

Статья опубликована в открытом доступе по лицензии CC BY 4.0

Поступила в редакцию 17.07.2025 г.

Принята к публикации 12.01.2026 г.

EDN: XWMDOW

УДК 563.713:551.734.5(470.57)

Антропова Е.В.

Институт геологии им. академика Н.П. Юшкина Федерального исследовательского центра «Коми научный центр Уральского отделения Российской академии наук» (ИГ ФИЦ Коми НЦ УрО РАН), Сыктывкар, Россия, antropova@geo.komisc.ru

Мифтахутдинова Д.Н., Силантьев В.В.

Казанский (Приволжский) федеральный университет, Казань, Россия; филиал Казанского (Приволжского) федерального университета в г. Джизаке, Джизак, Республика Узбекистан

Дуглав Ю.А.

Казанский (Приволжский) федеральный университет, Казань, Россия

СТРОМАТОПОРОИДЕИ ИЗ ВЕРХНЕГО ФАМЕНА ЮЖНО-ТАТАРСКОГО СВОДА (ВОЛГО-УРАЛЬСКАЯ НЕФТЕГАЗОНОСНАЯ ПРОВИНЦИЯ)

Впервые в отложениях заволжского надгоризонта верхнего фамена встречены остатки строматопороидей *Stylostroma absurdum* Antropova и *Anostylostroma* sp. Ценостреумы строматопороидей приурочены к серым микробиальным комковатым известнякам, включающим тонкие прослои темно-серых пород с высоким содержанием органического вещества. Совместные находки строматопороидей с микробиальными образованиями могут рассматриваться как симбиотические и являются индикаторами мелководных обстановок, глубиной от метров до первых десятков метров. Это свидетельствует о том, что известняки и переслаивающиеся с ними прослои с высоким содержанием органического вещества могли формироваться на мелководье.

Ключевые слова: строматопороиды, заволжский надгоризонт, верхний фамен, Южно-Татарский свод, Волго-Уральская нефтегазоносная провинция.

Для цитирования: Антропова Е.В., Мифтахутдинова Д.Н., Силантьев В.В., Дуглав Ю.А. Строматопороиды из верхнего фамена Южно-Татарского свода (Волго-Уральская нефтегазоносная провинция) // Нефтегазовая геология. Теория и практика. - 2026. - Т.21. - №1. - https://www.ngtp.ru/rub/2026/1_2026.html EDN: XWMDOW

Введение

Распространение строматопороидей и их породообразующая роль в мелководных морских отложениях ордовика, силура и девона общезвестны. Однако в палеозое на глобальном уровне фиксируется резкий спад группы на границе франа и фамена. Сокращается не только ее таксономическое разнообразие, но и породообразующая роль, а также участие в формировании органогенных построек: их находки зафиксированы на Урале [Богоявленская, 1986; Цыганко, 2013], Восточно-Европейской платформе [Соломко, 1886], Казахстане [Богоявленская, 1975], на Пай-Хое и островах Новая Земля, Вайгач [Горский, 1938; Рябинин, 1932, 1939; Цыганко, 2011; Груздев и др., 2020], в Донецком бассейне [Василюк, 1978; Богоявленская, 1982; Богоявленская, 1988], Кузбассе [Косарева, 1986; Хромых, 2011], Юго-Восточном Китае [Dong, 1964; 1988], Канадской Арктике [Webby, 2015], Бельгии и Германии

[Weber, Mistiaen, 2001], Польше [Wolniewicz, 2009].

Необходимо отметить, что строматопороиды отличаются от всей остальной бентосной биоты палеозоя тем, что большое количество водорослевого планктона и микробиальной составляющей в водах не оказывало на них угнетающего воздействия [Антропова, 2015]. Подобная толерантность строматопороидей обеспечивала им преимущество над другими рифовыми организмами, включая достаточно агрессивную коралловую фауну, поэтому их находят в отложениях с повышенным содержанием органического вещества, которое формировалось в результате жизнедеятельности морской микробиоты [Антропова, 2017]. Более того, в ценостеумах некоторых видов строматопороидей часто встречаются прослойки и зерна микробиального кальцита, скорее всего, являющиеся симбиотическим [Wilkinson, 1979; Kazmierczak, 1981; Антропова, 2015].

Материал и методы

Материал исследований¹ отобран из заволжского надгоризонта верхнефаменского подъяруса девонской системы вскрытого скважиной, пробуренной на Алькеевской площади; в центральной части Южно-Татарского свода (рис. 1). Стратиграфическое положение интервала отбора керна установлено по геофизическим данным; граница с турнейским ярусом располагается примерно в 25 м выше по разрезу от уровня отбора образца.

Фотографии литологических и палеонтологических шлифов изготовлены с помощью камеры Industrial Digital Camera E3ISPM6300KPA (Китай), соединенной с бинокуляром Olympus SZ-61 (Япония), для детальных фотографий отдельных элементов использовался стереомикроскоп Olympus BX53M (Япония). Сканирование спила керна и шлифов производилось на сканере Canon 9000F Mark II (Таиланд). Съемка микробиальных образований происходило с помощью сканирующего электронного микроскопа Tescan Vega 3 LMH (Чехия). Микрозондовые исследования проводились на сканирующем электронном микроскопе TESCAN VEGA 3 LMH с энергодисперсионной приставкой (EDS) X-MAX 50 mm² от Oxford instruments при ускоряющем напряжении 20 кВ, размер пучка – 180 нм, область возбуждения – до 5 мкм, время накопления ~ 600000 импульсов, вакуум – 0,02 Па.

Пиролитические исследования пород с высоким содержанием органического вещества проведены по методу Rock-Eval с использованием системы, включающей в себя пиролитическую ячейку EGA/PY-3030D (Япония), хроматограф Agilent 7890B (США) и масс-селективный детектор Agilent 5977B (США). Температурная программа печи включала нагрев

¹ Материал хранится в Геологическом музее Института геологии ФИЦ Коми НЦ УрО РАН (коллекция № 21).

от 100 до 300°C со скоростью 600°C/мин и от 300 до 650°C со скоростью 30°C/мин.

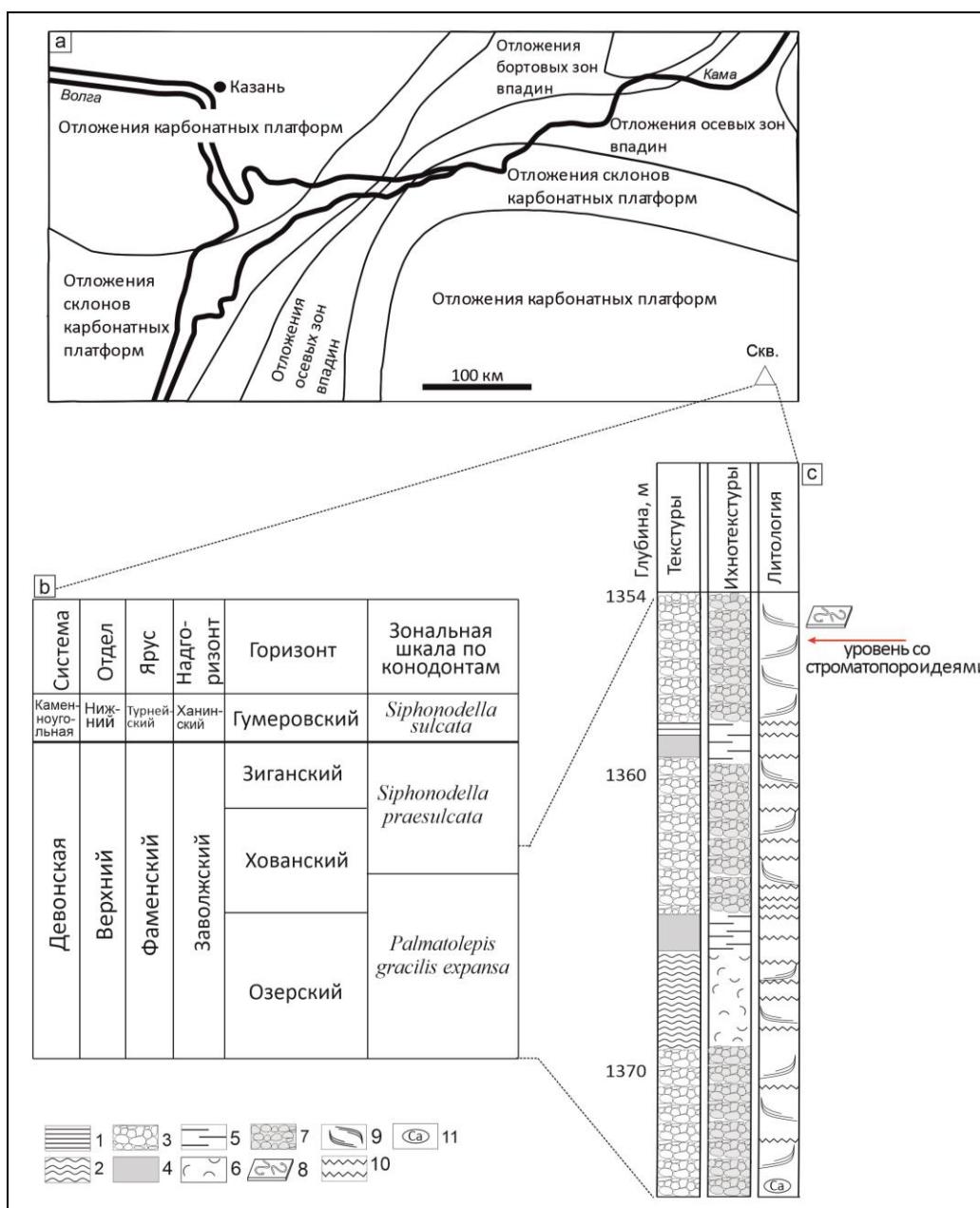


Рис. 1. Схема расположения точки отбора материала (а), стратиграфическое положение исследуемого интервала (б) и текстурно-литологическая колонка (с)

1 - горизонтальная текстура; 2 - слабоволнистая текстура; 3 - комковатая текстура; 4 - массивная текстура; 5 - отсутствие биотурбации; 6 - микробиотурбация осадка; 7 - биотурбация компонентов осадка; 8 - ходы горизонтальные (ихнофоссилии); 9 - прослои с высоким содержанием OB; 10 - стилолитовые швы; карбонатные стяжения.

Палеогеографическая и геологическая ситуация

В палеогеографическом аспекте указанный район в позднем девоне представлял собой пассивную окраину Восточно-Европейской платформы – широкий (более 1000 км) пологий континентальный шельф, сочленяющийся через континентальный склон с Уральским океаном [Пучков, 2010; Силантьев и др., 2022, 2023]. В фаменское время активизировались разломы

фундамента платформы, и в результате возникла сложная сеть узких впадин, известная сегодня как Камско-Кинельская система прогибов (ККСП). Эта сеть разделяла более широкие приподнятые (сводовые) участки шельфа и оказала большое влияние на геоморфологию дна бассейна. Впадины ККСП отделяли друг от друга участки с мелководной средой, на которых формировались карбонатные платформы; пологие и крутые склоны впадин способствовали образованию биогермных рифоподобных карбонатных структур нередко представленных микробиальными известняками; в осевых и бортовых зонах впадин накапливались осадки с высоким содержанием органического вещества (доманиковая фация) [Nikishin et al., 1996; Silantiev, Miftakhutdinova, Nurgalieva, 2024].

Результаты исследований

Заволжский надгоризонт верхнего фамена представлен в исследуемой скважине известняками серыми, микробиальными, переслаивающимися с тонкими (0,5-2 см) темно-серыми до черных прослойями карбонатно-глинистых пород с высоким содержанием органического вещества. Эти прослои можно отнести к так называемой доманиковой фации. Изученный интервал содержит многочисленные малоамплитудные (первые миллиметры) стилолитовые швы, часто совпадающие с границами между слоями, или проходящие внутри слоев. В средней части интервала (интервал глубин 1365,7-1369,0 м) в известняках зафиксирована микробиотурбация (см. рис. 1в).

Темно-серые прослои доманиковой фации облекают фрагменты известняков и строматопороидей, образуя комковатую текстуру; при этом порода приобретает «брекчированный» или комковатый облик. Темно-серые прослои доманиковой фации «пережимаются» фрагментами известняков, от чего мощности этих прослоев меняются от 0,5 до 2,0 см (рис. 2).

Пиролитические исследования двух прослоев пород с высоким содержанием органического вещества, переслаивающихся с ценостеумами строматопороидей, выявили в них повышенные содержания общего органического углерода (Total Organic Carbon, TOC) равные 1,35 и 15,48%, что позволяет рассматривать эти прослои в качестве аналогов нефтематеринских пород и относить их к доманиковым фациям. Оба изученных прослоя имеют высокие значения водородного индекса (Hydrogen Index, HI, количество миллиграммов углеводородов на 1 г TOC) равные 377 и 477, что позволяет отнести рассеянное органическое вещество этих прослоев к керогену II типа, который формируется в результате жизнедеятельности планктонных морских организмов [Walters, 2017; Littke, Zieger, 2020]. Принадлежность керогена изученных образцов ко II типу подтверждается их генерационным потенциалом (S_1+S_2 ; количество миллиграммов углеводородов на грамм породы), который

имеет значения 5,1 (хороший) и >20 (отличный).

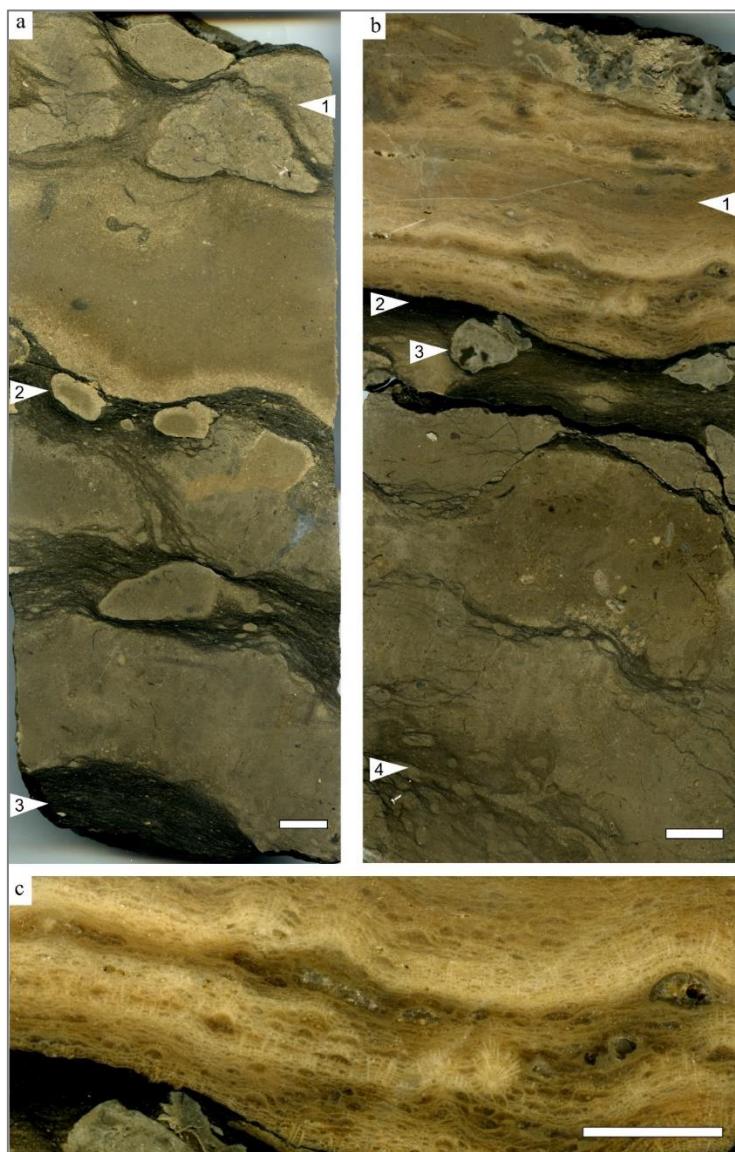


Рис. 2. Фото образца керна из верхнефаменского подъяруса заволжского надгоризонта (скв. Алькеевская, глубина 1355 м)

*а - микробиально-водорослевые известняки с тонкими микробиальными прослойками; пережатыми известняковыми «комками»: 1 - перемычки и деформация микробиальных прослоев; 2 - мелкие микробиальные структуры; 3 - прослой доманиковой породы; б - последовательность пород: 1 - ценостеум строматотороидей, являющиеся каркасным образованием; 2 - прослой доманиковой породы; 3, 4 - микробиально-водорослевые известняки; в - элементы внутреннего строения *Stylostroma absurdum* на поверхности пришлифовки. Шкала - 1 см.*

В целом, геохимические исследования показали, что органическое вещество темно-серых прослоев доманиковой фации формировалось одновременно с накоплением минеральных карбонатных компонентов осадка и находится на ранней стадии преобразования (протокатагенез, ПКЗ).

Карбонатные образования имеют желвачковую и обломочную структуру. Пелитоморфно-шламовый осадок имеет микрослойчатость, облекающую карбонатные

обломки пород и ценостеумы строматопороидей, что свидетельствует о спокойных условиях осадконакопления (см. рис. 2).

Строматопороиды в исследованном образце представлены двумя видами родов *Stylostroma* и *Anostylostroma* (рис. 3). На территории Волго-Уральской нефтегазоносной провинции представители этих родов зафиксированы впервые [Antropova, Slantiev, 2025].

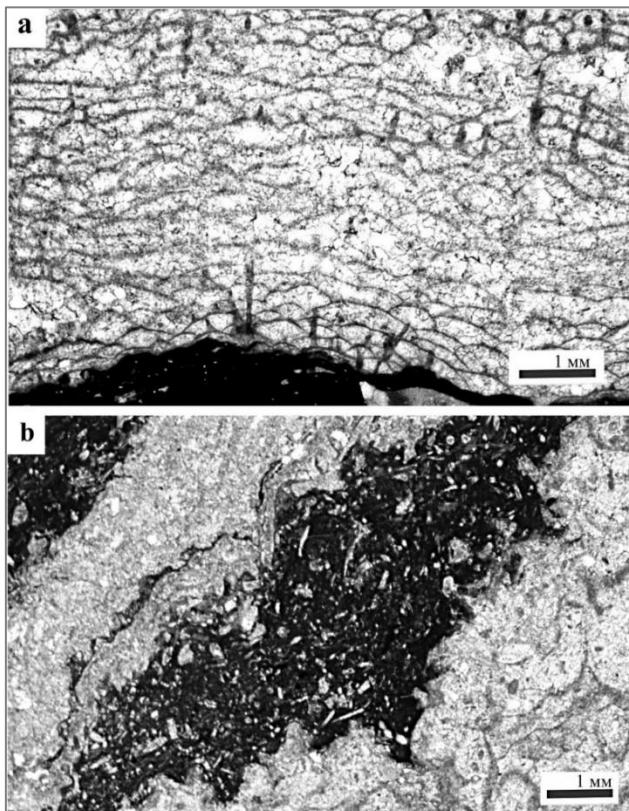


Рис. 3. Фото морфологических особенностей строматопороидей в изучаемом керне
а - основание *Stylostroma absurdum* со следами прикрепления; б - инкрустирующий вид *Anostylostroma* в органогенно-глинистой массе (скв. Алькеевская, глубина 1355 м).

Ценостеум *Stylostroma absurdum* Antr. пластинчатый, высота его составляет 35-40 мм. Интересной особенностью является нижняя поверхность ценостеума, которая начинается непосредственно на субстрате (см. рис. 3а). На первом этапе роста наблюдается цистозная стадия: небольшие по размеру цисты образуют зону вдоль основания ценостеума, занимающую 1–3 каркасных этажа. В целом отсутствие зональности как характеристики периодов прекращения роста, вызванных неблагоприятными условиями окружающей среды, а также наличие следов прикрепления (базальной эпитехи), могут указывать на прижизненное положение ценостеума. Ценостеум *Anostylostroma* sp. – инкрустирующего типа с микробиальными включениями, отделен от *Stylostroma absurdum* прослойками мелких биокластов в органогено-глинистой массе (см. рис. 3б). Во вмещающих породах, непосредственно контактирующих со стенками ценостеумов, на поверхности ценостеумов и в

порах обнаружены остатки плёнок цианобактерий (рис. 4с, е) и фрагменты кокковых бактерий, часто образующих цепочки (рис. 4д, ф).

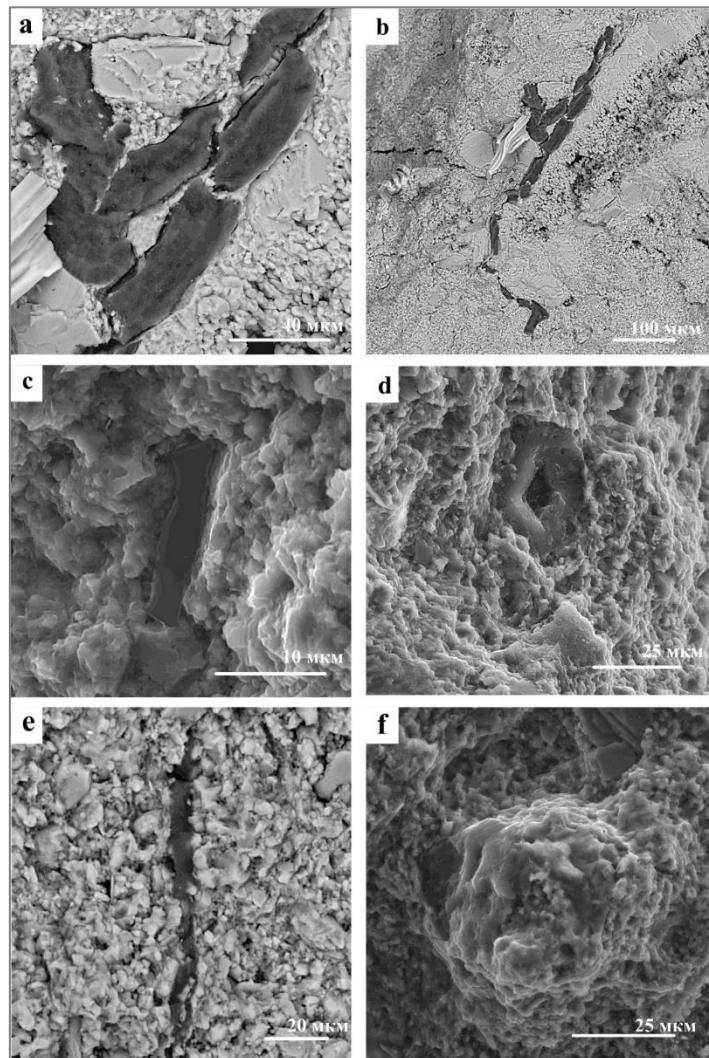


Рис. 4. Фото микробиальных образований

a, b - выделения керогена на поверхности ценостеумов строматопороидей, с, е - остатки органических плёнок на поверхности ценостеумов; d, f - остатки коккоидных форм в порах и астроризальных каналах строматопороидей (скв. Алькеевская, глубина 1355 м).

Обсуждение результатов

По данным исследований девонских строматопороидей Тимано-Печорской нефтегазоносной провинции представители этой группы могли вступать во взаимоотношения с микробиальными сообществами и формировать сложные скелетные постройки, а также крупные органогенные постройки [Верхнедевонские..., 2015; Антропова, 2017]. Известно, что повышенная бактериальная составляющая в водной среде, как правило, отрицательно влияла на остальную бентосную фауну [Антропова, 2007]. Такое взаимодействие могло давать строматопороидам конкурентное преимущество над другими рифовыми организмами, включая такие агрессивные рифовые виды как табуляты. Это объясняет находки

строматопороидей в микробиальных известняках, на что указывал ряд исследователей [Большакова, 1973; Антропова, 2016; Kazmirczak, 1981; Borisenko et al., 2022].

Подтверждением этому может служить симбиоз современных губок с кислород-продуцирующими цианобактериями. Исследования показали, что содержание микроорганизмов в тканях губки иногда достигает до 40% от массы тела [Webster et al., 2013] и играет важную роль в жизни хозяина [Vacelet, Donadey, 1977; Wilkinson, 1979, 1984; Diaz et al., 2007; Webster, Blackall, 2009; Fan et al., 2012]. Установлено, что продукты фотосинтеза переносятся из цианобактерий в губку-хозяина [Kazmierczak, 1981; Taylor et al., 2007; Thracker et al., 2007; Thacker, Freeman, 2012]. Также показано угнетение губки при потере микробионтов [Thracker, 2005]. Симбиоз губок и кислород-продуцирующих бактерий дает выраженный экологический эффект: губки становятся менее зависимыми от аэрации и гидродинамического режима участков бассейна.

Строматопороиды также относятся к губкам-склероспонгиям с базальным скелетом [Большакова, 1993]. Современные известковые губки впервые описаны В. Хартманом и Т. Горо [Hartman, Goreau, 1970], представитель которых *Astrosclera willeyana* Lister, например, имеет очевидный строматопоратый тип организации [Большакова, 1993; Антропова, 2017]. Большинство исследователей приняли положение о родстве строматопороидей с современными известковыми губками, что позволяет проводить между ними определенные аналогии.

Примеры симбиоза современных губок и микробиальных сообществ включают в себя механизмы кислородного продуцирования, метаболизма, а также вертикальный трансфер некоторых микробных популяций [Vacelet, Donadey, 1977; Webster, Blackall, 2009].

Вполне вероятно, что строматопороиды так же, как и губки, могли формировать пищевую кислород-углеродную цианобактериально-строматопоратую петлю, которая обеспечивала их жизнедеятельность в обедненных кислородом придонных водах, что подтверждается находками остатков пленок микробиоты (см. рис. 4c, d)

Изучение образцов девонских строматопороидей с микробиальными включениями из верхнедевонских отложений Тимано-Печорской нефтегазоносной провинции показало наличие остатков коккоидных бактерий, образующих связки, цепочки и остатки пленок цианобактерий в прослойках ценостеума [Антропова, 2017]. Они зафиксированы в оторочке астроризальных каналов, сопоставляемых с фильтрационными каналами современных губок [Антропова, 2015].

Установлено, что определенным видам строматопороидей соответствуют сопутствующие виды микробиоты [Антропова, 2017]. Возможно, при дальнейших исследованиях и расширении материала из заволжского надгоризонта Южно-Татарского

свода так же могут быть установлены закономерности распределения органического вещества и его связи со строматопороидами.

Остатки бактериальных пленок (см. рис. 4c, d) могут свидетельствовать о присутствии кислородпродуцирующих бактерий; остатки кокковых бактерий (рис. 4e, f) могли восполнять недостаток питания строматопороидей.

Принятие подобной актуалистической модели объясняет присутствие ценостеумов строматопороидей в породах с микробиальной составляющей в прижизненном положении, без следов окатанности или повреждений, со следами базального прикрепления.

Заключение

Сегодня наиболее интересными для изучения на территории Волго-Уральской нефтегазоносной провинции являются комплексы доманиковых отложений различного типа. Для их формирования характерна низкая скорость седиментации и небольшое количество терригенно-карбонатного материала. Самыми перспективными нефтематеринскими отложениями в настоящее время считаются отложения верхнего девона, обогащенные органическим веществом морского генезиса. В связи с этим изучение распространения в них строматопороидей – организмов, обладающих способностью образовывать биогермы и органогенные постройки, и толерантных к микробиоте, продуцирующей органическое вещество, расширяет понимание условий накопления нефтематеринских пород доманиковой фации.

Литература

Антропова Е.В. Микробионты в скелете строматопороидей франского возраста// Сыктывкарский палеонтологический сборник. - Сыктывкар: Геопринт, 2017. - Вып. 130. - №8. - С. 4-13.

Антропова Е.В. О взаимодействии строматопороидей и строматолитообразующей биоты // Современная микропалеонтология: сб. тр. XVI Всеросс. микро-палеонтологического совещания. - Калининград, 2015. - С. 429-431.

Антропова Е.В. О выделении экологических типов строматопороидей силура западного склона Приполярного Урала // Литосфера. - 2007. - №3. - С. 105-108.

Богоявленская О.В. Строматопораты позднего девона-раннего карбона // Палеонтологический журнал. - 1982. - №1. - С. 33-38.

Богоявленская О.В. Строматопораты позднего фамена -раннего карбона // Граница девона и карбона на территории СССР. - Минск: Наука и техника, 1988. - С. 293-296.

Богоявленская О.В. Строматопороиды // Фауна пограничных отложений девона и карбона Центрального Казахстана. - М.: Недра, 1975. - С. 27-32.

Большакова Л.Н. О современных аналогах строматопороидей // Фауна и экосистемы геологического прошлого. - М.: Наука, 1993. - С. 70-75.

Василюк Н.И. Развитие целентерат на рубеже девона и карбона // Палеонтологический журнал. - 1978. - № 4. - С. 3-18.

Верхнедевонские разнофациальные отложения Южного Тимана: Путеводитель полевой

экскурсии Всероссийского литологического совещания «Геология рифов». - Сыктывкар: Геопринт, 2015. - 35 с.

Горский И.И. Некоторые Stromatoporoida из палеозойских отложений Новой Земли // Палеонтология советской Арктики. - 1938. - Т. 101. - С. 7-45. (Труды Арктич. ин-та; вып. 3).

Груздев Д.А., Плотицын А.Н., Журавлев А.В., Антропова Е.В., Ерофеевский А.В. Лымбадъяхинская свита верхнего девона Севера Пай-Хойского карбонатного паравтохтона: новые данные // Известия Коми научного центра УрО РАН. - 2020. - № 1(41). - С.5-15. DOI: [10.19110/1994-5655-2020-1-5-15](https://doi.org/10.19110/1994-5655-2020-1-5-15)

Косарева Е.Г. Фациальная и стратиграфическая приуроченность строматопорат нижнего-среднего палеозоя Алтай-Саянской горной области // Фанерозойские рифы и кораллы СССР: (Тр. V Всесоюзного симпозиума по кораллам и рифам. Душанбе, 1983). - М.: Наука, 1986. - С. 28-30.

Пучков В.Н. Геология Урала и Приуралья (актуальные вопросы стратиграфии, тектоники, геодинамики и металлогении). - Уфа: ООО ДизайнПолиграфСервис, 2010. - 280 с.

Рябинин В.Н. О верхнедевонских строматопороидах // Изв. вс. геол. общ-ва. - 1932. - Вып. 76. - 14 с.

Рябинин В.Н. Палеозойские строматопроиды Печорского края и Приуралья // Тр. Сев. геол. упр-я. - Л.-Архангельск-М., 1939. - 68 с.

Силантьев В.В., Валидов М.Ф., Миахутдинова Д.Н., Морозов В.П., Ганиев Б.Г., Лутфуллин А.А., Шуматбаев К.Д., Хабипов Р.М., Нургалиева Н.Г., Толоконникова З.А., Королев Э.А., Судаков В.А., Смирнова А.В., Голод К.А., Леонтьев А.А., Шамсиев Р.Р., Нойкин М.В., Косарев В.Е., Никонорова Д.А., Ахметов Р.Ф. Модель осадконакопления пашийского горизонта (терригенная толща девона) Южно-Татарского свода Волго-Уральской нефтегазоносной провинции // Георесурсы. - 2022. - №24(4). - С. 12-39. DOI: [10.18599/grs.2022.4.2](https://doi.org/10.18599/grs.2022.4.2)

Силантьев В.В., Валидов М.Ф., Миахутдинова Д.Н., Нургалиева Н.Г., Королёв Э.А., Ганиев Б.Г., Лутфуллин А.А., Шуматбаев К.Д., Хабипов Р.М., Судаков В.А., Ахмадуллина Ю.А., Голод К.А., Леонтьев А.А., Шамсиев Р.Р., Никонорова Д.А., Крикун С.С., Нойкин М.В., Абдуллина Э.А. Визейские терригенные отложения Южно-Татарского свода (Волго-Уральская нефтегазоносная провинция) - разнофациальное заполнение закарстованной поверхности турнейской изолированной карбонатной платформы // Георесурсы. - 2023. - №25(4). - С. 100-110. DOI: [10.18599/grs.2023.4.1](https://doi.org/10.18599/grs.2023.4.1)

Соломко Е.В. Строматопоры девонской системы России // Записки минер. общества. - 1886. - Ч. XXIII. - 52 с.

Хромых В.Г. Нижнефаменские строматопороиды Кузбасса // Биостратиграфия, палеогеография и события в девоне и раннем карбоне: материалы Межд. конференции. - Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2011. - С. 69-71.

Цыганко В.С. Девон западного склона Севера Урала и Пай-Хоя (стратиграфия, принципы расчленения, корреляция). - Екатеринбург: УрО РАН, 2011. - 358 с.

Цыганко В.С. Новый гидроидный коралл из фаменского яруса поднятия Чернышева (Полярный Урал) // Палеонтологический журнал. - 2013. - №3. - С. 1-2. DOI: [10.7868/S0031031X13030112](https://doi.org/10.7868/S0031031X13030112)

Antropova E.V., Silantiev V.V. New Stromatoporoid Species from the Late Famennian of the South Tatar Arch in the Volga-Urals Oil and Gas Province // Paleontological Journal. - 2025. - Vol. 59. - No. 5. - P. 480-486. DOI: [10.1134/S0031030125600611](https://doi.org/10.1134/S0031030125600611)

Borisenko T., Vinn O., Grytsenko V., Frankovschi I., Zaika Yu. Simbiosis in corals and stromatoporoids from the Silurian of Baltica // Palaeontologica Electronica. - 2022. - Vol.25(02). - A17. DOI: [10.26879/1206](https://doi.org/10.26879/1206)

Diaz M.C., Thacker R.W., Rutzler K., Piantoni C. Two new haplosclerid sponges from Caribbean Panama with symbiotic filamentous cyanobacteria, and an overview of sponge-cyanobacteria associations // Porifera Research: Biodiversity, Innovation, Sustainability. - 2007. - P. 31-39.

Dong De-yuan. Stromatoporoids from the Early Carboniferous of Kwangsi and Kueichow // Acta Paleontologica Sinica. - 1964. - Vol. 12. - P. 292-320.

Dong De-yuan. On the classification of Paleozoic stromatoporoids (in Chinese with English summary) // Acta Micropalaeontologica Sinica. - 1988. - №5. - P. 25-38.

Fan L., Raynolds D., Liu M., Stark M., Kjelleberg S., Webster N.S. Functional equivalence and evolutionary convergence in complex communities of microbial sponge symbionts // PNAS - 2012. - E1878-E1887. DOI: [10.1073/pnas.1203287109](https://doi.org/10.1073/pnas.1203287109)

Hartman W.D., Goreau T.F. Jamaican coralline sponges: Their morphology, ecology, and fossil relatives // Symp. Zool. Soc. London. - 1970. - Vol. 25. - P. 43.

Kazmierczak J. Evidences for Cyanophyte Origin of Stromatoporoids // Phanerozoic Stromatolites. Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 1981. - P. 230-241.

Littke R., Zieger L. Formation of Organic-Rich Sediments and Sedimentary Rocks / H. Wilkes (ed.), Hydrocarbons, Oils and Lipids: Diversity, Origin, Chemistry and Fate / Handbook of Hydrocarbon and Lipid Microbiology, Springer Nature Switzerland AG. - 2020. - P. 475-492. DOI: [10.1007/978-3-319-90569-3_14](https://doi.org/10.1007/978-3-319-90569-3_14)

Nikishin A.M., Ziegler P.A., Stephenson R.A., Cloetingh S.A.P.L., Furne A.V., Fokin P.A., Ershov A.V., Bolotov S.N., Korotaev M.V., Alekseev A.S., Gorbachev V.I., Shipilov E.V., Lankreijer A., Bembinova E.Yu., Shalimov I.V. Late Precambrian to Triassic history of the East European Craton: Dynamics of sedimentary basin evolution // Tectonophysics. - 1996. - Vol. 268. - Issues 1-4. - P. 23-63. DOI: [10.1016/S0040-1951\(96\)00228-4](https://doi.org/10.1016/S0040-1951(96)00228-4)

Silantiev V.V., Miftakhutdinova D.N., Nurgalieva N.G. From Siliciclastics to Carbonates and Black shales: Deciphering Sedimentary Continuity and Discontinuity in the Devonian Landscapes of the Volga-Ural Petroleum Province // Georesursy. - 2024. - Vol. 26. - Is. 4. - P. 62-82. DOI: [10.18599/grs.2024.4.1](https://doi.org/10.18599/grs.2024.4.1)

Taylor M.W., Radax R., Steger D., Wagner M. Sponge-associated microorganisms: evolution, ecology and biotechnological potential // Microbiol. Mol. Biol. Rew. - 2007. - Vol. 71. - P. 295-347. DOI: [10.1128/MMBR.00040-06](https://doi.org/10.1128/MMBR.00040-06)

Thacker R.W., Diaz M.C., Retzler K., Erwin P.M., Kimble S.J.A., Pierce M.J., Dillard S.L. Phylogenetic relationships among the filamentous cyanobacterial symbionts of Caribbean sponges and a comparison of photosynthetic production between sponges hosting filamentous and unicellular cyanobacteria. // Custodio MR, Hajdu G., Hajdu E., Muricy G. (eds.). Porifera Research: Biodiversity, Innovation, and Sustainability. Museu Nacional: Rio de Janeiro, 2007. - P. 621-626.

Thacker R.W., Freeman C.J. Sponge-microbe symbioses: recent advances and new directions // Advances in Marine Biology. - Vol. 62. Elsevier: Amsterdam. - 2012. - P. 57-111. DOI: [10.1016/B978-0-12-394283-8.00002-3](https://doi.org/10.1016/B978-0-12-394283-8.00002-3)

Thracker R.W. Impacts of shading on sponge-cyanobacteria symbioses: a comparison between host-specific and generalist associations // Integr. Comp. Biol. - 2005. - Vol. 45(2). - P. 369-376. DOI: [10.1093/icb/45.2.369](https://doi.org/10.1093/icb/45.2.369)

Vacelet J., Donadey C. Electron microscope study of the association between some sponges and bacteria // Journal Exp. Mar. Ecology. - 1977. - Vol. 30. - P. 301-314.

Walters C.C. Origin of Petroleum // Hsu C.S., Robinson P.R. (eds.) Springer Handbook of Petroleum Technology. Springer Handbooks. Springer, Cham. - 2017. - P. 79-101.

Webby B.D. Labechiida: Systematic descriptions // Invertebrate Paleontology. - 2015. - Part E. - Vol. 4-5. - P. 709-754.

Weber H.M., Mistiaen B. First evidence of labechiids (Stromatoporoidea) in the Strunian (Uppermost Devonian) of Western Europe // Abstracts of 15th Annual Senckenberg Conference. - Frankfurt-am-Main, 2001. - P. 48-49.

Webster N., Blackall L. What do we really know about sponge-microbial symbioses? // The ISME Journal. - 2009. - № 3. - P. 1-3.

Webster N.S., Luter Y.M., Soo R.M., Botte E.S., Simister R.L., Abdo D., Whalan S. Same, same but different: symbiotic bacterial associations in GBR sponges // Frontiers in Microbiology. - 2013. - Vol. 3. - Ar. 444. - 11 p.

Wilkinson C.R. Immunological evidence for the Precambrian origin of bacterial symbioses in marine sponges // Proceedings of the Royal Society of London B Biological Sciences. - London, 1984. - Vol. 220. - P. 509-517.

Wilkinson C.R. Nutrient translocation from symbiotic cyanobacteria to coral reef sponges // Biologie des Spongiaires, 1979. Int. C.N.R.S. Paris. - №291. - P. 373-380.

Wolniewicz P. Late Famennian stromatoporoids from Dębnik Anticline, southern Poland // Acta Palaeontologica Polonica. - 2009. - Vol.54 (2). - P. 337-350. DOI: 10.4202/app.2007.0096

This is an open access article under the CC BY 4.0 license

Received 17.07.2025

Published 12.01.2026

Antropova E.V.

Institute of Geology of Komi Science Centre of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences, Syktyvkar, Russia, antropova@geo.komisc.ru

Miftakhutdinova D.N., Silantiev V.V.

Kazan (Volga Region) Federal University, Kazan, Russia; Branch of the Kazan (Volga Region) Federal University in Jizzak, Jizzak, Republic of Uzbekistan

Duglav Yu.A.

Kazan (Volga Region) Federal University, Kazan, Russia

THE UPPER FAMENNIAN STROMATOPOROIDS FROM SOUTH TATAR ARCH (VOLGA-URAL PETROLEUM PROVINCE)

*For the first time, remains of the stromatoporoids *Stylostroma absurdum* Antropova and *Anostylostroma* sp. have been found in strata of the Over-Volga level of the Upper Famennian. Stromatoporoid coenosteums are associated with gray, microbial, lumpy limestones, which include thin interbeds of dark gray rocks with a high organic matter content. Co-occurrence of stromatoporoids with microbial formations can be considered symbiotic and are indicators of shallow-water environments, ranging in depth from meters to a few tens of meters. This suggests that the limestones and interbedded interbeds with high organic matter content may have formed in shallow water.*

Keywords: stromatoporoids, Over-Volga level, Upper Famennian, South Tatar arch, Volga-Ural petroleum province.

For citation: Antropova E.V., Miftakhutdinova D.N., Silantiev V.V., Duglav Yu.A. The Upper Famennian stromatoporoids from South Tatar arch (Volga-Ural petroleum province). Neftegazovaya Geologiya. Teoriya I Praktika, 2026, vol. 21, no. 1, available at: https://www.ngtp.ru/rub/2026/1_2026.html EDN: XWMDOW

References

- Antropova E.V. Microbiota in the skeleton of stromatoporoids of the Frasnian age. *Syktyvkar paleontological collection*. Syktyvkar: Geoprint, 2017, issue 130, no. 8, pp. 4-13. (In Russ.).
- Antropova E.V. Modern Micropaleontology. *Modern micropaleontology: proceedings of the XVI All-Russian Micro-Paleontological Conference*. Kaliningrad, 2015, pp. 429-431. (In Russ.).
- Antropova E.V. On distinguishing ecological types of stromatoporoids from the Silurian of the western slope of the Subpolar Urals. *Litosfera*, 2007, no. 3, pp. 135-137. (In Russ.).
- Antropova E.V., Silantiev V.V. New Stromatoporoid Species from the Late Famennian of the South Tatar Arch in the Volga-Urals Oil and Gas Province. *Paleontological Journal*, 2025, vol. 59, no. 5, pp. 480-486. DOI: [10.1134/S0031030125600611](https://doi.org/10.1134/S0031030125600611)
- Bogoyavlenskaya O.V. Stromatoporites of the Late Devonian-Early Carboniferous. *Boundary of the Devonian and Carboniferous on the territory of the USSR*. Minsk: Science and Technology, 1986, pp. 26-27. (In Russ.).
- Bogoyavlenskaya O.V. Stromatoporites of the Late Devonian-Early Carboniferous. *Paleontological Journal*, 1982, no. 1, pp. 33-38. (In Russ.).
- Bogoyavlenskaya O.V. Stromatoporoidea. *Fauna of boundary deposits of Devonian and Carboniferous of Central Kazakhstan*. Moscow: Nedra, 1975, pp. 27-32. (In Russ.).
- Bolshakova L.N. About modern analogs of stromatoporoids. Fauna and ecosystems of the geological past. Moscow: Nauka, 1993, pp. 70-75. (In Russ.).
- Borisenko T., Vinn O., Grytsenko V., Frankovschi I., Zaika Yu. Symbiosis in corals and stromatoporoids from the Silurian of Baltica. *Palaeontologica Electronica*, 2022, vol. 25(02), A17. DOI: [10.26879/1206](https://doi.org/10.26879/1206)

Diaz M.C., Thacker R.W., Rutzler K., Piantoni C. Two new haplosclerid sponges from Caribbean Panama with symbiotic filamentous cyanobacteria, and an overview of sponge-cyanobacteria associations. *Porifera Research: Biodiversity, Innovation, Sustainability*, 2007, pp. 31-39.

Dong De-yuan. On the classification of Paleozoic stromatoporoids (in Chinese with English summary). *Acta Micropalaeontologica Sinica*, 1988, no. 5, pp. 25-38.

Dong De-yuan. Stromatoporoids from the Early Carboniferous of Kwangsi and Kueichow. *Acta Paleontologica Sinica*, 1964, vol. 12, pp. 292-320.

Fan L., Raynolds D., Liu M., Stark M., Kjelleberg S., Webster N.S. Functional equivalence and evolutionary convergence in complex communities of microbial sponge symbionts. *PNAS*, 2012, E1878-E1887. DOI: [10.1073/pnas.1203287109](https://doi.org/10.1073/pnas.1203287109)

Gorsky I.I. Some Stromatoporoidea from the Paleozoic deposits of Novaya Zemlya. *Paleontology of the Soviet Arctic*, 1938, vol. 101, pp. 7-45. (Proceedings of the Arctic Institute; issue 3).

Gruzdev D.A., Plotitsyn A.N., Zhuravlev A.V., Antropova E.V., Yerofeyevskiy A.V. Lymbadiyakhin Formation of the Upper Devonian of the North Pay-Khoy carbonate paraautochthon: new data. *Izvestiya Komi nauchnogo tsentra UrO RAN*, 2020, no. 1(41), pp. 5-15. (In Russ.). DOI: [10.19110/1994-5655-2020-1-5-15](https://doi.org/10.19110/1994-5655-2020-1-5-15)

Hartman W.D., Goreau T.F. Jamaican coralline sponges: Their morphology, ecology, and fossil relatives. *Symp. Zool. Soc. London*, 1970, vol. 25, p. 43.

Kazmierczak J. Evidences for Cyanophyte Origin of Stromatoporoids. *Phanerozoic Stromatolites*. Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 1981, pp. 230-241.

Khromykh V.G. The Famennian stromatoporoids of Kuzbass. *Biostratigraphy, paleogeography and events in the Devonian and Early Carboniferous: proceedings of the International Conference*. Novosibirsk: Publishing House of the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences, 2011, pp. 69-71. (In Russ.).

Kosareva E.G. Facies and stratigraphic confinement of stromatoporates of the Lower-Middle Paleozoic of the Altai-Sayan mountain region. *Phanerozoic reefs and corals of the USSR* (Proceedings of the V All-Union Symposium on Corals and Reefs. Dushanbe, 1983). Moscow: Nauka, 1986, pp. 28-30. (In Russ.).

Littke R., Zieger L. Formation of Organic-Rich Sediments and Sedimentary Rocks; H. Wilkes (ed.), Hydrocarbons, Oils and Lipids: Diversity, Origin, Chemistry and Fate. *Handbook of Hydrocarbon and Lipid Microbiology*, Springer Nature Switzerland AG, 2020, pp. 475-492. DOI: [10.1007/978-3-319-90569-3_14](https://doi.org/10.1007/978-3-319-90569-3_14)

Nikishin A.M., Ziegler P.A., Stephenson R.A., Cloetingh S.A.P.L., Furne A.V., Fokin P.A., Ershov A.V., Bolotov S.N., Korotaev M.V., Alekseev A.S., Gorbachev V.I., Shipilov E.V., Lankreijer A., Bembinova E.Yu., Shalimov I.V. Late Precambrian to Triassic history of the East European Craton: Dynamics of sedimentary basin evolution. *Tectonophysics*, 1996, vol. 268(1-4), pp. 23-63. DOI: [10.1016/S0040-1951\(96\)00228-4](https://doi.org/10.1016/S0040-1951(96)00228-4)

Puchkov V.N. *Geology of the Urals and Pre Urals (topical issues of stratigraphy, tectonics, geodynamics and metallogeny)*. Ufa: Designpoligrafservice LLC, 2010, 280 p. (In Russ.).

Ryabinin V.N. On the Upper Devonian stromatoporoidea. *Proceedings of the All-Union Geological Society*, 1932, vol. 76, 14 p. (In Russ.).

Ryabinin V.N. Paleozoic stromatoproidea of the Pechora Krai and the Urals. *Proceedings of the Northern Geological Administration*. Leningrad-Arkhangelsk-Moscow, 1939, 68 p. (In Russ.).

Silantiev V.V., Miftakhutdinova D.N., Nurgalieva N.G. From Siliciclastics to Carbonates and Black shales: Deciphering Sedimentary Continuity and Discontinuity in the Devonian Landscapes of the Volga-Ural Petroleum Province. *Georesursy*, 2024, vol. 26(4), pp. 62-82. DOI: [10.18599/grs.2024.4.1](https://doi.org/10.18599/grs.2024.4.1)

Silantyev V.V., Validov M.F., Miftakhutdinova D.N., Morozov V.P., Ganiev B.G., Lutfullin A.A., Shumatbayev K.D., Khabipov R.M., Nurgalieva N.G., Tolokonnikova Z.A., Korolev E.A., Sudakov V.A., Smirnova A.V., Golod K.A., Leontiev A.A., Shamsiev R.R.,

Noikin M.V., Kosarev V.E., Nikonorova D.A., Akhmetov R.F. Model of sedimentation of the Pashia level (Devonian terrigenous strata) of the South Tatar arch of the Volga-Ural petroleum province. *Georesursy*, 2022, No. 24(4), pp. 12-39. (In Russ.). DOI: [10.18599/grs.2022.4.2](https://doi.org/10.18599/grs.2022.4.2)

Silantyev V.V., Validov M.F., Miftakhutdinova D.N., Nurgalieva N.G., Korolev E.A., Ganiev B.G., Lutfullin A.A., Shumatbayev K.D., Khabipov R.M., Sudakov V.A., Akhmadullina Yu.A., Golod K.A., Leontiev A.A., Shamsiev R.R., Nikonorova D.A., Krikun S.S., Noikin M.V., Abdullina E.A. Visean terrigenous strata of the South Tatar arch (Volga-Urals petroleum province) - multifacies filling of the karsted surface of the Tournaisian isolated carbonate platform. *Georesursy*, 2023, no. 25(4), pp. 100-110. (In Russ.). DOI: [10.18599/grs.2023.4.1](https://doi.org/10.18599/grs.2023.4.1)

Solomko E.V. Stromatopores of the Devonian system of Russia. *Notes of a miner. societies*, 1886, part XXIII, 52 p. (In Russ.).

Taylor M.W., Radax R. Steger D., Wagner M. Sponge-associated microorganisms: evolution, ecology and biotechnological potential. *Microbiol. Mol. Biol. Rew.*, 2007, vol. 71, pp. 295-347. DOI: [10.1128/MMBR.00040-06](https://doi.org/10.1128/MMBR.00040-06)

Thacker R.W., Diaz M.C., Retzler K., Erwin P.M., Kimble S.J.A., Pierce M.J., Dillard S.L. Phylogenetic relationships among the filamentous cyanobacterial symbionts of Caribbean sponges and a comparison of photosynthetic production between sponges hosting filamentous and unicellular cyanobacteria. Custydio MR, Hajdu G., Hajdu E., Muricy G. (eds.). *Porifera Research: Biodiversity, Innovation, and Sustainability*. Museu Nacional: Rio de Janeiro, 2007, pp. 621-626.

Thacker R.W., Freeman C.J. Sponge-microbe symbioses: recent advances and new directions. *Advances in Marine Biology*, vol. 62. Elsevier: Amsterdam, 2012, pp. 57-111. DOI: [10.1016/B978-0-12-394283-8.00002-3](https://doi.org/10.1016/B978-0-12-394283-8.00002-3)

Thracker R.W. Impacts of shading on sponge-cyanobacteria simboises: a comparison between host-specific and generalist associations. *Integr. Comp. Biol.*, 2005, vol. 45(2), pp. 369-376. DOI: [10.1093/icb/45.2.369](https://doi.org/10.1093/icb/45.2.369)

Tsyganko V.S. *Devonian of the western slope of the Northern Urals and Pai Khoi (stratigraphy, principles of division, correlation)*. Ekaterinburg: Ural Branch of the Russian Academy of Sciences, 2011, 358 p. (In Russ.).

Tsyganko V.S. New hydroid coral from the Famennian stage of the Chernyshev Rise (Polar Urals). *Paleontological Journal*, 2013, no. 3, pp. 1-2. (In Russ.). DOI: [10.7868/S0031031X13030112](https://doi.org/10.7868/S0031031X13030112)

Upper Devonian multifacial deposits of the Southern Timan: A field tour guide for the All-Russian Lithological Meeting "Reef Geology". Syktyvkar: Geoprint, 2015, 35 p. (In Russ.).

Vacelet J., Donadey C. Electron microscope study of the association between some sponges and bacteria. *Journal Exp. Mar. Ecology*, 1977, vol. 30, pp. 301-314.

Vasilyuk N.I. Development of Celenterates at the boundary of the Devonian and Carboniferous. *Paleontological Journal*, 1978, no. 4, p. 318. (In Russ.).

Walters C.C. Origin of Petroleum. Hsu C.S., Robinson P.R. (eds.) *Springer Handbook of Petroleum Technology*. Springer Handbooks. Springer, Cham., 2017, pp. 79-101.

Webby B.D. Labechiida: Systematic descriptions. *Invertebrate Paleontology*, 2015, part E, vol. 4-5, pp. 709-754.

Weber H.M., Mistiaen B. First evidence of labechiids (Stromatoporoidea) in the Strunian (Uppermost Devonian) of Western Europe. *Abstracts of 15th Annual Senckenberg Conference*, Frankfurt-am-Main, 2001, pp. 48-49.

Webster N., Blackall L. What do we really know about sponge-microbial symbioses? *The ISME Journal*, 2009, no. 3, pp. 1-3.

Webster N.S., Luter Y.M., Soo R.M., Botte E.S., Simister R.L., Abdo D., Whalan S. Same, same but different: symbiotic bacterial associations in GBR sponges. *Frontiers in Microbiology*, 2013, vol. 3, Ar. 444, 11 p.

Wilkinson C.R. Immunological evidence for the Precambrian origin of bacterial symbioses in marine sponges. *Proceedings of the Royal Society of London B Biological Sciences*. London, 1984, vol. 220, pp. 509-517.

Wilkinson C.R. Nutrient translocation from simboitic cyanobacteria to coral reef sponges.

Biologie des Spongaires, 1979. Int. C.N.R.S. Paris, no. 291, pp. 373-380.

Wolniewicz P. Late Famennian stromatoporoids from Dębnik Anticline, southern Poland. *Acta Palaeontologica Polonica*, 2009, vol. 54 (2), pp. 337-350. DOI: [10.4202/app.2007.0096](https://doi.org/10.4202/app.2007.0096)