbras.ru

Scopus: 9247707400

Aleksei E. Kontorovich

Doctor of Geological and Mineralogical Sciences,
Head of Department

The Trofimuk Institute of Petroleum Geology and Geophysics,
Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences,

3, prospekt Koptyuga, Novosibirsk, 630090, Russia

ORCID ID: 0000-0001-8239-811X

Lev M. Burshtein

Doctor of Geological and Mineralogical Sciences,
Chief researcher, Head of laboratory

The Trofimuk Institute of Petroleum Geology and Geophysics,
Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences,

3, prospekt Koptyuga, Novosibirsk, 630090, Russia

e-mail: levi@ipgg.sbras.ru

Scopus: 7004524016

ORCID ID: 0000-0002-9865-52