

И. В. Коровников^{1,2} *

Распространение кембрийских отложений, обогащенных органическим веществом на северном склоне Алданской антеклизы

¹ Институт нефтегазовой геологии и геофизики СО РАН им. А. А. Трофимука,
г. Новосибирск, Российская Федерация

² Новосибирский государственный университет, г. Новосибирск, Российская Федерация
* e-mail: KorovnikovIV@ipgg.sbras.ru

Аннотация. Показано стратиграфическое положение кембрийских пород с повышенным содержанием органического вещества (ОВ) на территории северного склона Алданской антеклизы. Выделено четыре участка распространения этих пород. Каждый из них характеризуется определенными набором свит, включая подстилающие и перекрывающие толщи. Также на каждом участке породы с повышенным содержанием ОВ имеют особенности включая стратиграфический интервал распространения, мощности. Иниканская свита, которая установлена в скважинах Хоточу-7, Красный ручей-5, и возможно в скважинах Баппагайская-1, Уордахская-1, имеет повышенную мощность по сравнению с разрезами свиты в бассейне рек Мая, Юдома. Вероятно, это связано с тем, что породы накапливались в непосредственной близости с полосой органогенных построек (Сахайская органогенная полоса) в пределах подножия склона к более глубоким участкам палеобассейна.

Ключевые слова: кембрий, Алданская антеклиза, синская, иниканская свиты

I. V. Korovnikov^{1,2} *

Distribution of Cambrian sediments enriched with organic matter on the northern slope of the Aldan antecline

¹ Trofimuk Institute of Petroleum Geology and Geophysics of SB RAS,
Novosibirsk, Russian Federation

² Novosibirsk State University, Novosibirsk, Russian Federation
* e-mail: KorovnikovIV@ipgg.sbras.ru

Abstract. The stratigraphic distribution of Cambrian rocks with an increased content of organic matter on the territory of the northern slope of the Aldan antecline is shown. Four areas of distribution of these rocks have been identified. Each of them is characterized by a certain set of formations, including underlying and overlapping strata. Also, at each site, rocks with a high content of organic matter have certain features, including the stratigraphic distribution interval, thickness. The Inikan formation, which is installed in the wells Khotochu-7, Krasny Ruchey-5, and possibly in the wells Bappagayskaya-1, Wardakhskaya-1, has an increased thickness compared to the sections of the formation in the basin of the rivers May, Yudoma. This is probably due to the fact that rocks accumulated in close proximity to the strip of organogenic buildings (the Sakhai organogenic strip) within the foot of the slope to the deeper parts of the paleobasin.

Keywords: Cambrian, Aldan antecline, Sinaya and Inican Formations

Введение

Кембрийские породы, обогащенные органическим веществом (ОВ), широко распространены в пределах северного склона Алданской антиклизы (рис. 1). Этот факт позволяет рассматривать их как потенциально нефтепроизводящие толщи. На отдельных участках данной территории эти породы занимают различный стратиграфический интервал и различные мощности разреза.

На дневную поверхность они выходят в среднем течении р. Лена, в нижнем течении р. Синяя, среднем течении р. Ботома и представлены синской и куторгиновой свитами. В разрезе на р. Синяя в синской свите $S_{орг}$ достигает в отдельных прослоях до 6 – 7 % [1]. Кроме в верховьях р. Синяя эти толщи вскрыты несколькими скважинами (Синская-1, Северо-Синская-2160, Кумахская-1) [2].

Ниже по течению р. Лены около города Покровска скважинами Красный ручей-5 и Хоточу-7 была вскрыта толща, которая определяется как иниканская свита [3, 4, 5]. Данная толща имеет стратиграфический интервал распространения от низов ботомского яруса нижнего кембрия до низов майского яруса верхнего кембрия. По результатам исследований разрезов скв. Красный ручей-5 и Хоточу-7 было установлено, что в отдельных прослоях $S_{орг}$ составляет 5-8 % [3, 4]. На основании естественных выходов, а также по материалам бурения скважин, по сейсмогеологическим данным предполагается широкое распространение синской, куторгиновой и вскрытой скважинами Красный ручей-5 и Хоточу-7 иниканской свиты в районе среднего течения р. Лены и в бассейне р. Синеи [2].

В бассейне рек Юдома, Мая, Иникан выделяется иниканская свита. Отдельные прослои аргиллитов содержат в среднем 15 % $S_{орг}$ [6]. Свита имеет стратиграфический интервал распространения от низов ботомского яруса нижнего кембрия до низов майского яруса верхнего кембрия.

Стратиграфическое и латеральное распространение отложений, обогащенных органическим веществом

Мощность синской свиты в разрезе на реке Синяя составляет 32,7 м [7]. Она существенно уменьшается в скв. №4 (р. Лена, пос. Ботомай) и составляет 12 м [8]. Мощность свиты возрастает в южном направлении. На правом берегу р. Лены, напротив пос. Синск, она достигает 50 м, а еще южнее, на реке Ботома мощность свиты составляет 90 м [7] (рис. 2). Стратиграфическое распространение синской свиты на основании находок трилобитов определяется интервалом зоны *Bergeroniellus gurarii* и низами зоны *Bergeroniellus asiaticus* ботомского яруса нижнего кембрия.

Мощность нижней части вышележащей куторгиновой свиты в разрезе на р. Синяя – 51 м, в скважине № 4 – 47,5 м (рис. 2). В береговых обнажениях реки Лены имеются разрезы более высоких частей куторгиновой свиты. Её полная мощность в среднем течении реки Лены оценивается в пределах 150-250 м [9]. Перекрывается куторгиновая свита карбонатными породами (кетеманская, титаринская свиты). Стратиграфическое распространение свиты – верхняя часть зоны *Bergeroniellus asiaticus* и до нижней границы тойонского яруса.

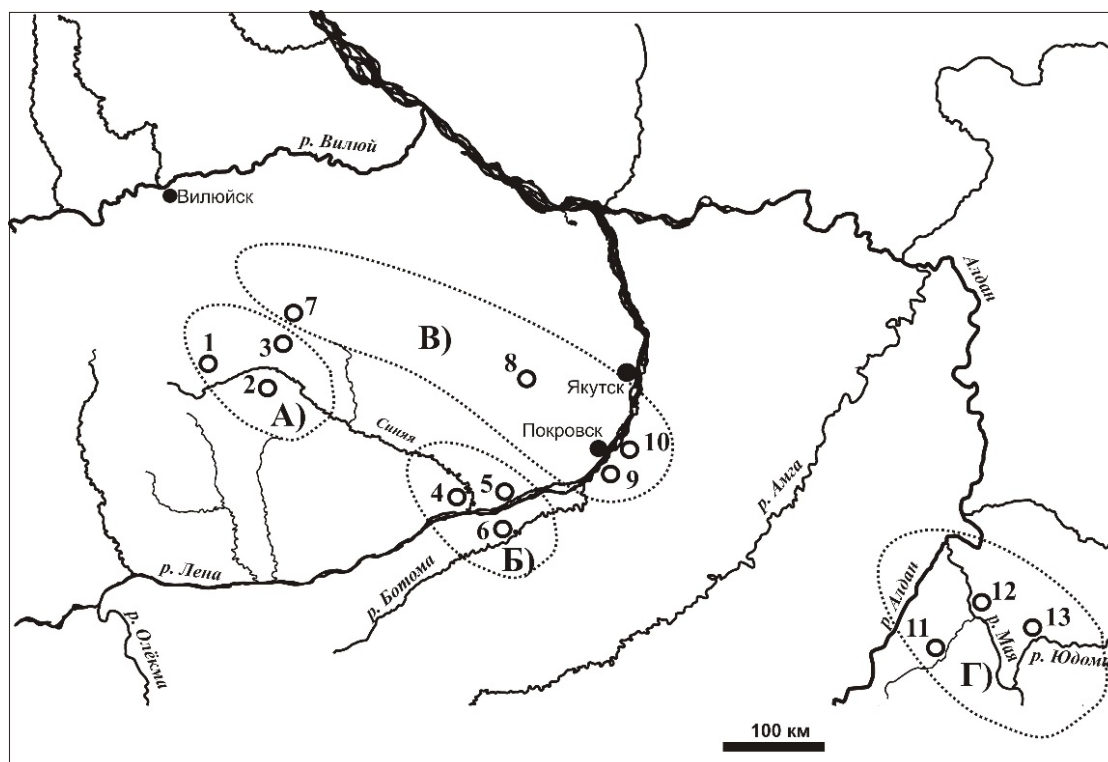


Рис. 1. Схема расположения разрезов и скважин кембрийских отложений с повышенным содержанием органического вещества. Условные обозначения: 1 – Кумахские скважины; 2 – скв. Синская-1; 3 – скв. Северо-Синская 2160; 4 – разрез на р. Синяя; 5 – скв. №4; 6 – разрез на р. Ботома; 7 – скв. Баппагайская-1; 8 – скв. Уордахская-1; 9 – скв. Красный ручей-5; 10 – скв. Хоточу-7; 11 – разрез на р. Иникан; 12 – разрез на р. Мая; 13 – разрез на р. Юдома. Пунктирными линиями показаны территории распространения: А) – синско-куторгиновой толщи; Б) синской и куторгиновой свит; В) иниканской свиты (мощностью 50-120 м); Г) иниканской свиты (мощностью 25 м).

В скважине Синская-1 нерасчлененная синско-куторгиновая толща имеет мощность 390 м (рис. 2), что больше суммарной мощности синской и куторгиновой свит в среднем течении реки Лены. Перекрывается эта толща водорослево-зернистыми известняками [9]. Аналогичный разрез наблюдается в скв. Северо-Синская 2160. Синско-куторгиновая толща имеет в этой скважине несколько меньшую мощность (около 140 м). Стратиграфический интервал распространения синско-куторгиновой толщи в скважинах соответствует ботомскому ярусу [9]. Однако, находок трилобитов в самых низах толщи не отмечено. Вероятно, что подошва толщи проведена условно по подошве ботомского яруса.

Возможно нижняя граница толщи является по возрасту аналогичной синской свите из разрезов на р. Синей и р. Лене, а именно совпадающей с подошвой второй зоны ботомского яруса *Bergeroniellus gurarii*. Однако, данных для этого утверждения на этот момент нет, поэтому остается рассматривать вариант нижней границы толщи указанный в опубликованной литературе [9].

В Кумахских скважинах изначально была установленная кумахская толща [10], которая сложена темно-серыми и черными известняками, прослоями глинистых и битуминозных известняков мощностью 372 м. В ней были найдены трилобиты синско-куторгинового горизонта ботомского яруса. По всей видимости эта толща также представляет собой нерасчлененные синскую и кумторгиновую свиты, как и в вышеуказанных скважинах (рис. 2).

Ниже по течению р. Лены от естественных выходов синской и кумторгиновой свит, вскрытая скважинами иниканская свита, обогащенная ОВ, имеет мощность в скважине Красный ручей-5 126 м и в скважине Хоточу-7 102 м (рис. 2).

Иниканская свита подстилается глинистыми пестроцветными известняками (пестроцветная свита) и перекрывается серыми, зеленовато-серыми глинистыми известняками и мергелями. На нескольких уровнях были найдены остатки трилобитов, которые показали, что данная толща по стратиграфическому положению соответствует иниканской или куонамской свитам, распространенным на востоке Сибирской платформы. Вышележащие породы похожи по литологическому составу на чайскую свиту, которая перекрывает иниканскую свиту на юго-востоке Сибирской платформы.

Так, в скв. Красный ручей-5 на глубине 342,5 м найдены остатки трилобитов *Bergeroniellus* cf. *expansus*, характерные для ботомского яруса нижнего кембрия. В этой же скважине, в отложениях, перекрывающих породы с повышенным содержанием органического вещества, встречены трилобиты *Eodiscus punctatus*, *Ptychagnostus atavus*, *Ptychagnostus contortus*, *Solenopleura* sp., *Liostracus* cf. *latigenuinus*, которые также указывают на принадлежность этого интервала к низам майского яруса.

В скв. Хоточу-7 трилобиты найдены на глубине 368 м. Это *Pagetides spinosus*, которые характерны для нижней части амгинского яруса среднего кембрия (зоны *Ovatoryctocara* и *Kounamkites*). Выше по разрезу на глубине 312 м встречены остатки трилобитов *Triplagnostus gibbus*. Этот вид распространен в одноименной зоне амгинского яруса и выше, в зоне *Tomagnostus fissus*–*Acadoparadoxides sacheri* майского яруса среднего кембрия. На глубине 289 м, в зеленовато-серых глинистых известняках, которые перекрывают иниканскую свиту, найдены трилобиты *Ptychagnostus atavus*, *Tomagnostus fissus*, характерные для зон *Tomagnostus fissus*–*Acadoparadoxides sacheri* и *Anopolenus henrici* майского яруса среднего кембрия.

Находки трилобитов указывают на то, что породы, обогащенные ОВ в обеих скважинах, имеют стратиграфический интервал распространения от ботомского яруса нижнего кембрия (зона *Bergeroniellus expansus*) до низов майского яруса среднего кембрия (зона *Tomagnostus fissus* – *Acadoparadoxides sacheri*). Это соответствует распространению иниканской или куонамской свит.

Таким образом, разрез кембрийских отложений с повышенным содержанием ОВ, вскрытый скважинами Хоточу-7 и Красный ручей-5, имеет аналогичное стратиграфическое распространение с разрезами иниканской свиты в бассейнах рек Юдома, Мая, Иникан на юго-востоке Сибирской платформы. Однако, эту толщу отличает большая мощность (более 100 м). Вероятно, что эта же толща

вскрыта скважиной Баппагайская-1. Там ее мощность 126 метров и она ранее была определена как куонамская свита [11]. Аналогичные отложения вскрыты скважиной Уордахская – 1, но меньшей мощности – 56 м [11].

Типичный разрез иниканской свиты вскрывается бассейнах рек Юдома, Иникан и Мая [12, 13]. В этом районе иниканская свита подстилается пестроцветной свитой и перекрывается чайской свитой. Здесь мощность иниканской свиты около 25 м. Разрезы хорошо охарактеризованы остатками фауны. На реке Юдома нижняя граница свиты сопоставляется с нижней границей ботомского яруса нижнего кембрия, поскольку в самых низах свиты найдены трилобиты характерные для слоев с *Calodiscus*. Это самое нижнее биостратиграфическое подразделение ботомского яруса для Юдомо-Оленекского фациального региона.

Заключение

На территории северного склона Алданской антеклизы можно выделить четыре участка, на которых присутствуют кембрийские отложения, обогащенные ОВ (рис. 1).

Первая – это территория верхнего течения р. Синяя, где пробурены скважины Синская-1, Северо-Синская-2640 и Кумахские скважины (рис. 1, А). В этом районе синско-куторгиновая толща подстилается пестроцветной свитой. Сама толща имеет мощность от 140 до 390 м. Стратиграфический интервал распространения свит ограничивается ботомским ярусом нижнего кембрия. Перекрывается синско-куторгиновая толща толщей водорослевых известняков в скважинах. В кумахских скважинах толща перекрывается чарской свитой.

Второй участок распространения пород с повышенным содержанием органического вещества расположен в нижнем течении р. Синяя и среднем течении р. Лены (рис. 1, Б). Здесь синская свита подстилается переходной свитой. Стратиграфическое распространение синской и перекрывающей ее кумторгиновой свиты от подошвы зоны *Bergeroniellus gurarii* ботомского яруса до подошвы тойонского яруса нижнего кембрия. Перекрывается кумторгиновая свита кетеменской свитой.

Третий участок распространения кембрийских пород с повышенным содержанием ОВ расположен восточнее первого и второго участков и протягивается параллельно им в виде пояса (рис. 1, В). Как указывалось, выше здесь разрез иниканской свиты вскрывается скважинами Баппагайская-1, Уордахская-1, Красный ручей-5 и Хоточу-7. Основное отличие этого типа разреза от первых двух – это стратиграфическое распространение пород с повышенным содержанием органического вещества от ботомского яруса нижнего кембрия до низов майского яруса среднего кембрия. Что касается точного определения нижней границы иниканской свиты на данном участке, то этот вопрос остается открытым. В скважинах Хоточу-7 и Красный ручей-5 переходный интервал между пестроцветной и иниканской свитами не представлен керновым материалом, а в скважинах Баппагайская-1 и Уордахская-1 отсутствуют находки остатков фауны в нижней части свиты, по которым можно точно определить зональную принадлежность этого уровня. Подошва свиты здесь была условно совмещена с нижней границей ботомского яруса [9, 11].

Четвертым участком является территории распространения иниканской свиты в бассейнах рек Юдома, Иникан и Мая [12, 13]. В этом районе иниканская свита подстилается пестроцветной свитой и перекрывается чайской свитой. Мощность иниканской свиты около 25 м и стратиграфический интервал распространения от низов ботомского яруса нижнего кембрия до середины зоны *Tomagnostus fissus* – *Acadoparadoxides sacheri* майского яруса среднего кембрия.

Благодарности

Работа выполнена в рамках госзадания РАН по Фундаментальным научным исследованиям, проект FW ZZ–2022–0003. Изучение трилобитов проводилось с использованием светового микроскопа Zeiss Stemi 508. (данное оборудование приобретено ИНГГ СО РАН в рамках Программы обновления приборной базы).

Автор выражает благодарность сотруднику ИНГГ СО РАН Парфеновой Т.М. за консультации и рекомендации касающиеся содержания $S_{орг}$ в упомянутых в работе кембрийских толщ.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Парфенова Т.М., Коровников И.В., Эдер В.Г., Меленевский В.Н. Органическая геохимия синской свиты нижнего кембрия (северный склон алданской антеклизы) // Геология и геофизика. – 2017. – Т. 58. – № 5. – С. 723-738.
2. Губин И.А., Конторович А.Э., Коровников И.В., Парфенова Т.М. Строение кембрийских отложений Вилюйской гемисинеклизы по результатам комплексного анализа данных бурения и сейсморазведки // Геология и геофизика. – 2021. – Т. 62. – № 8. – С. 1115-1131.
3. Парфенова Т.М., Коровников И.В., Меленевский В.Н., Эдер В.Г. Геохимические предпосылки нефтеносности кембрийских отложений Лено-Амгинского междуречья (юго-восток Сибирской платформы) // Геология нефти и газа. – 2009. – № 1. – С. 87-91.
4. Парфенова Т.М., Мельник Д.С., Коровников И.В. Геохимические предпосылки нефтеносности пород иниканской свиты нижнего и среднего кембрия на юго-востоке Сибирской платформы. // Геология и минерально-сырьевые ресурсы Сибири. – 2022. – № 11с. – С. 64-71.
5. Коровников И.В. Трилобиты иниканской свиты среднего кембрия северо-запада алданской антеклизы (скв. Хоточу-7 и Красный ручей-5) // Палеонтология и стратиграфия: современное состояние и пути развития. Материалы LXVIII сессии Палеонтологического общества при РАН. – СПб.: Картфабрика ВСЕГЕИ, 2022. – С.70-71.
6. Бахтуров С.Ф., Евтушенко В.М., Переладов В.С. Куонамская битуминозная карбонатно-сланцевая формация. – Новосибирск: Наука, 1988. – 152 с.
7. Ярусное расчленение нижнего кембрия. Стратиграфия. – М: Наука, 1984. – 184 с.
8. Журавлева И.Т., Коршунов В.И., Лучинина В.А., Мешкова Н.П., Минаева М.А., Пельман Ю.Л., Репина Л.Н. Опорные скважины верхнего докембрия – нижнего кембрия в стратотипическом районе среднего течения реки Лены // Биостратиграфия и палеонтология нижнего и среднего кембрия северной Азии. – М: Наука, 1983. – С. 3-45.
9. Сухов С.С., Шабанов Ю.Я., Пегель Т.В., Сараев С.В., Филиппов Ю.Ф., Коровников И.В., Сундуков В.М., Федоров А.Б., Варламов А.И., Ефимов А.С., Конторович В.А., Конторович А.Э. Стратиграфия нефтегазоносных бассейнов Сибири. Кембрий Сибирской платформы. Том 1, Стратиграфия, 2016, – Новосибирск: ИНГГ СО РАН. – 497 с.
10. Граусман В.В. Стратиграфия верхнего докембрия и фанерозоя перспективных на нефть и газ территорий западной Якутии. Автореферат кандидатской диссертации. – Новосибирск: ОИГГИМ СО РАН, 1994. – 41 с.

11. Асташкин В.А., Шишкин Б.Б., Шабанов Ю.Я., Авдеева В.И., Алексеев М.И., Новиков Г.В. Стратиграфия кембрия Вилуйской синеклизы. // Стратиграфия и палеонтология докембрия и фанерозоя Сибири. – Новосибирск: СНИИГГиМС, 1985. – С. 22-31.
12. Савицкий В.Е., Евтушенко В.М., Егорова Л.И., Конторович А.Э., Шабанов Ю.Я. Кембрий Сибирской платформы. – М: Недра, 1972. – 200 с.
13. Егорова Л.И., Шабанов Ю.Я., Пегель Т.В., Савицкий В.Е., Сухов С.С., Чернышева Н.Е. Майский ярус стратотипической местности. – М: Наука, 1982. – 146 с.

© И. В. Коровников, 2023