

DOI: https://doi.org/10.17353/2070-5379/38_2022

УДК 552.578.061.32:551.732(571.51)

Ярославцева Е.С., Бурштейн Л.М.

Институт нефтегазовой геологии и геофизики им. А.А. Трофимука СО РАН (ИНГГ СО РАН), Новосибирск, Россия, yaroslavtsevae@ipgg.sbras.ru, burshteinlm@ipgg.sbras.ru

МОДЕЛИРОВАНИЕ ИСТОРИИ ГЕНЕРАЦИИ УГЛЕВОДОРОДОВ В КУОНАМСКОЙ СВИТЕ КУРЕЙСКОЙ СИНЕКЛИЗЫ

Созданы одно- и трехмерные регионально-зональные модели эволюции куонамской нефтегазопроизводящей толщи Курейской синеклизы в катагенезе. Представлены результаты реконструкции истории катагенеза куонамской нефтегазопроизводящей толщи в пределах Курейской синеклизы в допермский период. Дана оценка времен вхождения куонамского комплекса в главную зону нефтеобразования. Построены карты плотностей генерации углеводородов куонамским комплексом Курейской синеклизы, предварительно оценены ресурсы углеводородов, связанные с куонамской свитой.

Ключевые слова: очаг нефтегазообразования, бассейновое моделирование, куонамская нефтегазопроизводящая толща, динамика генерации углеводородов, Курейская синеклиза, Восточная Сибирь.

Введение

Курейская синеклиза является одним из крупнейших слабоизученных осадочно-породных бассейнов внутриконтинентальной части Российской Федерации.

Курейская синеклиза - отрицательная надпорядковая структура, выраженная в венд-нижненепалеозойском структурном ярусе, охватывающая обширную площадь на северо-западе Сибирской платформы [Конторович и др., 2009]. Структура перекрывается Тунгусской синеклизой верхнепалеозойско-мезозойского структурного яруса [Старосельцев, Дивина, 2011]. Осадочный чехол представлен отложениями верхнего протерозоя, палеозоя, триаса и четвертичной системы. Основные перспективы связаны с кембрийским нефтегазовым комплексом [Геология нефти и газа..., 1981].

По результатам многолетних геолого-геофизических исследований установлено распространение куонамской нефтегазопроизводящей толщи (НГПТ) ботомско-амгинского времени, перекрытой клиноформной толщиной майского яруса и к югу фациально замещающейся зоной рифогенного осадконакопления (нижний-средний кембрий). Такое строение кембрийского комплекса позволяет предполагать формирование залежей углеводородов (УВ), связанных с куонамской НГПТ. Оценка перспектив нефтегазоносности бассейнов, в пределах которых, как и на исследуемой территории, проявлен трапповый магматизм, состоит из двух этапов: определение масштабов и динамики генерации УВ НГПТ на дотрапповый период и оценка влияния магматизма на сформированные скопления

[Конторович и др., 1987; Конторович, Хоменко, 2001]. В настоящей статье представлено решение первой группы задач.

Проблеме строения и нефтегазоносности Курейской синеклизы и прилегающих территорий посвящено большое количество исследований ([Баженова и др., 1972а, б; Баженова, 2008; Килина и др., 1968; Конторович, Трофимук, 1976; Конторович и др., 1999; Органическая геохимия..., 1981; Савицкий и др., 1972; Старосельцев, 2008; Старосельцев, Дивина, 2011; Сулимов и др., 1967] и т.д.). Вопросы масштабов и динамики генерации УВ НГПТ в пределах изучаемой территории рассматривались в работах ([Баженова, 2019; Губин и др., 2018; Конторович и др., 1999; Нефтематеринские формации..., 2014] и т.д.).

Основной НГПТ кембрия Сибирской платформы является куонамская свита и ее аналоги (синская, иниканская, шумнинская и др.), объединенные в куонамский комплекс [Бахтуров, Евтушенко, Переладов, 1988]. Куонамский комплекс сформировался в ботомско-амгинское время в эпиконтинентальном морском бассейне, к югу отгороженном от солеродной лагуны полосой рифоподобных построек ([Венд-кембрийский соленосный..., 2009; Геология нефти и газа..., 1981; Мельников и др., 1989; Моисеев, Фомин, Губин, 2021; Савицкий и др., 1972; Сухов, Варламов, 2004; Сухов, Фомин, Моисеев, 2018; Филипцов и др., 2014] и др.).

Органическое вещество (ОВ) конамского комплекса характеризуется высокими генерационным потенциалом (до 660 мг УВ/г $C_{орг}$), в породах отмечено высокое содержание органического углерода (в горючих сланцах и глинисто-кремнистых породах в среднем до 15%) [Бахтуров, Евтушенко, Переладов, 1988; Геология нефти и газа, 1981; Парфенова и др., 2004, 2010]. Наиболее детальные исследования куонамской НГПТ проведены по материалам из обнажений и скважин восточной части Сибирской платформы. В пределах Курейской синеклизы куонамский комплекс представлен куонамской и шумнинской свитами и вскрыт скважинами Чириндинская-271 (инт. 4364-4466 м с интрузией мощностью 35 м в теле куонамской свиты), Нижнеимбаская-219 (инт. 2312-2362 м с интрузией в вышележащих отложениях), Сохолохская-706 (инт. 2023-2247 м с интрузией около 100 м в теле куонамской свиты), Гремякинская-13 (инт. 286,3-291,7 м), а также изучен в обнажениях по рр. Брус и Сухариха [Баженова и др., 1972а; Дивина и др., 1996; Соболев, Сухоручко, Анциферова, 2010].

Методы и материалы исследования

Теоретические основы историко-генетического (бассейнового) моделирования заложены в трудах известных ученых ([Вассоевич, 1967; Конторович, 1970; Конторович, Трофимук, 1976; Неручев, Рогозина, Капченко, 1973; Tissot, Welte, 1984] и др.). Математический аппарат бассейнового моделирования детально описан в опубликованных работах [Моделирование осадочных..., 2007; Hantschel, Kauerauf, 2009]. Последовательность моделирования предполагает построение ряда взаимосвязанных моделей. Базовой является

структурно-литологическая модель, на основе которой с использованием данных о температурном режиме недр проводится восстановление истории погружения и прогрева осадочного чехла, на основании геохимических характеристик НГПТ осуществляется реконструкция масштабов и динамики генерации УВ.

Структурно-литологическая модель осадочного чехла исследуемой территории сформирована на основании материалов ИНГГ СО РАН - комплекта структурных карт по основным отражающим горизонтам (поверхность фундамента, поверхность рифея, кровля ванаварской свиты нижнего венда, кровля оскобинской свиты верхнего венда, кровля тэтэрской свиты, кровля куонамской свиты, кровля среднего кембрия, кровля эвенкийской свиты, кровля байкитской свиты, подошва силура, подошва триаса) и литолого-стратиграфических разбивок по скважинам Кирамкинская-1, Кочечумская-2, Хошонская-256, Среднетаймуринская-272, Ледянская-2, Ледянская-3, Чириндинская-271, Нижнеимбакская-219.

Температурная модель

Реконструкция температурного режима осадочного чехла в период, предшествующий интенсивному трапповому магматизму, связана со значительными трудностями. Основными проблемами являются низкая в целом изученность территории исследований, древний возраст осадочного чехла и отсутствие естественных палеотермометров, сохранивших информацию о максимальных температурах осадочных пород на дотрапповый период.

В стандартных реализациях методики бассейнового моделирования реконструкция температурной истории отложений базируется на решении задачи теплопроводности в слоистой водонасыщенной среде переменной толщины [Гидрогеотермические критерии..., 1992; Моделирование осадочных..., 2007]. В качестве граничных и конечных условий задаются история температур дневной поверхности, распределение современных температур и тепловых потоков в осадочном чехле. Варьируемыми компонентами модели являются температуры или тепловые потоки на какой-либо глубинной границе - основании осадочного чехла или нижней границе литосферы.

Как уже отмечалось, экспериментальные данные о палеотермометрах, характеризующих температуры осадочного чехла в районе исследований в дотрапповый период, получить невозможно. Все органические и минеральные показатели палеотемператур «запомнили» только наиболее высокие температуры, то есть температуры эпохи траппового магматизма.

Следует заметить, что тепловой поток в осадочном чехле имеет две сопоставимые составляющие – тепловой поток, формируемый остывающим ядром и нижней мантией, и

тепловой поток, возникающий в литосфере за счет распада радиоактивных элементов [Добрецов, 2010; Моделирование осадочных..., 2007]. Существенный вклад в формирование теплового потока вносит радиогенное тепло, выделяемое в породах чехла. Важно иметь в виду, что все перечисленные источники тепла снижают свою интенсивность со временем. Возрастание глубинных тепловых потоков на ограниченных по площади пространствах возможно по современным представлениям в случае развития интенсивных конвективных течений в верхней части ядра и нижней мантии (плюмы) или при уменьшении толщины литосферы (рифтогенез) [Добрецов, 2010; Моделирование осадочных..., 2007]. В частности, весьма вероятно возрастание глубинного теплового потока на исследуемой территории в конце дотраппового периода на границе перми и триаса за счет развития Сибирского суперплюма [Добрецов и др., 2010; Основы тектоники..., 2011], предшествовавшего эпохе интенсивного траппового магматизма.

В настоящей работе при моделировании становления теплового поля в осадочном чехле района исследований в дотрапповый период в качестве калибровочного параметра использовалось значение глубинного теплового потока через нижнюю границу литосферы. При выборе значения этого параметра учитывалось следующее:

1. хотя в целом современные тепловые потоки в осадочном чехле Сибирской платформы достаточно низки ($\sim 35-40$ мВт/м²), для осадочного чехла Тунгусской синеклизы характерны повышенные значения этого параметра среды (~ 60 мВт/м²) [Дучков, Соколова, 2005; Дучков и др., 2011];

2. значения глубинного теплового палеопотока для территории исследования, скорее всего, превосходили его современные значения.

Принимая во внимание выше сказанное, а также тот факт, что вклад радиогенного тепла литосферы увеличивает тепловой поток в осадочном чехле по отношению к глубинному на $15-20$ мВт/м², при моделировании значение глубинного теплового потока через нижнюю границу литосферы принималось постоянным и равным 40 мВт/м². Для учета влияния развития сибирского суперплюма [Добрецов, 2010, 2008, 2020; Основы тектоники..., 2011; Полянский и др., 2018; Прокопьев и др., 2020] в одномерных моделях предполагалось, что в конце перми на отрезке 15 млн. лет глубинный тепловой поток плавно возрастал до 70 мВт/м².

Моделирование генерации углеводородов

Важнейшими параметрами НГПТ, используемых при моделировании, являются кинетические характеристики керогена, толщины НГПТ, исходное содержание в ней ОВ, его исходный генерационный потенциал. В пределах исследуемой территории по результатам геохимических исследований ОВ куонамской свиты преобразовано до градации АК (по шкале

А.Э. Конторовича [Конторович, 1976]), в связи с чем современные значения $S_{орг}$ и генерационного потенциала могут быть далеки от исходных [Дивина, 1996; Шиганова, 2010]. Поэтому реконструкция средних начальных содержаний $S_{орг}$ основывалась на построении схем распределения толщин куонамского горизонта, обогащенных органическим углеродом в заданном диапазоне: 1) карта толщин куонамского комплекса с $S_{орг}$ более 5%; 2) карта толщин куонамского комплекса с $S_{орг}$ более 10% на начало мезокатагенеза (по шкале А.Э. Конторовича) [Ярославцева и др., 2022] и расчетной степени преобразованности содержащегося в них ОВ. Вычисление степени преобразованности выполнялся с учетом расчетной термической истории и результатов определения кинетических характеристик керогена куонамской свиты, выполненных в ИНГГ СО РАН [Бурштейн и др., 2022]. Среднее исходное значение водородного индекса задано на основе опубликованных данных (500 мг УВ/г $S_{орг}$) ([Бахтуров, Евтушенко, Переладов, 1988; Парфенова и др., 2004, 2010] и др.).

Необходимо отметить, что ОВ куонамского комплекса по генетическому типу является аквагенным. В силу этого и кембрийского возраста НГПТ, в ней полностью отсутствует витринит. В представленных ниже моделях и схемах значение отражательной способности витринита используется для индексации степени зрелости ОВ и является расчетным.

Результаты исследования

Результаты одномерного моделирования представлены на примере скважин Нижнеимбакская-219 и Чириндинская-271.

1-D моделирование

По результатам моделирования истории погружения и катагенеза пород в разрезе скв. Нижнеимбакская-219 отложения куонамской НГПТ в дотрапповое время не достигли главной зоны нефтеобразования (рис. 1А). Учитывая, что современная степень катагенетической преобразованности пород толщи соответствует градации АК по шкале А.Э. Конторовича [Конторович, 1976; Соболев, Сухоручко, Анциферова, 2010], можно предполагать, что генерационный потенциал куонамской свиты на данной территории полностью реализован в постпермское время.

По результатам моделирования истории погружения и катагенеза пород в разрезе скв. Чириндинская-271 отложения куонамской НГПТ достигли уровня зрелости $МК_1^2$ - $МК_2$ (по шкале А.Э. Конторовича) порядка 390 млн. лет назад, вошли в главную зону нефтеобразования (рис. 1Б). Генерация УВ куонамским комплексом в разрезе скв. Чириндинская-271 началась в конце кембрия. В девоне и карбоне интенсивность генерации УВ достигла максимума (до 100 тыс. т нефти/км² и до 10 млрд. м³ газа/км²) и начала снижаться.

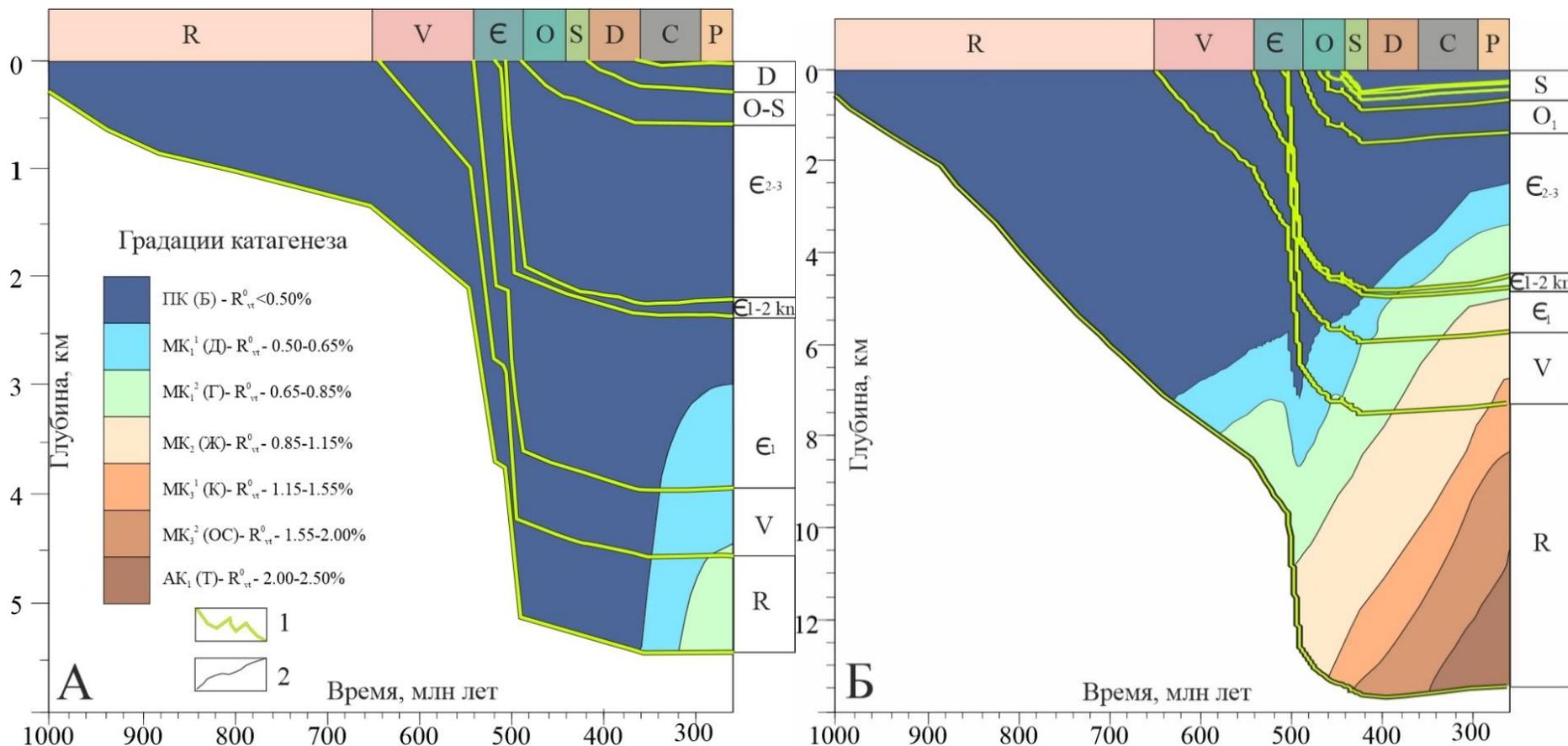


Рис. 1. История погружения и катагенеза пород

А - в разрезе скв. Нижнеимбакская-219, Б - в разрезе скв. Чириндинская-271 на дотрапповый период; 1 - кривые погружения, 2 - изореспленды.

Общее повышение плотности глубинного теплового потока в пермо-триасовое время и неисчерпанный генерационный потенциал куонамской свиты могли привести к новой интенсификации образования УВ, как показано пунктирными линиями на рис. 2. При данном построении не учитывался вторичный крекинг жидких продуктов катагенеза, в связи с чем масштабы генерации газа в постпермское время могли быть значительно выше. Кроме того, внедрение трапповых интрузий в тело куонамской свиты в разрезах рассмотренных скважин, несомненно, могли оказать влияние на динамику и масштабы генерации УВ. Анализ этого вопроса относится к следующему этапу исследований.

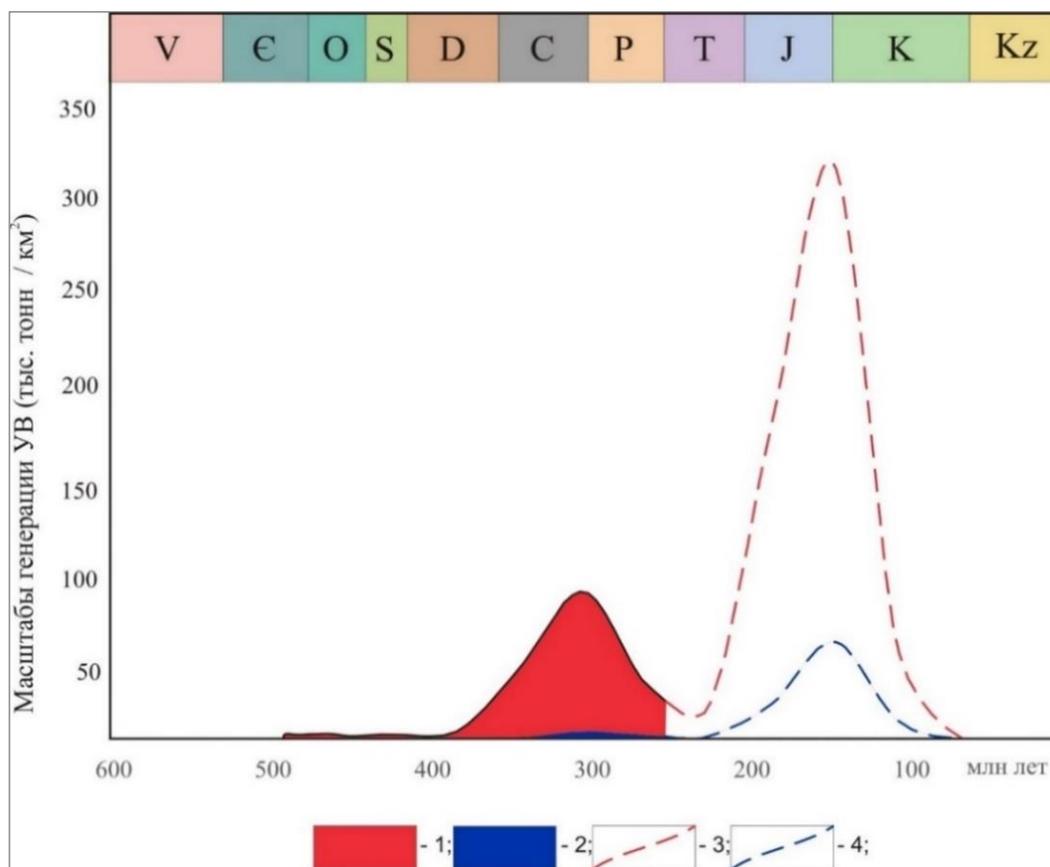


Рис. 2. Динамика генерации углеводородов куонамским комплексом в разрезе скв. Чириндинская-271

1, 2 - масштабы генерации нефти (1) и газа (2) на дотрапповый период; 3, 4 - масштабы генерации нефти (3) и газа (4) на постпермское время.

3-D моделирование

Согласно результатам моделирования куонамская толща в осадочном чехле Курейской синеклизы начала генерировать нефтиды на рубеже ордовика-силура (рис. 3А). Тогда произошло зарождение Туринского очага нефтегазообразования. Интенсивность генерации УВ в этом очаге достигла максимума в девоне (рис. 3Б), а к началу карбона в центральной части очага куонамская толща начала постепенно выходить из главных зон нефте- и

газообразования (рис. 3В). В периферийных частях очага генерация УВ продолжалась до конца позднего карбона, после чего УВ-потенциал куонамской толщи на этой территории полностью реализован (рис. 3Г).

Начиная с раннего девона в северо-западной части Курейской синеклизы обособился еще один очаг нефтегазообразования – Ламско-Хантайский. Куонамская свита в этом очаге постепенно входила в главную зону нефтеобразования и к концу карбона достигла максимума генерации (см. рис. 3Г).

В соответствии с результатами моделирования общая масса УВ, сгенерированных до начала перми куонамской толщей в пределах исследуемой территории, составила 570 млрд. т условных УВ (УУВ). Если принять отношения между массой УВ в залежах и массой УВ генерированных в пределах нефтегазосборных площадей в пределах 1-10% [Конторович, 1976], на конец дотраппового периода ресурсы УВ, связанных с куонамской НГПТ, на изучаемой территории могли составлять порядка 6-60 млрд. т УУВ. Формирование определенной части ресурсов УВ могло быть и, несомненно, связано с НГПТ другого возраста - рифейского, силурского (граптолитовые сланцы) и др.

Выводы

По результатам выполненного моделирования на территории Курейской синеклизы куонамская НГПТ в период с конца ордовика по начало перми сформировала два очага нефтегазообразования - Туринский и Ламско-Хантайский. В центральной части Туринского очага генерационный потенциал куонамской толщи к началу перми полностью реализован. В периферийных же частях Туринского очага к завершению дотраппового периода ОВ куонамской толщи находилось в главной зоне нефтеобразования, как показано на примере скв. Чириндинская-271, что позволяет предположить несколько большее влияние пермско-триасового магматизма на последующую реализацию генерационного потенциала куонамской НГПТ.

В Ламско-Хантайском очаге к началу перми ОВ куонамской НГПТ достигла максимума интенсивности генерации, что так же повышает вероятность влияния траппового магматизма на реализацию УВ-потенциала куонамской НГПТ на этой территории. Суммарная масса сгенерированных двумя очагами УВ составляет 570 млрд. т. УУВ, масса аккумулярованных УВ на конец предтраппового периода предположительно составляет 6-60 млрд. т. УУВ.

Исследование выполнено при финансовой поддержке проекта № FWZZ-2022-0012 Государственной программы ФНИ и при технической поддержке Российского представительства компании VeicipFranlab.

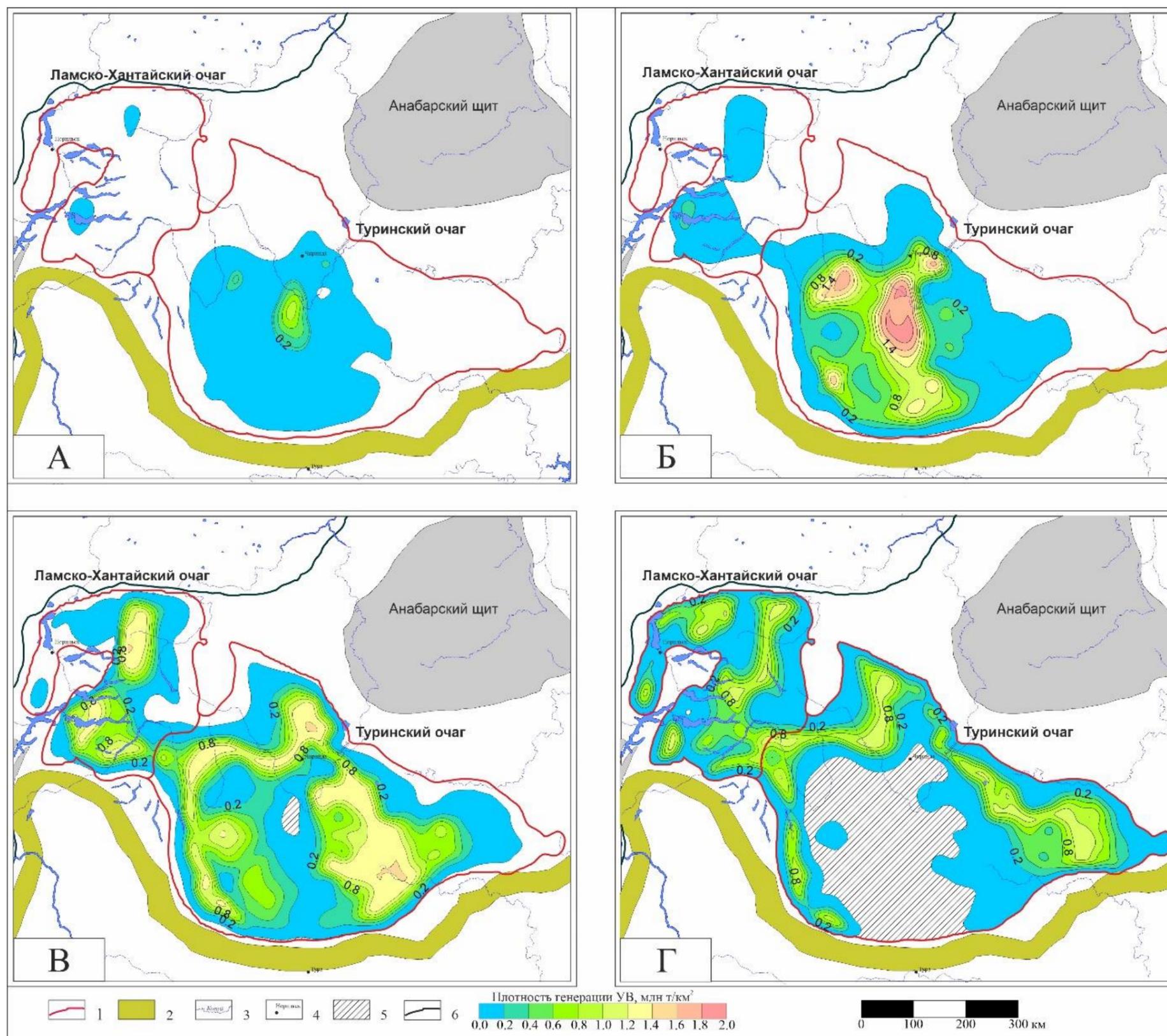


Рис. 3. Схема распределения плотности генерации углеводородов в куонамском комплексе

Периоды: А - 450-425 млн. лет назад (поздний ордовик-силур), Б - 425-400 млн. лет назад (конец силура-ранний девон), В - 375-350 млн. лет назад (конец позднего девона-ранний карбон), Г - 325-299 млн. лет назад (ранний-верхний карбон).

1 - границы очагов нефтегазообразования, 2 - нижне-среднекембрийский рифовый комплекс, 3 - гидросеть, 4 - города, 5 - область выхода куонамской толщи из главной зоны нефтеобразования и глубинной зоны газообразования, 6 - границы Сибирской платформы.

Литература

Баженова Т.К. Генетические аспекты раздельного прогноза нефтегазоносности бассейнов древних платформ // Теория и практика нефтегеологического прогноза. - СПб.: ВНИГРИ, 2008. С.123-150.

Баженова Т.К. Нижнесреднекембрийский очаг нефтегазообразования на севере Тунгусской синеклизы (Красноярский край) // Нефтегазовая геология. Теория и практика. - 2019. - Т. 14. - № 4. - http://www.ngtp.ru/rub/2019/42_2019.html
DOI: https://doi.org/10.17353/2070-5379/42_2019

Баженова Т.К., Дробот Д.И., Евтушенко В.М., Кащенко С.А., Конторович А.Э., Макаров К.К., Неручев С.Г. Катагенные изменения расеянного органического вещества и нефтеобразование в кембрийских осадочных толщах // Геохимия нефтегазоносных толщ кембрия Сибирской платформы. Тр. СНИИГГиМСа: вып. 139, 1972б. - С. 4-18.

Баженова Т.К., Дробот Д.И., Кащенко С.А., Конторович А.Э., Макаров К.К., Прескова Р.Н. Нафтиды и перспективы нефтегазоносности кембрия Сибирской платформы // Геохимия нефтегазоносных толщ кембрия Сибирской платформы. - 1972а. - С. 4-18. (Труды СНИИГГиМСа, вып. 139).

Бахтуров С.Ф., Евтушенко В.М., Переладов В.С. Куонамская битуминозная карбонатно-сланцевая формация. - Новосибирск: Наука, 1988. - 160 с.

Буриштейн Л.М., Дешин А.А., Парфенова Т.М., Долженко К.В., Козырев А.Н., Ярославцева Е.С. Первые данные о кинетических характеристиках керогенов куонамского комплекса нижнего и среднего кембрия // Успехи органической геохимии: мат. Всерос. науч. конф. (г. Новосибирск, 5-6 апреля 2022 г.). - Новосибирск: ИНГГ СО РАН, 2022. - С. 27-30.

Вассоевич Н.Б. Теория осадочно-миграционного происхождения нефти (исторический обзор и современное состояние) // Известия АН СССР. Сер. геол. - 1967. - № 11. - С. 137-142.

Венд-кембрийский соленосный бассейн Сибирской платформы (Стратиграфия, история развития) / Н.В. Мельников. - Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2009. - 148 с.

Геология нефти и газа Сибирской платформы / А.С. Анциферов, В.Е. Бакин, И.П. Варламов, В.И. Вожов, В. Н. Воробьев, А.В. Гольберт, В.В. Гребенюк, М.П. Гришин, Т.И. Гурова, Д.И. Дробот, А.Э. Конторович, В.Л. Кузнецов, В.М. Лебедев, И.Г. Левченко, М.М. Мандельбаум, Н. В. Мельников, К.И. Микуленко, Г.Д. Назимков, В.Д. Накаряков, И.Д. Полякова, Б.Л. Рыбьяков, В.Е. Савицкий, В.В. Самсонов, О.Ф. Стасова, В.С. Старосельцев, В.С. Сурков, А.А. Трофимук, Э.Э. Фотиади, А.В. Хоменко. - М.: Недра, 1981. - 552 с.

Гидрогеотермические критерии нефтегазоносности / Ред. А.Р. Курчиков. - М.: Изд-во «Недра», 1992. - 231 с.

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 // Интерэкспо ГЕО-Сибирь. Недропользование. Горное дело. Направления и технологии поиска, разведки и разработки месторождений полезных ископаемых. Экономика. Геоэкология: сб. материалов Международной научной конференции в 6 т. (г. Новосибирск, 23-27 апреля 2018 г.). - 2018. - Т. 2. - С. 47-55.

Дивина Т.А., Егорова Л.И., Салихов А.А., Старосельцев В.С., Белобородова Г.В. Новые материалы по стратиграфии докембрия и кембрия северо-востока Тунгусской синеклизы // Геология и геофизика. - 1996. - Т. 37. - №7. - С. 23-33.

Добрецов Н.Л. Взаимодействие тектоники плит и тектоники плюмов: вероятные модели

и типичные примеры // Геология и геофизика. - 2020. - Т. 61. - № S5-6. - С. 617-647.

Добрецов Н.Л. Геологические следствия термохимической модели плюмов // Геология и геофизика. - 2008. - Т. 49. - № 7. - С. 587-604.

Добрецов Н.Л. Глобальная геодинамическая эволюция Земли и глобальные геологические модели // Геология и геофизика. - 2010. - Т. 51. - № 6. - С. 761-784.

Дучков А.Д., Добрецов Н.Н., Аюнов Д.Е., Соколова Л.С. Мерзлотно-геотермический атлас Сибири и Дальнего Востока // Динамика физических полей Земли. - М.: Светоч Плюс, 2011. - С. 207-221.

Дучков А.Д., Соколова Л.С. Тепловой поток // Современная геодинамика областей внутриконтинентального коллизионного горообразования (Центральная Азия); под ред. Н.В. Лаверова. - М.: Научный мир, 2005. - С. 66-79.

Килина Л.И., Конторович А.Э., Малюшко Л.Д., Савицкий В.Е., Шишкин Б.Б. Основные черты геохимии и литологии Алданского яруса северо-западной части Сибирской платформы // Материалы по литологии и геохимии нефтегазоносных бассейнов Сибири. - Новосибирск, 1968. - С. 116-131 (Труды СНИИГГиМС, вып. 78).

Конторович А.Э. Геохимические методы количественного прогноза нефтегазоносности. Труды СНИИГГиМСа. Вып. 229. - М.: Недра, 1976. - 250 с.

Конторович А.Э., Мельников Н.В., Старосельцев В.С., Хоменко А.В. Влияние интрузивных траппов на нефтегазоносность палеозойских отложений Сибирской платформы // Геология и геофизика. - 1987. - С. 14-20.

Конторович А.Э. Теоретические основы объемно-генетического метода оценки потенциальных ресурсов нефти и газа // Материалы по геохимии нефтегазоносных бассейнов Сибири. - Новосибирск: СНИИГГиМС, 1970. - С. 4-52. (Труды СНИИГГиМС, вып. 95).

Конторович А.Э., Бахтуров С.Ф., Башарин А.К., Беляев С.Ю., Бурштейн Л.М., Конторович А.А., Кринин В.А., Ларичев А.И., Году Ли, Меленевский В.Н., Тимошина И.Д., Фрадкин Г.С., Хоменко А.В. Разновозрастные очаги нефтидообразования и нефтидонакопления на Северо-Азиатском кратоне // Геология и геофизика. - 1999. - Т.40. - №11. - С. 1676-1693.

Конторович А.Э., Беляев С.Ю., Конторович А.А., Старосельцев В.С., Мандельбаум М.М., Мигурский А.В., Моисеев С.А., Сафронов А.Ф., Ситников В.С., Филипцов Ю.А., Хоменко А.В., Еремин Ю.Г., Быкова О.В. Тектоническая карта венд-нижнепалеозойского структурного яруса Лено-Тунгусской провинции Сибирской платформы // Геология и геофизика. - 2009. - Т. 50. - № 8. - С. 851-862.

Конторович А.Э., Трофимук А.А. Литогенез и нефтегазообразование Горючие ископаемые. Проблемы геологии и геохимии нефтидов и битуминозных пород. - М.: Наука, 1976. - С. 19-36.

Конторович А.Э., Хоменко А.В. Теоретические основы прогноза нефтегазоносности осадочных бассейнов с интенсивным проявлением траппового магматизма // Геология и геофизика. - 2001. - Т. 42. - № 11-12. - С. 1764-1773.

Мельников Н.В., Асташкин В.А., Килина Л.И., Шишкин Б.Б. Палеогеография Сибирской платформы в раннем кембрии // Палеогеография фанерозоя Сибири. - Новосибирск: Изд-во СНИИГГиМС, 1989. - С. 10-17.

Моделирование осадочных бассейнов и оценка их нефтегазоносности / Ю.И. Галушкин. - М.: Научный мир, 2007. - 455 с.

Моисеев С.А., Фомин А.М., Губин И.А. Особенности формирования Нижне-

среднекембрийских отложений в связи с оценкой перспектив нефтегазоносности на территории Северо-Тунгусской НГО // Интерэкспо Гео-Сибирь. - 2021. - Т. 2. - № 1. - С. 130-136. DOI: <https://doi.org/10.33764/2618-981X-2021-2-1-130-136>

Неручев С.Г., Рогозина Е.А., Капченко Л.Н. Главная фаза газообразования - один из этапов катагенетической эволюции сапролевого рассеянного органического вещества // Геология и геофизика. - 1973 (10). - С. 14-16.

Нефтематеринские формации, нефти и газы докембрия и нижнего среднего кембрия Сибирской платформы / Т.К. Баженова, М.В. Дахнова, Т.П. Жеглова. - М.: ВНИГНИ, 2014. - 128 с.

Органическая геохимия палеозоя и допалеозоя Сибирской платформы и прогноз нефтегазоносности / Т.К. Баженова, С.Н. Белецкая, Л.С. Беляева, Д.А. Биккенина, Н.Н. Гурко, А.В. Ивановская, Ю.И. Ипатов, У.О. Кичуева, К.К. Макаров, С.Г. Неручев, Г.М. Парпарова, Е.А. Рогозина, В.А. Рудавская, И.Л. Соловьева, Е.М. Файзулина, А.И. Шапиро, В.К. Шиманский, Ю.М. Шуменкова, О.А. Арефьев, Н.Д. Гуляева, И.Б. Кулибакина, В.Т. Работнов, В.С. Прохоров, И.П. Шадский. - Л.: Недра, 1981. - 211 с.

Основы тектоники и геодинамики / Н.Л. Добрецов. - Новосибирск: Изд-во НГУ, 2011. - 492 с.

Парфенова Т.М., Конторович А.Э., Борисова Л.С., Меленевский В.Н. Кероген куонамской свиты // Геология и геофизика. - 2010. - Т.51. - №3. - С. 353-363.

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.

Полянский О.П., Прокопьев А.В., Королева О.В., Томишин М.Д., Ревердатто В.В., Бабичев А.В., Свердлова В.Г., Васильев Д.А. Природа теплового источника базитового магматизма при формировании Вилуйского рифта на основе данных о возрасте дайковых поясов и численного моделирования // Геология и геофизика. - 2018. - Т. 59. - № 10. - С. 1519-1541.

Прокопьев А.В., Полянский О.П., Королева О.В., Васильев Д.А., Томишин М.Д., Ревердатто В.В., Новикова С.А. Среднепалеозойский и среднетриасовый импульсы траппового магматизма на востоке Сибирской платформы: результаты первых $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ -датировок долеритовых силлов // Доклады РАН. Науки о Земле. - 2020. - Т.490. - №1. - С.7-11.

Савицкий В.Е., Евтушенко В.М., Егорова Л.И., Конторович А.Э., Шабанов Ю.Я. Кембрий Сибирской платформы (Юдомо-Оленекский тип разреза. Куонамский комплекс отложений) // Тр. СНИИГГиМСа: вып. 130. - М.: Недра, 1972. - 200 с.

Соболев П.Н., Сухоручко В.И., Анциферова О.А. Аналогии доманикоидных отложений куонамской свиты на западе Сибирской платформы // Успехи органической геохимии: материалы Всерос. науч. конференции (г. Новосибирск, 11-15 октября 2010 г.). - Новосибирск: ИНГГ СО РАН, 2010. - С. 315-319.

Старосельцев В.С. Критерии прогноза нефтегазоперспективных комплексов платформ // Теория и практика нефтегеологического прогноза. - СПб.: ВНИГРИ, 2008. - С.110-122.

Старосельцев В.С., Дивина Т.А. Нефтегазоносность ордовикско-девонских отложений севера Курейской синеклизы // Геология и геофизика. - 2011. - № 8. - Т. 52. - С. 1165-1171.

Сулимов И.Н., Баженова Т.К., Мельников Н.В., Старосельцев В.С. Перспективы нефтегазоносности западной части Сибирской платформы // Материалы по геологии и нефтегазоносности Восточной Сибири. - 1967. - С. 3-18 (Тр. СНИИГГиМСа: вып. 63).

Сухов С.С., Варламов А.И. Кембрийские рифовые образования Якутии (к истории исследований и перспективам их нефтегазоносности) // Актуальные вопросы геологии нефти и газа Сибирской платформы. - Якутск: ЯФ Изд-ва СО РАН, 2004. - С. 63-78.

Сухов С.С., Фомин А.М., Мусеев С.А. Характеристика рифовых комплексов в центральной части Сибирской платформы // Интерэкспо ГЕО-Сибирь. Недропользование. Горное дело. Направления и технологии поиска, разведки и разработки месторождений полезных ископаемых. Экономика. Геоэкология: сб. материалов Междунар. науч. конф. в 6 т. (г. Новосибирск, 23-27 апреля 2018 г.). - Новосибирск: СГУГиТ, 2018. - Т. 1. - С. 47-54.

Филищов Ю.А., Мельников Н.В., Ефимов А.С., Вальчак В.И., Горюнов Н.А., Евграфов А.А., Смирнов Е.В., Щербаков В.А., Култышев В.Ю. Нижне-среднекембрийский рифогенный барьер на севере Сибирской платформы - объект первоочередных нефтегазопроисловых работ // Геология и минерально-сырьевые ресурсы Сибири. - 2014. - №2 (18). - С. 25-35.

Шиганова О.В., Дыхан С.В., Соболев П.Н., Сурнин А.И. Геохимическая и гидрогеологическая характеристика венд-нижнекембрийских отложений Ленно-Тунгусской НПП в параметрических скважинах 2008-2010 гг. // Нефтегеологический прогноз и перспективы развития нефтегазового комплекса России. - СПб: ВНИГРИ, 2010. - С. 199-204.

Ярославецва Е.С., Бурштейн Л.М., Конторович А.Э., Парфенова Т.М. Закономерности распределения содержания органического вещества в породах куонамской свиты и ее аналогов (кембрий Сибирской платформы) // Успехи органической геохимии: материалы Всероссийской научной конференции (г. Новосибирск, 5-6 апреля 2022 г.). - Новосибирск: ИНГГ СО РАН, 2022. - С. 310-313.

Hantschel T., Kauerauf A.I. Fundamentals of Basin and Petroleum Systems Modeling. Dordrecht, Heidelberg, London, New York: Springer Science & Business Media, 2009. - 476 p.

Tissot B.P., Welte D.H. Petroleum Formation and Occurrence. - Berlin-Heidelberg - New York: Springer-Verlag, 1984. - 538 p.

Yaroslavtseva E.S., Burshteyn L.M.

Institute of Petroleum Geology and Geophysics named after A.A. Trofimuk SB RAS, Novosibirsk, Russia, yaroslavtsevae@ipgg.sbras.ru, burshteinlm@ipgg.sbras.ru

MODELING OF HYDROCARBON GENERATION HISTORY IN KUONAMKA FORMATION OF KUREYKA SYNECLISE

The relevance of the research is caused by the need of new oil and gas production objects with the stagnancy of traditional petroleum regions on the background. Similarity of the main oil and gas system of Cambrian section of Kureyka syncline (Kuonamka source rock and Mayian time clinoforms) to that of the Western Siberia Jurassic one (Bazhenov Formation and the Neocomian clinoforms) significantly increases the interest to the area and the prospects of its oil and gas potential.

The aim is to obtain numerical hydrocarbon generation model of Kureyka syncline sedimentary cover for maturation period.

The methods: the research was realized on the base of Temisflow software. The calculation experiment methodic assumes to build 3D structural-lithological model of sedimentary cover of the area and then on its basis to reconstruct temperature history of the basin of study as well as to obtain kerogen transformation model using geochemistry of source rock of the area. Then hydrocarbon generation dynamics may be acquired.

Results: the regional-zonal schemes of hydrocarbon generation dynamics in Kuonamka source rock of the area are found. Hydrocarbon generation hotbeds are recognised, the amount of hydrocarbons generated by the source rock is assessed.

Keywords: hydrocarbon generation hotbed, hydrocarbon generation model, Kuonamka source rock, hydrocarbon generation dynamic, Kureyka syncline, Eastern Siberia.

References

Bakhturov S.F., Evtushenko V.M., Pereladov V.S. *Kuonamskaya bituminoznaya karbonatno-slantsevaya formatsiya* [Kuonam bituminous carbonate-shale Formation]. Novosibirsk: Nauka, 1988, 160 p.

Bazhenova T.K. *Geneticheskie aspekty razdel'nogo prognoza neftegazonosnosti basseynov drevnikh platform* [Genetic aspects of separate forecast of oil and gas potential of ancient platforms' basins]. *Teoriya i praktika neftegeologicheskogo prognoza*. St. Petersburg: VNIGRI, 2008, p. 123-150.

Bazhenova T.K. *Nizhnesrednekembriyskiy ochag neftegazooobrazovaniya na severe Tungusskoy sineklizy (Krasnoyarskiy kray)* [Main time petroleum genesis - Lower-Middle Cambrian interval in the northern part of the Tunguska syncline (Krasnoyarsk Territory)]. *Neftgazovaya Geologiya. Teoriya I Praktika*, 2019, vol. 14, no. 4, available at: http://www.ngtp.ru/rub/2019/42_2019.html DOI: https://doi.org/10.17353/2070-5379/42_2019

Bazhenova T.K., Drobot D.I., Evtushenko V.M., Kashchenko S.A., Kontorovich A.E., Makarov K.K., Neruchev S.G. *Katagennnye izmeneniya raseyannogo organicheskogo veshchstva i nefteobrazovanie v kembriyskikh osadochnykh tolshchakh* [Catagenese alterations of dispersed organic matter and oil formation in the Cambrian sedimentary sequences]. *Geokhimiya neftegazonosnykh tolshch kembriya Sibirskoy platformy*. *Trudy SNIIGGiMSa*: issue 139, 1972b, pp. 4-18.

Bazhenova T.K., Drobot D.I., Kashchenko S.A., Kontorovich A.E., Makarov K.K., Preskova R.N. *Naftidy i perspektivy neftegazonosnosti kembriya Sibirskoy platformy* [Naphthides and prospects for petroleum potential of the Siberian Platform Cambrian]. *Geokhimiya neftegazonosnykh tolshch kembriya Sibirskoy platformy*. *Trudy SNIIGGiMSa*: issue 139, 1972a, pp. 4-18.

Burshteyn L.M., Deshin A.A., Parfenova T.M., Dolzhenko K.V., Kozyrev A.N., Yaroslavtseva E.S. *Pervye dannye o kineticheskikh kharakteristikakh kerogenov kuonamskogo kompleksa nizhnego i srednego kembriya* [The first data on the kinetic characteristics of kerogens of

the Kuonam Formation of the Lower and Middle Cambrian)]. Uspekhi organicheskoy geokhimii: materialy Vserossiyskoy nauchnoy konferentsii (Novosibirsk, 5-6 Apr 2022). Novosibirsk: INGG SO RAN, 2022, pp. 27-30.

Divina T.A., Egorova L.I., Salikhov A.A., Starosel'tsev V.S., Beloborodova G.V. *Novye materialy po stratigrafii dokembriya i kembriya severo-vostoka Tungusskoy sineklizy* [New data on the stratigraphy of the Precambrian and Cambrian northeastern of the Tunguska Syncline]. *Geologiya i geofizika*, 1996, no. 7, p. 23-33.

Dobretsov N.L. *Geologicheskie sledstviya termokhimicheskoy modeli plyumov* [Geological implications of the thermochemical plume model]. *Geologiya i geofizika*, 2008, vol. 49, no. 7, pp. 587-604.

Dobretsov N.L. *Global'naya geodinamicheskaya evolyutsiya Zemli i global'nye geologicheskie modeli* [Global geodynamic evolution of the Earth and global geological models]. *Geologiya i geofizika*, 2010, vol. 51, no. 6, pp. 761-784.

Dobretsov N.L. *Vzaimodeystvie tektoniki plit i tektoniki plyumov: veroyatnye modeli i tipichnye primery* [Interaction of plate tectonics and plume tectonics: possible models and typical examples]. *Geologiya i geofizika*, 2020, vol. 61, no. S5-6, pp. 617-647.

Duchkov A.D., Dobretsov N.N., Ayunov D.E., Sokolova L.S. *Merzlotno-geotermicheskiy atlas Sibiri i Dal'nego Vostoka* [Permafrost-geothermal atlas of Siberia and the Far East]. *Dinamika fizicheskikh poley Zemli*. Moscow: Svetoch Plyus, 2011, pp. 207-221.

Duchkov A.D., Sokolova L.S. *Teplovoy potok* [Heat flow]. *Sovremennaya geodinamika oblastey vnutrikontinental'nogo kollizionnogo gorobrazovaniya (Tsentral'naya Aziya)*; editor N.V. Laverova. Moscow: Nauchnyy mir, 2005, pp. 66-79.

Filiptsov Yu.A., Mel'nikov N.V., Efimov A.S., Vil'chak V.I., Goryunov N.A., Evgrafov A.A., Smirnov E.V., Shcherbakov V.A., Kultyshev V.Yu. *Nizhne-srednekembriyskiy rifogennyi bar'er na severe Sibirskoy platformy - ob'ekt pervoocherednykh neftegazopoyiskovykh rabot* [The Lower-Middle Cambrian rifogenic barrier in the north of the Siberian Platform is an object of priority oil and gas exploration]. *Geologiya i mineral'nye resursy Sibiri*, 2014, no. 2, pp. 25-35.

Geologiya nefti i gaza Sibirskoy platformy [Geology of oil and gas of the Siberian platform]. A.S. Antsiferov, V.E. Bakin, I.P. Varlamov, V.I. Vozhov, V. N. Vorob'ev, A.V. Gol'bert, V.V. Grebenyuk, M.P. Grishin, T.I. Gurova, D.I. Drobot, A.E. Kontorovich, V.L. Kuznetsov, V.M. Lebedev, I.G. Levchenko, M.M. Mandel'baum, N. V. Mel'nikov, K.I. Mikulenko, G.D. Nazimkov, V.D. Nakaryakov, I.D. Polyakova, B.L. Ryb'yakov, V.E. Savitskiy, V.V. Samsonov, O.F. Stasova, V.S. Starosel'tsev, V.S. Surkov, A.A. Trofimuk, E.E. Fotiadi, A.V. Khomenko; editors A.E. Kontorovich, V.S. Surkov, A.A. Trofimuk. Moscow: Nedra, 1981, 552 p.

Gidrogeotermicheskie kriterii neftegazonosnosti [Hydrogeothermal criteria of oil and gas potential]. A.R. Kurchikov, Moscow: Nedra, 1992, 231 p.

Gubin I.A., Kontorovich A.E., Moiseev S.A., Fomin A.M., Yaroslavtseva E.S. *Vydelenie ochagov generatsii uglevodorodov v kuonamskoy svite v Severo-Tungusskoy NGO s ispol'zovaniem seismicheskikh dannyykh* [Identification of sources of hydrocarbon generation in the Kuonam Formation in the Severo-Tunguska petroleum bearing area using seismic data]. *Interespo GEO-Sibir': Nedropol'zovanie. Gornoe delo. Napravleniya i tekhnologii poiska, razvedki i razrabotki mestorozhdeniy poleznykh iskopaemykh. Ekonomika. Geoekologiya: sbornik materialov Mezhdunarodnoy nauchnoy konferentsii (Novosibirsk, 23-27 Apr 2018)*, 2018, vol. 2, pp. 47-55.

Hantschel T., Kauerauf A.I. *Fundamentals of Basin and Petroleum Systems Modeling*. Dordrecht, Heidelberg, London, New York: Springer Science & Business Media, 2009, 476 p.

Kilina L.I., Kontorovich A.E., Malyushko L.D., Savitskiy V.E., Shishkin B.B. *Osnovnye cherty geokhimii i litologii Aldanskogo yarusa severo-zapadnoy chasti Sibirskoy platformy* [The main features of the geochemistry and lithology of the Aldan stage of the northwestern part of the Siberian platform]. *Materialy po litologii i geokhimii neftegazonosnykh basseynov Sibiri*. Novosibirsk, 1968, pp. 116-131 (Trudy SNIIGiMS; Vyp. 78).

Kontorovich A.E. *Geokhimicheskie metody kolichestvennogo prognoza neftegazonosnosti* [Geochemical methods of quantitative forecasting of the petroleum potential]. Moscow: Nedra, 1976,

Trudy SNIIGGiMSa, vol. 229, 250 p.

Kontorovich A.E. *Teoreticheskie osnovy ob'emno-geneticheskogo metoda otsenki potentsial'nykh resursov nefi i gaza* [Theoretical foundations of the volume-genetic method for estimating potential oil and gas resources]. Materialy po geokhimiï neftegazonosnykh basseynov Sibiri. Novosibirsk, 1970, pp. 4-51. (Trudy SNIIGGiMS; issue 95).

Kontorovich A.E., Bakhturov S.F., Basharin A.K., Belyaev S.Yu., Burshteyn L.M., Kontorovich A.A., Krinin V.A., Larichev A.I., Li Godu, Melenevskiy V.N., Timoshina I.D., Fradkin G.S., Khomenko A.V. *Raznovostrastnye ochagi naftidoobrazovaniya i naftidonakopleniya na Severo-Aziatskom kratone* [Centers of different ages of naphthide formation and naphthide accumulation in the North Asian craton]. *Geologiya i geofizika*, 1999, vol. 40, no. 11, pp. 1676-1693.

Kontorovich A.E., Belyaev S.Yu., Kontorovich A.A., Starosel'tsev V.S., Mandel'baum M.M., Migurskiy A.V., Moiseev S.A., Safronov A.F., Sitnikov V.S., Filiptsov Yu.A., Khomenko A.V., Eremin Yu.G., Bykova O.V. *Tektonicheskaya karta vend-nizhnepaleozoyskogo strukturnogo yarusa Leno-Tungusskoy provintsii Sibirskoy platformy* [Tectonic map of the Vendian-Lower Paleozoic structural stage of the Lena-Tunguska Province of the Siberian Platform]. *Geologiya i geofizika*, 2009, vol. 50, no 8, pp. 851-862.

Kontorovich A.E., Khomenko A.V. *Teoreticheskie osnovy prognoza neftegazonosnosti osadochnykh basseynov s intensivnym proyavleniem trappovogo magmatizma* [Theoretical foundations for predicting the oil and gas content of sedimentary basins with intense manifestation of trap magmatism]. *Geologiya i geofizika*, 2001, vol. 42, no. 11-12, pp.1764-1773.

Kontorovich A.E., Mel'nikov N.V., Starosel'tsev V.S., Khomenko A.V. *Vliyanie intruzivnykh trappov na neftegazonosnost' paleozoyskikh otlozheniy Sibirskoy platformy* [Influence of intrusive traps on Paleozoic petroleum bearing of the Siberian platform]. *Geologiya i geofizika*, 1987, no. 5, pp. 14-20.

Kontorovich A.E., Trofimuk A.A. *Litogenez i neftegaobrazovanie* [Lithogenesis and oil and gas formation]. *Goryuchie iskopaemye. Problemy geologii i geokhimiï naftidov i bituminoznykh porod*. Editor N.B. Vassoevich. Moscow: Nauka, 1976, pp. 19-36.

Mel'nikov N.V., Astashkin V.A., Kilina L.I., Shishkin B.B. *Paleogeografiya Sibirskoy platformy v rannem kembrii* [Paleogeography of the Early Cambrian Siberian platform]. *Paleogeografiya fanerozoia Sibiri*. Novosibirsk, Izd-vo SNIIGGiMS, 1989, pp. 10-17.

Modelirovanie osadochnykh basseynov i otsenka ikh neftegazonosnosti [Modeling sedimentary basins and assessing their petroleum potential]. Yu.I. Galushkin. Moscow: Nauchnyy mir, 2007, 455 p.

Moiseev S.A., Fomin A.M., Gubin I.A. *Osobennosti formirovaniya Nizhne-srednekembriyskikh otlozheniy v svyazi s otsenkoy perspektiv neftegazonosnosti na territorii Severo-Tungusskoy NGO* [Features of the formation of the Lower-Middle Cambrian strata in connection with the assessment of the prospects for petroleum potential in the territory of the North-Tunguska petroleum bearing area]. *Interesko Geo-Sibir'*, 2021, vol. 2, no. 1, pp. 130-136. DOI: <https://doi.org/10.33764/2618-981X-2021-2-1-130-136>

Neftematerinskie formatsii, nefi i gazy dokembriya i nizhnego srednego kembriya Sibirskoy platformy [Source oil formations, oil and gas of the Precambrian and Lower Middle Cambrian of the Siberian Platform]. T.K. Bazhenova, M.V. Dakhnova, T.P. Zheglva, Moscow: VNIGNI, 2014, 128 p.

Neruchev S.G., Rogozina E.A., Kapchenko L.N. *Glavnaya faza gazoobrazovaniya - odin iz etapov katageneticheskoy evolyutsii sapropelevogo rasseyannogo organicheskogo veshchestva* [Main phase of petroleum generation as a stage of catagenetic evolution of dispersed sapropelic vegetable organic matter]. *Geologiya i geofizika*, 1973, no. 10, pp. 14-17.

Organicheskaya geokhimiya paleozoia i dopaleozoia Sibirskoy platformy i prognoz neftegazonosnosti [Organic geochemistry of Paleozoic and Pre-Paleozoic Siberian platform and forecast of oil and gas potential]. T.K. Bazhenova, S.N. Beletskaya, L.S. Belyaeva, D.A. Bikkenina, N.N. Gurko, A.V. Ivanovskaya, Yu.I. Ipatov, U.O. Kichueva, K.K. Makarov, S.G. Neruchev, G.M. Parparova, E.A. Rogozina, V.A. Rudavskaya, I.L. Solov'eva, E.M. Fayzzulina, A.I. Shapiro,

V.K. Shimanskiy, Yu.M. Shumenkova, O.A. Aref'ev, N.D. Gulyaeva, I.B. Kulibakina, V.T. Rabotnov, V.S. Prokhorov, I.P. Shadskiy. Leningrad: Nedra, 1981, 211 p.

Osnovy tektoniki i geodinamiki [Fundamentals of tectonics and geodynamics]. N.L. Dobretsov, Novosibirsk: Izd-vo NGU, 2011, 492 p.

Parfenova T.M., Bakhturov S.F., Shabanov Yu.Ya. *Organicheskaya geokhimiya nefteproduydyashchikh porod kuonamskoy svity kembriya (vostok Sibirskoy platformy)* [Organic geochemistry of oil-producing rocks of Cambrian Kuonamka Formation (eastern Siberian Platform)]. *Geologiya i geofizika*, 2004, vol. 945, no. 7, pp. 911-923.

Parfenova T.M., Kontorovich A.E., Borisova L.S., Melenevskiy V.N. *Kerogen kuonamskoy svity kembriya (severo-vostok Sibirskoy platformy)* [Kerogen of Cambrian Kuonamka Formation (north-east of the Siberian platform)]. *Geologiya i geofizika*, 2010, no. 3, pp. 357-367.

Polyanskiy O.P., Prokop'ev A.V., Koroleva O.V., Tomshin M.D., Reverdatto V.V., Babichev A.V., Sverdlova V.G., Vasil'ev D.A. *Priroda teplovogo istochnika bazitovogo magmatizma pri formirovanii Vilyuyskogo rifta na osnove dannykh o vozraste daykovykh poyasov i chislennogo modelirovaniya* [The nature of the heat source of the basic magmatism during the formation of the Vilyuy rift based on age data of dike belts and numerical modeling]. *Geologiya i geofizika*, 2018, vol. 59, no. 10, pp. 1519-1541.

Prokop'ev A.V., Polyanskiy O.P., Koroleva O.V., Vasil'ev D.A., Tomshin M.D., Reverdatto V.V., Novikova S.A. *Srednepaleozoyskiy i srednetriasovyy impul'sy trappovogo magmatizma na vostokey Sibirskoy platformy: rezul'taty pervykh 40Ar/39Ar-datirovok doleritovykh sillov* [Middle Paleozoic and Middle Triassic pulses of trap magmatism in the east of the Siberian Platform: results of the first 40Ar/39Ar dating of dolerite sills]. *Doklady RAN. Nauki o Zemle*, 2020, vol.490, no. 1, pp.7-11.

Savitskiy V.E., Evtushenko V.M., Egorova L.I., Kontorovich A.E., Shabanov Yu.Ya. *Kembriy Sibirskoy platformy (Yudomo-Olenekskiy tip razreza. Kuonamskiy kompleks otlozheniy)* [Cambrian of the Siberian Platform (Yudoma-Olenek section type. Kuonam Formation)]. *Trudy SNIIGGiMSa: Moscow: Nedra*, 1972, 200 p.

Shiganova O.V., Dykhan S.V., Sobolev P.N., Surnin A.I. *Geokhimicheskaya i gidrogeologicheskaya kharakteristika vend-nizhnkembriyskikh otlozheniy Lenno-Tungusskoy NGP v parametricheskikh skvazhinakh 2008-2010 gg.* [Geochemical and hydrogeological characteristics of the Vendian-Lower Cambrian section of the Lena-Tunguska oil and gas field in parametric wells 2008-2010 period]. *Neftegeologicheskii prognoz i perspektivy razvitiya neftegazovogo kompleksa Rossii. St. Petersburg: VNIGRI*, 2010, pp. 199-204.

Sobolev P.N., Sukhoruchko V.I., Antsiferova O.A. *Analogi domanikoidnykh otlozheniy kuonamskoy svity na zapade Sibirskoy platformy* [Analogues of domanicoid Kuonam Formation in the west of the Siberian Platform]. *Uspekhi organicheskoy geokhimii: materialy Vseros. nauch. konferentsii (Novosibirsk, 11-15 Oct 2010). Novosibirsk: INGG SO RAN*, 2010, pp. 315-319.

Starosel'tsev V.S. *Kriterii prognoza neftegazoperspektivnykh kompleksov platform* [Criteria for forecasting petroleum promising platform structures]. *Teoriya i praktika neftegeologicheskogo prognoza. St. Petersburg: VNIGRI*, 2008, pp. 110-122.

Starosel'tsev V.S., Divina T.A. *Neftegazonosnost' ordoviksko-devonskikh otlozheniy severa Kureyskoy sineklizy* [Petroleum potential of Ordovician-Devonian strata in the north of the Kurey Syncline]. *Geologiya i geofizika*, 2011, no. 8, vol. 52, pp. 1165-1171.

Sukhov S.S., Fomin A.M., Moiseev S.A. *Kharakteristika rifovykh kompleksov v tsentral'noy chasti Sibirskoy platformy* [Characteristics of reef complexes in the central part of the Siberian Platform]. *Interksplo GEO-Sibir'. Nedropol'zovanie. Gornoe delo. Napravleniya i tekhnologii poiska, razvedki i razrabotki mestorozhdeniy poleznykh iskopaemykh. Ekonomika. Geoekologiya: sb. materialov Mezhdunar. nauch. konf. v 6 t. (Novosibirsk, 23-27 Apr 2018). Novosibirsk: SGUGiT*, 2018, vol. 1, pp. 47-54.

Sukhov S.S., Varlamov A.I. *Kembriyskie rifovye obrazovaniya Yakutii (k istorii issledovaniy i perspektivam ikh neftegazonosnosti)* [Cambrian reef formations of Yakutia (the history of research and the prospects of their petroleum potential)]. *Aktual'nye voprosy geologii nefti i gaza Sibirskoy*

platform, Yakutsk: YaF Izd-va SO RAN, 2004, pp. 63-78.

Sulimov I.N., Bazhenova T.K., Mel'nikov N.V. Starosel'tsev V.S. *Perspektivy neftegazonosnosti zapadnoy chasti Sibirskoy platformy* [Prospects for the petroleum potential of the western part of the Siberian platform]. *Materialy po geologii i neftegazonosnosti Vostochnoy Sibiri*, 1967, pp. 3-18 (Trudy SNIIGGiMSa: issue 63).

Tissot B.P., Welte D.H. *Petroleum Formation and Occurrence*. - Berlin-Heidelberg - New York: Springer-Verlag, 1984, 538 p.

Vassoevich N.B. *Teoriya osadochno-migratsionnogo proiskhozhdeniya nefti* [Theory of sedimentary-migration origin of oil]. *Izvestiya AN SSSR. Seriya Geologiya*, 1967, no. 11, pp. 135-156.

Vend-kembriyskiy solenosnyy basseyn Sibirskoy platformy (Stratigrafiya, istoriya razvitiya) [Vendian-Cambrian saline basin of the Siberian platform (Stratigraphy, history of development)]. N.V. Mel'nikov, Novosibirsk: Izd-vo SO RAN, 2009, 148 p.

Yaroslavtseva E.S., Burshteyn L.M., Kontorovich A.E., Parfenova T.M. *Zakonomernosti raspredeleniya sodержaniya organicheskogo veshchestva v porodakh kuonamskoy svity i ee analogov (kembriy Sibirskoy platformy)* [Distribution patterns of organic matter content in the rocks of the Kuonam Formation and its analogues (Cambrian of the Siberian Platform)]. *Uspekhi organicheskoy geokhimii: materialy Vserossiyskoy nauchnoy konferentsii* (Novosibirsk, 5-6 Apr 2022). Novosibirsk: INGG SO RAN, 2022, pp. 310-313.

© Ярославцева Е.С., Бурштейн Л.М., 2022

