Орешкина Т.В. (2025) Новые данные по диатомовым водорослям и силикофлагеллатам позднего мела разреза Усть-Манья, р. Северная Сосьва, Приполярное Зауралье // Стратиграфия. Геологическая корреляция. Т. 33. № 6. [в печати]

УДК.551.763.561.261+258(116.3)

НОВЫЕ ДАННЫЕ ПО ДИАТОМОВЫМ ВОДОРОСЛЯМ И СИЛИКОФЛАГЕЛЛАТАМ ПОЗДНЕГО МЕЛА РАЗРЕЗА УСТЬ-МАНЬЯ, Р. СЕВЕРНАЯ СОСЬВА, ПРИПОЛЯРНОЕ ЗАУРАЛЬЕ

Т. В. Орешкина

Геологический институт РАН, Москва, Россия

e-mail: tanya.oreshkina@gmail.com

Поступила в редакцию 17.03.2025 г.

После доработки 15.05.2025 г.

Принята к публикации 23.05.2025 г.

При переизучении выхода морских верхнемеловых отложений на р. Северная Сосьва в районе пос. Усть-Манья в толще диатомитов впервые установлены комплексы зоны Costopyxis antiqua по диатомеям и комплексы зоны Cornua trifurcata по силикофлагеллатам, предположительно датированные средним кампаном. Ассоциации, насчитывающие не менее 40 видов диатомовых и 10 видов силикофлагеллат, типичны для эпиконтинентального бассейна с контрастным сезонным климатом. Аналоги известны из разрезов восточного склона Урала, северных территорий Канады и юго-восточной части Восточно-Европейской платформы, что свидетельствует об устойчивых межбассейновых связях в кампанское время.

Ключевые слова: верхний мел, кампан, Приполярное Зауралье, биостратиграфия, диатомовые водоросли, силикофлагеллаты

ВВЕДЕНИЕ

В последние годы заметно вырос интерес к изучению ископаемых диатомовых водорослей и силикофлагеллат позднего мела, которые являются ключевыми индикаторами геологического возраста, палеоклимата, палеогеографии в бескарбонатных отложениях внетропических широт.

Для интервала апта–маастрихта разработана база данных, включающая 128 родов и 721 вид диатомовых водорослей (Bryłka et al., 2024). Полученные данные по составу и стратиграфическому распространению таксонов предполагается использовать как основу для построения филогенетических линий методом молекулярных часов. Большое

значение имеют и работы по филогении и таксономии диатомей (Witkowski, Harwood, 2010a, 2010b; Strelnikova, Nikitina, 2018) и силикофлагеллат (McCartney, 2013; McCartney et al., 2010, 2011a, 2011b, 2011c, 2014a). По результатам комплексного биостратиграфического изучения разреза морских меловых отложений по р. Хортон на северном побережье Канады (Diaz et al., 2024) была предложена схема корреляции зональных подразделений по радиоляриям, диатомеям, силикофлагеллатам, агглютинирующим фораминиферам и палиноморфам. Также в этом разрезе были получены U–Pb датировки обломочных цирконов из 5 слоев бентонитовых глин.

Однако для Восточного Зауралья – области широкого распространения мощных биокремнистых толщ верхнего мела – данные по диатомовым и силикофлагеллатам практически не обновлялись с середины 1970-х гг. Исключением является ряд работ по материалам коллекции А.П. Жузе, посвященных таксономической ревизии отдельных таксонов диатомовых (Witkowski et al., 2012; Witkowski, Harwood, 2014; Williams et al., 2023) и силикофлагеллат (McCartney et al., 2014b).

Впервые изучение диатомовых комплексов из ряда местонахождений Среднего и Северного Урала было проведено А.П. Жузе (1948, 1949а, 1949б, 1951, 1955), которая отнесла их к позднему мелу и описала ряд новых видов. В ходе дальнейших исследований (Кротов, 1959; Кротов, Шибкова, 1961; Векшина, 1961; Глезер, 1962, 1966) возраст этих отложений уточнялся с учетом общих геологических данных и находок микро- и макрофауны. Монографическое исследование диатомей кампана–маастрихта для севера Западной Сибири было проведено Н.И. Стрельниковой (1964, 1965а, 1965б, 1966а, 1966б, 1974) в основном по скважинным материалам. Анализ материалов разрезов 32 скважин показал, что отложения, в которых найдены диатомеи позднего мела со створками хорошей сохранности, приурочены к узкой полосе вдоль восточного склона Урала (рис. 1). Итогом послойного изучения толщ было выделение стратиграфической последовательности трех разновозрастных комплексов диатомей – первого (I) для нижнего кампана, второго и третьего (II и III) для верхнего кампана. Их возраст был определен на основе прямой корреляции в разрезах с зональными ассоциациями радиолярий. Позже установленная стратиграфическая последовательность диатомовых комплексов была использована при разработке зональной схемы позднего мела для разрезов побережья и островов Канадской Арктики (Tapia, Harwood, 2002). В предложенной схеме (рис. 2) западносибирские комплексы диатомей кампана, установленные Н.И. Стрельниковой, получили статус зон и название по виду-индексу. Соответственно, это зона Costopyxis antiqua для нижнего кампана, зона Trinacria indefinita и зона Stephanopyxis simonsenii для верхнего кампана. Для маастрихта была предложена

зона Azpeitiopsis morenoensis, являющаяся аналогом комплекса, установленного Н.И. Стрельниковой (Strelnikova, 1975). Для сантона была предложена зона Gladius antiquus. По материалам тех же разрезов Канадской Арктики была разработана зональная шкала по силикофлагеллатам для сантона–маастрихта и сопоставлена с зонами по диатомовым водорослям (McCartney et al., 2010).

В настоящей работе впервые приведены данные по диатомовым водорослям и силикофлагеллатам из разреза в районе поселка Усть-Манья на р. Северная Сосьва.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Выход верхнемеловых отложений на р. Северная Сосьва расположен в 6 км ниже по течению от пос. Усть-Манья (62°10'34.9" с.ш., 60°25'09.6" в.д.). Этот разрез известен с конца XVIII в. и неоднократно изучался впоследствии (Маринов и др., 2007, 2022). В монографии Н.И. Стрельниковой (1974) для Северо-Сосьвинского бассейна Западной Сибири упоминается обнажение вблизи пос. Усть-Манья, но при этом описание разреза и характеристика состава найденного в нем диатомового комплекса не приводятся.

В 2019 г. с целью более детального изучения этого разреза группа специалистов под руководством Е.Ю. Барабошкина произвела описание разреза с отбором проб для комплексного изучения микропланктонных групп и макрофауны, а также палеомагнитного датирования. Описание разреза с крупным оползнем в основании берегового обрыва и предварительные данные о стратиграфическом распространении макрофауны приведены в работе (Барабошкин и др., 2022). При этом была принята точка зрения о ненарушенной последовательности пачек, но допускалось, что по мере поступления новых данных строение разреза может быть уточнено. На основе изучения стратиграфического распространения аммонитов в верхней части разреза (пачки 4–6) были выделены аналоги аммонитовых зон нижнего–среднего кампана североамериканской стратиграфической схемы (рис. 2).

В разрезе выделены и описаны 6 пачек (по Барабошкин и др., 2022, с сокращениями). В оползневой части вскрываются (снизу вверх,):

пачка 1 (мощность 4.5 м) в основании оползня, представленная черными глинами с тонкими (1–2 см) прослоями мелкозернистого песка;

пачка 2 (мощность 2.45 м), состоящая из черных кремнистых алевролитов и аргиллитов с 10-сантиметровым прослоем фосфоритовых гравелитов;

пачка 3 (мощность 3 м), представленная светло-серыми, почти белыми, рыхлыми диатомитами с многочисленными следами жизнедеятельности Phycosiphon и более редкими Chondrites;

пачка 4 в верхней части оползня (предполагаемая мощность 8–9 м), сложенная темно-серыми, до черных, биотурбированными кремнистыми песчаниками.

Вышележащая часть разреза изучена в коренном залегании выше оползневого блока:

пачка 5 (мощность 3.8 м), представленная чередованием темно-серых глауконитовых плитчатых кремнистых песчаников с прослоями черных песчаных и алевритовых глин;

пачка 6 (видимая мощность 8.1 м), состоящая из толстоплитчатых кремнистых глауконитовых биотурбированных темно-серых, до черных, песчаников с глинисто-кремнистыми прослоями. Выше с размывом залегают четвертичные отложения.

Таким образом, в разрезе выделены пачки 1–4 в блоках “оползневой части” и пачки 5–6 в коренной стенке обнажения.

Комплексы диатомей и силикофлагеллат хорошей сохранности выделены из пачки 3, из которой было изучено 4 образца – 17/3, 18/3, 19/3, 20/3. Обработка образцов проводилась по принятому в Геологическом институте (ГИН) РАН протоколу (Александрова и др., 2012) с дополнительной очисткой створок диатомей в ультразвуковой мойке. Полуколичественная оценка общего содержания диатомей и отдельных видов (табл. 1) проводилась по балльной системе при увеличении ×400: A (Abundant, в массе) = 1 или более экземпляров в каждом поле зрения (ПЗ); C (Common, часто) = 1 экземпляр в 2 ПЗ; F (Few, нередко) = 1–2 экземпляра в каждом ряду покровного стекла; R (Rare, единично) = несколько экземпляров в препарате. Сохранность диатомей оценивается как G (Good, хорошая) = минимальное количество обломков; M (Moderate, средняя) = примерно равное количество обломков и целых створок; P (Poor, плохая) = целые створки встречаются редко. Микрофотографирование было выполнено в световом микроскопе Motic BA310 и в сканирующем микроскопе Tescan Vega MV-2300 в ГИН РАН.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Диатомовые водоросли и силикофлагеллаты присутствуют во всех 4 пробах, но наиболее представительный комплекс наблюдается в обр. 19-3 (рис. 3). Большинство встреченных видов диатомей и силикофлагеллат были первоначально описаны в упомянутых выше работах по отложениям верхнего мела восточного склона Урала.

Состав комплекса (табл. 1; табл. I, II) типичен для эпиконтинентального бассейна и примерно одинаков во всех изученных пробах. Доминирующую группу составляют Costopyxis antiqua (Jousé) Gleser, C. schulzii (Steinecke ex Schulz) Gleser, Cortinocornus

rossicus (Pantocsek) Gleser, различные морфотипы Gladiopsis speciosa (Schulz) Gersonde et Harwood, Stellarima steinii (Hanna) Sims, S. distincta (Long et al.) Sims. Также в комплексе заметную роль играют виды рода Eupyxidicula, но лишь небольшая часть из них имеет четкие морфологические признаки. Диагностированы Eupyxidicula uralensis (Strelnikova) Blanco et Wetzel, E. barbadensis (Greville) Blanco et Wetzel, E. dissona (Schulz) Blanco et Wetzel. Разнообразен состав рода Hemiaulus, представленный H. elegans Grunow, H. asymmetricus Jousé, H. aff. speciosus Jousé, H. echinulatus Jousé, H. antiquus Jousé, H. sporalis Strelnikova. В составе рода Trinacria – T. anissinovae Jousé, T. acutangula (Strelnikova) Barron, T. indefinita Jousé, T. excavata Heiberg, T. tessela Krotov, Trinacria insipiens Witt. Менее значительную роль в комплексе играют открытоморские виды – Thalassiosiropsis wittiana (Pantocsek) Hasle, Coscinodiscus mutabilis Strelnikova, Proboscia unicornis Jordan et Ito, Medlinia deciusii (Hanna) Nikolaev et Kociolek, Triceratium planum Strelnikova. Численность и разнообразие бентосных и тихопелагичесих видов незначительны. Среди них отмечены Paralia crenulata (Grunow) Gleser, Anuloplicata ornata (Grunow) Gleser, Pseudopodosira reticulata Strelnikova, Eunotogramma productum Grunow. Характерной особенностью комплекса является присутствие группы покоящихся спор диатомей. Их отличительная особенность – резкие различия в строении эпивальвы и гиповальвы, отсутствие соединительных поясков и ряд других признаков. Эта группа включает Odontotropis cristata Grunow, Goniothecium danicum (Grunow) Fenner; последний, возможно, является одной из створок предковой формы, описанной как Archaegoniothecium langebertalotii Witkowski, Harwood et Kulikovskiy. Присутствуют Pseudoaulacodiscus simsiae Witkowski, Harwood et Kulikovskiy, Poretzkia cf. umbonata Gleser, P. mirabilis Jousé, Pterotheca evermannii Hanna и ряд неидентифицированных таксонов.

В выделенном комплексе силикофлагеллат отмечены Lyramula furcula Hanna (доминант), L. arctica Bukry, L. minor (Deflandre) Deflandre, Cornua trifurcata Schulz, Gleserocha wisei McCathney et Witkowski, Vallacerta hortonii Hanna, V. simplex Jousé, Corbisema apiculata (Lemmermann) Frenguelli, C. archanlgelskiana Schulz.

Состав комплексов диатомей и силикофлагеллат пачки 3 с присутствием зональных видов-индексов и ряда биостратиграфических маркеров диатомей (Costopyxis antiqua, C. schulzii, Cortinocornus rossicus, Gladiopsis speciosa, Stellarima steinii, Hemiaulus asymmetricus, H. echinulatus Jousé) и силикофлагеллат (Cornua trifurcata, Lyramula minor, Vallacerta hortonii) типичен для диатомовой зоны Costopyxis antiqua и зоны Cornua trifurcata по силикофлагеллатам (рис. 2). Незначительное таксономическое разнообразие и низкие количественные показатели бентосных и тихопланктонных видов диатомей,

обычно характерных для прибрежных участков бассейна, предполагает относительную удаленность от берега – условия внешнего шельфа с нормальной соленостью. Это подтверждается заметным присутствием в комплексе силикофлагеллат. Группа покоящихся спор подразумевает сезонные колебания климата.

ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

Биостратиграфия и возраст

Полученные нами результаты хорошо согласуются с данными Н.И. Стрельниковой (1974) по Северо-Сосьвинскому бассейну Западной Сибири. В районе пос. Усть-Манья на р. Северная Сосьва ею были изучены материалы трех скважин (19, 22, 82) и одного обнажения (данные по нему не приводятся), которые вскрыли, по-видимому, наиболее полную стратиграфическую последовательность отложений кампана Зауралья общей мощностью около 200 м.

Кампанский возраст определяется Н.И. Стрельниковой по положению в разрезе. Согласно ее данным, в районе пос. Усть-Манья диатомиты согласно залегают на опоковидных породах с раннекампанскими аммонитами Scaphites hyppocrepis Dekay, Baculites acuminatus Glasun., которые подстилаются верхнесантонскими глинами с Inoceramus patootensis Lor. Нижнекампанский комплекс I (в современном понимании зона Costopyxis antiqua) встречен совместно с комплексом радиолярий Prunobrachium crassum и зоной по фораминиферам Spiroplectaminna lata. Стратиграфический диапазон вида-индекса зоны Costopyxis antiqua определяет положение нижней и верхней границ зоны. Незначительные различия в таксономическом составе диатомовых ассоциаций из разрезов Усть-Манья и скв. 22 можно объяснить фациальными различиями. Таксономический состав обоих комплексов насчитывает не менее 40 видов.

Следует отметить, что кампанский ярус Северо-Западной Европы имеет двухчленное деление, а для разрезов Северной Америки принято трехчленное деление, что необходимо иметь в виду при панбореальных корреляциях. Расчленение разреза Усть-Манья по аммонитовым зонам (Барабошкин и др., 2022) показало возможность использования трехчленного деления кампана для отложений севера Западной Сибири. Стратиграфическая последовательность диатомовых комплексов, выделенная Н.И. Стрельниковой (1974) и впоследствии переработанная в зональную схему (Tapia, Harwood, 2002) при изучении разрезов Канадской Арктики, сопоставлена с двухчленным делением кампана. При дальнейшем изучении меловых разрезов северных территорий Канады в долине р. Хортон (Diaz et al., 2024) было использовано трехчленное деление кампана и предложена схема сопоставления радиоляриевых зон с зонами по диатомовым

и силикофлагеллатам, фораминиферам и палинокомплексам (рис. 2). Исходя из установленного соотношения радиоляриевых зон с подразделениями кампана и маастрихта, возраст диатомовых зон и зон по силикофлагеллатам был скорректирован (Diaz et al., 2024. Диатомовая зона Costopyxis antiqua и зона Cornua trifurcata по силикофлагеллатам были отнесены к интервалу сантон–средний кампан.

Однако, судя по таблице распространения диатомей, приведенной в публикации (Diaz et al., 2024), нижнюю границу зоны Costopyxis antiqua логичнее было бы провести выше, на уровне 70 м в формации Смокинг Хиллс, где появляется типичный зональный комплекс (рис. 2, пунктирная линия). Нижняя часть формации с обедненным диатомовым комплексом, представленным тремя проходящими видами, вряд ли может быть отнесена к зоне Costopyxis antiqua, граница которой проводится по первому появлению этого вида. Также сомнительным представляется опускание нижней границы зоны Cornua trifurcata по силикофлагеллатам до сантона. Исходя из зональной шкалы по силикофлагеллатам (McCartney et al., 2010), в этом интервале должны присутствовать еще как минимум зона Schulzyocha ruppelii и зона Vallacerta tumidula, которые авторам не удалось выделить, вероятно, из-за бедности комплексов.

Возраст вышележащих зон тоже был пересмотрен (Diaz et al., 2024). Зона Trinacria indefinita и зона Arctyocha mesocena, ранее ограниченные верхним кампаном, теперь отнесены к среднему кампану–маастрихту. Возраст зоны Stephanopyxis simonsenii и зоны Arctyocha quadrata повышен до раннего маастрихта.

Если принять во внимание скорректированный возраст зон по диатомовым и силикофлагеллатам Северной Канады, то можно сделать вывод о том, что отложения пачки 3 в разрезе Усть-Манья имеют среднекампанский возраст и являются более молодыми по сравнению с отложениями пачек 4–6, которые датированы по аммонитам ранним–средним кампаном. Такой вывод свидетельствует в пользу точки зрения о нарушении последовательности слоев: диатомиты должны перекрывать (а не подстилать) толщи песчаников с аммонитами нижнего и среднего кампана.

Палеогеографические обстановки

Сравнение с данными по Канадской Арктике (Tapia, Harwood, 2002; Witkowski et al., 2011; Diaz et al., 2024) показывает, что наиболее близкий состав зоны Costopyxis antiqua наблюдается в верхней части формации Кангук о-ва Девон (Witkowski et al., 2011). Возраст этой зоны понимается как кампанский на основании находок палиноморф Translucentipolis plicatilis Chlonova и Wodehouseila edmontoniacola Wiggins.

Комплексы диатомей и силикофлагеллат разреза Усть-Манья также близки по таксономическому составу к одновозрастным комплексам карьера Кологривовка Саратовской области Восточно-Европейской платформы (ВЕП), но с различиями в экологической структуре и в таксономическом составе (Орешкина и др., 2013). Здесь доминирует группа видов Paralia, связанная с прибрежными опресненными водами внутреннего шельфа. Комплекс разреза Усть-Манья с редкими представителями этой группы и массовыми Costopyxis и Eopyxidicula, по-видимому, отражает более мористые условия внешнего шельфа.

Таким образом, в ряде разрезов верхнего мела панбореальной надобласти прослеживается стратиграфический интервал, отражающий благоприятные условия для развития биокремнистого микропланктона. По данным абсолютного возраста по разрезу р. Хортон (Diaz et al., 2024) этот интервал находится в пределах от 80.93 ± 0.18 до 69.25 ± 0.01 млн лет. Наиболее представительные комплексы диатомовой зоны Costopyxis antiqua и зоны по силикофлагеллатам Cornua trifurcata в разрезах северных территорий Канады, восточного склона Урала и ВЕП насчитывают соответственно не менее 40 таксонов диатомовых с учетом видов с открытой номенклатурой и 10 видов силикофлагеллат. Для них характерна высокая внутривидовая изменчивость и наличие переходных форм, особенно для родов Triceratium, Trinacria, Eopyxidicula, Hemiaulus, которые находятся в процессе таксономической ревизии. Их отличительной особенностью является присутствие слабо изученной группы покоящихся спор, что указывает на проявление сезонных колебаний температуры в панбореальных бассейнах кампана.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

При переизучении разреза морского верхнего мела Усть-Манья в нем впервые (в пачке 3) найдены остатки диатомовых водорослей и силикофлагеллат. В результате корреляции изученных комплексов с ассоциациями зональных подразделений, разработанных для верхнего мела по этим кремнистым микрофоссилиям, сделан вывод о кампанском (среднекампанском) возрасте вмещающих толщ.

Полученные данные указывают на то, что отложения пачки 3, выделенной в толще оползня, являются более молодыми по сравнению с отложениями пачек 5–6 коренного обнажения, датированными ранним–средним кампаном по присутствию реперных видов аммонитов североамериканской зональной схемы. В свете рассмотренных материалов версия о нарушенной последовательности слоев выглядит предпочтительнее, однако вопрос о строении разреза Усть-Манья окончательно решенным считать нельзя.

Состав и структура изученных комплексов силикофоссилий свидетельствует о формировании диатомитов в пределах внешнего шельфа морского эпиконтинентального бассейна с нормальной соленостью и сезонными колебаниями температуры.

Благодарности. Автор благодарит Е.Ю. Барабошкина и В.А. Маринова за предоставленные образцы и материалы по разрезу Усть-Манья, а также Н.В. Горькову и С.В. Гришина за помощь в лабораторной обработке и съемке в сканирующем электронном микроскопе. Конструктивные замечания А.Ю. Гладенкова, В.С. Вишневской, М.А. Рогова помогли значительно улучшить содержание статьи.

Источники финансирования. Работа выполнена в рамках госзадания Геологического института РАН.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Александрова Г.Н., Орешкина Т.В., Яковлева А.И., Радионова Э.П. Диатомеи и диноцисты в интервале позднего палеоцена–раннего эоцена в биокремнистых фациях Среднего Зауралья // Стратиграфия. Геол. корреляция. 2012. Т. 20. № 3. С. 1–26.

Барабошкин Е.Ю., Маринов В.А., Семаков Н.Н., Мирзабаев Д.А., Барабошкина Т.А. Новые данные о кампанских отложениях р. Северная Сосьва (Северный Урал). Предварительные результаты // Меловая система России и ближнего зарубежья: проблемы стратиграфии и палеогеографии. Материалы XI Всероссийского совещания. Томск: Изд-во Томского государственного университета, 2022. С. 45–49.

Векшина В.Н. Новый род и новые виды диатомовых из меловых и палеогеновых отложений Западно-Сибирской низменности // Труды Сиб. науч.-иссл. ин-та геол., геофиз. и минер. сырья. 1961. Вып. 15. С. 89–97.

Глезер З.И. Новый вид рода *Poretzkia* Jousé (Bacillariophyta) из отложений Восточного склона Урала// Ботан. материалы отдела споровых растений БИН АН СССР. 1962. Т. 15. С. 32–33.

Глезер З.И. Кремневые жгутиковые водоросли (силикофлагеллаты). Флора споровых растений СССР. Т. 7. М.–Л.: Изд-во АН СССР, 1966. С. 1–330.

Жузе А.П. Дотретичные диатомовые водоросли // Ботан. журн. 1948. Т. 33. № 3. С. 345–356.

Жузе А.П. Диатомовые водоросли мезозойских отложений. Диатомовый анализ. Л.: Госгеолиздат, 1949а. Кн. 1. С. 109–114.

Жузе А.П. Новые диатомовые и кремневые жгутиковые водоросли верхнемелового возраста из глинистых песков бассейна р. Актай (восточный склон Северного Урала) //

Ботан. материалы отдела споровых растений БИН АН СССР. 1949б. Т. 6. Вып. 1–6. С. 65–78.

Жузе А.П. Диатомовые и кремневые жгутиковые верхнемелового возраста Северного Урала // Ботан. материалы отдела споровых растений БИН АН СССР. 1951. Т. 7. С. 24–42.

Жузе А.П. Новые виды p. Gladius Schulz в отложениях верхнемелового возраста // Ботан. материалы отдела споровых растений БИН АН СССР. 1955. Т. 10. С. 72–81.

Кротов А.И. Новые виды диатомовых водорослей из верхнемеловых отложений Урала // Ботан. материалы отдела споровых растений БИН АН СССР. 1959. Т. 12. С. 106–112.

Кротов А.И., Шибкова К.Г. Комплексы диатомовых и кремневых жгутиковых в верхнемеловых, палеогеновых и неогеновых отложениях восточного склона Урала и Зауралья // Материалы по геологии и полезным ископаемым Урала. М.: Госгеолтехиздат, 1961. Вып. 9. С. 191–249.

Маринов В.А., Соболев Е.С., Игольников А.Е., Урман О.С. Биостратиграфия терминального мела Сибири // Материалы совещания “Меловая система России и ближнего Зарубежья: проблемы стратиграфии и палеогеографии”. Саратов: Саратовский университет, 2007. С. 137–153.

Маринов В.А., *Барабошкин Е.Ю.*, *Гнибиденко З.Н.*, *Валащик И., Агалаков С.Е.*, *Кудаманов А.И.*, *Новоселова М.Ю.* Верхнемеловой Березовский горизонт Западной Сибири // Бюлл. Моск. о-ва испытателей природы. Отд. геол. 2022. Т. 97. Вып. 4. С. 12–39.

Орешкина Т.В., Лыгина Е.А., Вожжова О.А., Иванов А.В. Диатомовые и силикофлагеллаты верхнего мела Саратовской области: биостратиграфия и обстановки седиментации // Стратиграфия. Геол. корреляция. 2013. Т. 21. № 2. С. 1–16. https://doi.org/10.7868/s0869592x13020087

Стрельникова Н.И. Новые виды диатомовых водорослей из верхнемеловых отложений бассейна р. Сыни (Западная Сибирь) // Тр. ВНИГРИ. 1964. Вып. 239. С. 229–232.

Стрельникова Н.И. Диатомовые водоросли из верхнемеловых отложений северо-запада Западно-Сибирской низменности // Ботан. журн. 1965а. Т. 50. № 7. С. 986–990.

Стрельникова Н.И. Редкие и новые виды позднемеловых диатомовых водорослей восточного склона Полярного и Приполярного Урала // Новости систематики низших растений. М.–Л.: Наука, 1965б. С. 29–37.

Стрельникова Н.И. Ревизия позднемеловых представителей родов Gladius Schulz и Pyxilla Grev. (Bacillariophyta)// Новости систематики низших растений. М.–Л.: Наука, 1966а. С. 23–36.

Стрельникова Н.И. Новые виды рода Aulacodiscus Ehr. из позднемеловых отложений Приполярного Урала // Новости систематики низших растений. М.–Л.: Наука, 1966б. С. 36–38.

Стрельникова Н.И. Диатомеи позднего мела (Западная Сибирь). М.: Наука, 1974. 203 с.

Bryłka K., Ashworth M.P., Alverson A.J., Conley D.J. The Cretaceous Diatom Database: A tool for investigating early diatom evolution // J. Phycology. 2024. V. 60. № 3. https://doi.org/10.1111/jpy.13499

Diaz J.F., Pedersen P.K., Galloway J.M., Bringue M., Grasby S.E. Santonian-early Maastrichtian radiolarian biostratigraphy of the northern mainland coast of Arctic Canada // Palaeogeogr. Palaeoclimatol. Palaeoecol. 2024. V. 651. https://doi.org/10.1016/j.palaeo.2024.112398

Kent D., Gradstein F. A Cretaceous and Jurassic geochronology // Bull. Geol. Soc. Am. 1995. № 96. P. 1419–1427. https://doi.org/10.1130/0016-7606(1985)96<1419:ACAJG>2.0.CO;2

McCartney K. A review of past and recent research on Cretaceous silicoflagellates // Phytotaxa. 2013. V. 127. № 1. P. 190–200. http://dx.doi.org/10.11646/phytotaxa.127.1.18

McCartney K., Witkowski J., Harwood D.M. Early evolution of the silicoflagellates during the Cretaceous // Marine Micropaleontol. 2010. V. 77. P. 83–100. http://dx.doi.org/10.1016/j.marmicro

McCartney K., Harwood D.M., Witkowski J. Unusual examples of the silicoflagellate *Lyramula simplex* from the Campanian of northwestern Canadian Arctic // J. Nannoplankton Res. 2011a. V. 2. P. 33–37.

McCartney K., Witkowski J., Harwood D.M. Late Cretaceous silicoflagellate taxonomy and biostratigraphy of the Arctic Margin, Northwest Territories, Canada // Micropaleontology. 2011b. V. 7. P. 61–86.

McCartney K., Witkowski J., Harwood D.M. Unusual assemblages of Late Cretaceous silicoflagellates from the Canadian Archipelago // Rev. Micropaléontol. 2011c. V. 54. P. 31–58.

McCartney K., Witkowski J., Harwood D.M. New insights into skeletal morphology of the oldest known silicoflagellates: *Variramus*, *Cornua* and *Gleserocha* gen. nov. // Rev. Micropaléontol. 2014a. V. 57. № 2. P. 75–91. https://doi.org/10.1016/j.revmic.2014.05.001

McCartney K., Witkowski J., Kulikovskiy M. Early Campanian silicoflagellates from the Ural Federal District, Russia: a taxonomic and biostratigraphic reexamination of the A. P. Jousé sample suite // Micropaleontology. 2014b. V. 60. № 6. P. 543–556.

Strelnikova N.I. Diatoms of the Cretaceous period // Third Symposium on Recent and Fossil Diatom. Kiel: Nova Hedwigia, 1975. Beih. 5. P. 311–321.

Strelnikova N.I., Nikitina E.N. Some Cretaceous and Paleogene *Trinacria, Medlinia, Sheshukovia* species from Russia (Volga river region, Western Siberia), Kazakhstan and Ukraine// Nova Hedwigia. 2018. Beih. 147. P. 193–228. https://doi.org/10.1127/nova-suppl/2018/017

Tapia P.M., Harwood D.M. Upper Cretaceous diatom biostratigraphy of the Arctic Archipelago and northern continental margin, Canada // Micropaleontology. 2002. V. 48. № 4. P. 303–342.

Williams D.M., Sims P.A., Witkowski J. Notes on the rare Cretaceous species *Syndetocystis uralensis* Strelnikova leading to the description of a new monotypic genus *Monoportula* P.A. Sims et D.M. Williams nov. gen. // Phytotaxa. 2023. V. 595. P. 219–224.

Witkowski J., Harwood D. Blochia and *Nikolaevia*: new Cretaceous diatom genera related to S*tellarima* Hasle & Sims // Diatom Res. 2010a. V. 25. № 2. P. 445–458. http://dx.doi.org/10.1080/0269249X.2010.9705862

Witkowski J., Harwood D.M. Observations on two Late Cretaceous species of *Lepidodiscus* Witt (Bacillariophyta) from Devon Island, Canadian High Arctic // Micropaleontology. 2010b. V. 56. № 6. P. 587–597.

Witkowski J., Harwood D.M. Hemiaulus giganteus Jousé ex Strelnikova: lectotypification and comparison to the generitype*, H. proteus* Heiberg // Nova Hedwigia. 2014. Beih. 143. P. 497–505.

Witkowski J., Harwood D.M., Chin K. Taxonomic composition, paleoecology and biostratigraphy of Late Cretaceous diatoms from Devon Island, Nunavut, Canadian High Arctic // Cretaceous Res. 2011. V. 32. P. 277–300.

Witkowski J., Harwood D.M., Kulikovskiy M. Observations on Late Cretaceous marine diatom resting spore genera *Pseudoaulacodiscus* and A*rchaegoniothecium* gen. nov. // Nova Hedwigia. 2012. Beih. 141. P. 375–404.

Рецензенты А.Ю. Гладенков, В.С. Вишневская

ПОДПИСИ К РИСУНКАМ И ФОТОТАБЛИЦАМ

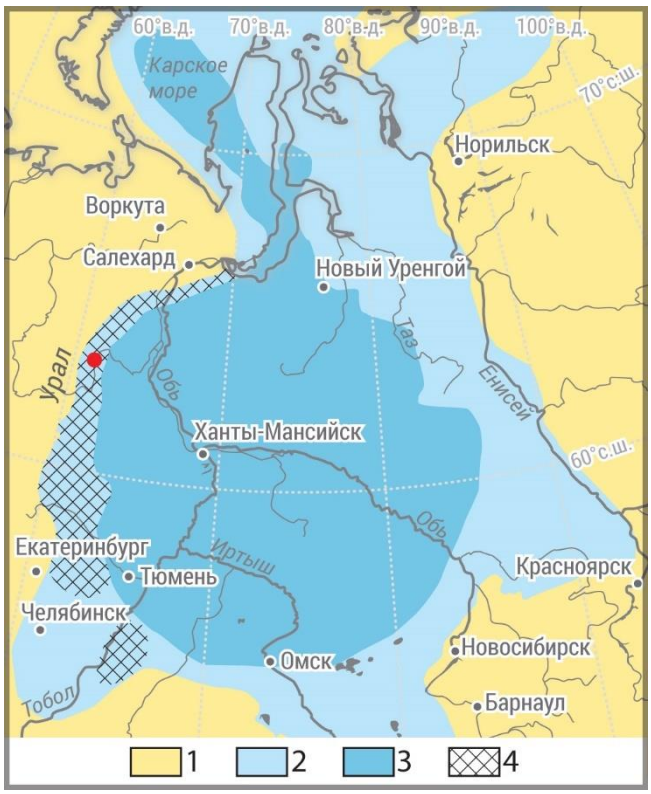

Рис. 1. Местоположение изученного разреза Усть-Манья (красный кружок) на литофациальной схеме верхнего мела Западной Сибири (по Стрельникова, 1974).

1 – область денудации; 2– прибрежные отложения; 3 – морские отложения; 4 – область накопления биокремнистых отложений.

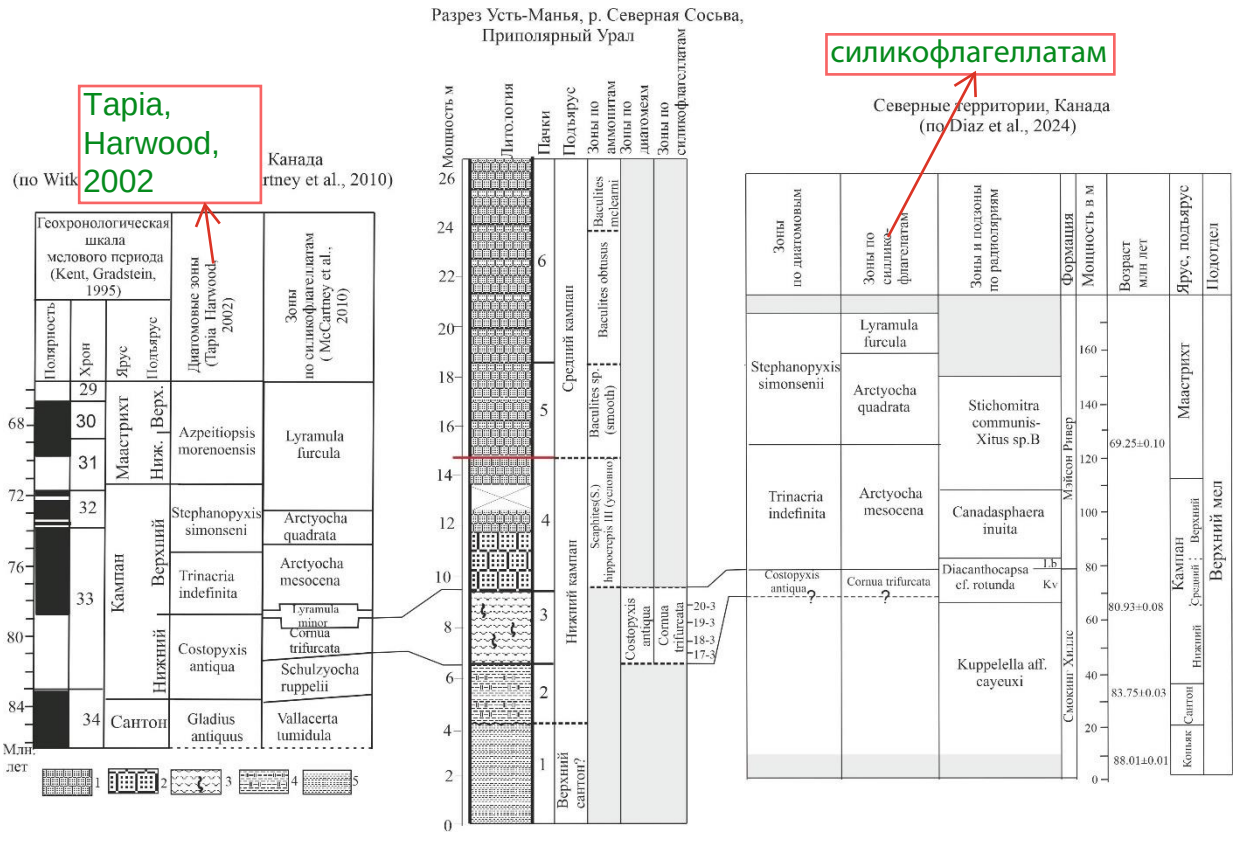

Рис. 2. Корреляция выделенных в разрезе Усть-Манья комплексов по диатомовым водорослям и силикофлагеллатам с зональными биостратиграфическими схемами по диатомеям и силикофлагеллатам для Северных территорий Канады.

Литология и расчленение разреза по (Барабошкин и др., 2022). Красной линией показана граница между оползневой и коренной частями разреза. Подзоны по радиоляриям: Kv – Kreuzstella vierkantiga; Lb – Lithostrobus borealis. Литология: 1 – тонкослоистые плитчатые песчаники; 2 – толстослоистые плитчатые песчаники; 3 – диатомиты с биотурбациями; 4 – кремнистые аргиллиты и алевролиты; 5 – черные глины.

Таблица 1. Распределение диатомей и силикофлагеллат в пачке 3 разреза Усть-Манья.

№ образца	17-3	18-3	19-3	20-3
Обилие	C	C	A	F
Сохранность	P	P	G	P
Диатомовые водоросли				
Anuloplicata ornata (Grunow) Gleser, 1992	R	R	F	R
Archaegoniothecium langebertalotii Witkowski, Harwood and Kulikovskiy, 2012	-	R	F	-
Archaegoniothecium sp.	-	-	R	-
Cortinocornus rossicus (Pantocsek) Gleser, 1984	C	C	C	C
Coscinodiscus mutabilis Strelnikova, 1974	-	F	F	-

Costopyxis antiqua (Jousé) Gleser, 1984	A	A	A	A
Costopyxis schulzii (Steinecke ex Schulz) Gleser, 1984	C	-	A	C
Eunotogramma productum Grunow, 1988	-	-	R	-
Eupyxidicula barbadensis (Greville) Blanco et Wetzel, 2016	-	R	F	R
Eupyxidicula dissona (Schulz) Blanco et Wetzel	R	F	C	F
Eupyxidicula uralensis (Strelnikova) Blanco et Wetzel, 2016	F	F	C	F
Gladiopsis speciosa (Schulz) Gersonde et Harwood, 1966	F	F	C	F
Goniothecium danicum (Grunow) Fenner, 1994	R	-	F	-
Hemiaulus antiquus Jousé, 1951	R	R	F	R
H. asymmetricus Jousé, 1951	-	R	F	R
H. echinulatus Jousé, 1949	F	F	C	F
H. elegans (Heiberg) Grunow, 1884	R	R	F	-
H. sporalis Strelnikova, 1971	-	-	R	-
H. aff. speciosus Jousé, 1951	-	-	R	-
Medlinia deciusii (Hanna) Nikolaev et Kociolek, 2001	F	F	C	F
Odontotropis cristata (Grunow) Grunow, 1884	-	-	R	-
Poretzkia mirabilis Jousé, 1951	R	R	F	R
Poretzkia cf. umbonata Gleser, 1962	-	-	F	-
Proboscia unicornis Jordan and Ito, 1998	F	F	F	-
Pseudoaulacodiscus simsiae Witkowski, Harwood et Kulikovskiy, 2012	-	-	F	R
Pseudopodosira reticulata Strelnikova, 1974	R	R	F	R
Pseudopodosira simplex (Jousé) Strelnikova, 1974	R	-	F	R
Pterotheca evermannii Hanna, 1927	-	-	R	-
Stellarima steinii (Hanna) Sims, 1987	C	C	C	C
Trinacria acutangulum (Strelnikova) Barron, 1985	F	F	F	F
T. anissinovae Jousé, 1949	F	C	C	C
T. indefinita Jousé, 1951	F	F	C	F
T. tessela Krotov, 1959	-	-	F	-
T. excavata Heiberg, 1863	F	F	C	C
Thalassiosiropsis wittiana (Pantocsek) Hasle, 1985	C	C	C	C
Trinacria insipiens Witt, 1886	_	R	F	R
Vallodiscus sp.	-	-	F	-
Силикофлагеллаты				
Corbisema archanlgelskiana Schulz, 1928	F	F	C	F
Triceratium planum Strelnikova, 1985	-	-	F	-
Corbisema apiculata (Lemmermann) Frenguelli, 1940	C	C	C	C
Cornua trifurcata Schulz, 1928	F	F	C	F
Gleserocha wisei McCathney et Witkowski, 2014	F	F	C	F
Lyramula arctica Bukry, 1981	C	F	C	F
L. furcula Hanna, 1928	C	C	A	C
L. minor (Deflandre) Deflandre, 1950	R	R	C	F
Vallacerta hortonii Hanna, 1928	F	F	C	F
V. simplex Jousé, 1949	-	R	F	R

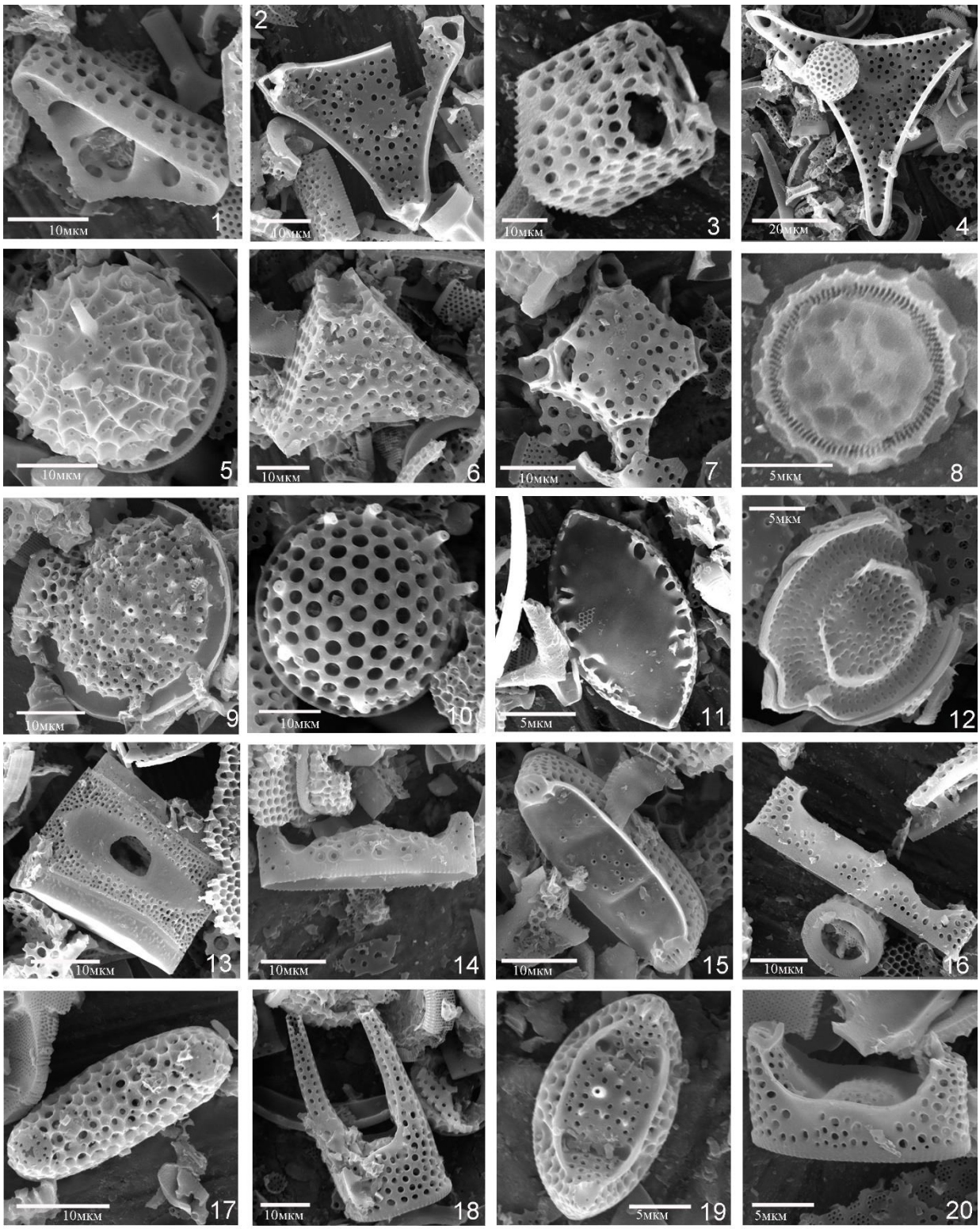

Таблица I. Характерные виды диатомовых водорослей кампана, разрез Усть-Манья, Приполярное Зауралье, обр. 19/3. Коллекция 4596/8, лаборатория микропалеонтологии, Геологический институт РАН.

1 – Medlinia deciusii (Hanna) Nikolaev et Kociolek; 2 – Trinacria anissimovae Jousé; 3 – Triceratium planum Strelnikova; 4 – Trinacria excavata Heiberg; 5 – Costopyxis antiqua (Jousé) Gleser; 6 – Triceratium sp.; 7 – Trinacria tessela Krotov; 8 – Pseudopodosira reticulata

Strelnikova; 9 – Costopyxis schulzii (Steineke et Schulz) Gleser; 10 – Eupyxidicula uralensis (Strelnikova) Blanco et Wetzel; 11, 13 – Hemiaulus sporalis Strelnikova; 12 – Poretzkia sp. cf. P. umbonata Gleser; 14 – Hemiaulus? sp.; 15 – Hemiaulus echinulatus Jousé; 16 – Hemiaulus asymmetricus Jousé; 17 – Cortinocornus rossicus (Pantocsek) Gleser; 18 – Hemiaulus speciosus Jousé; 19, 20 – Hemiaulus antiquus Jousé.

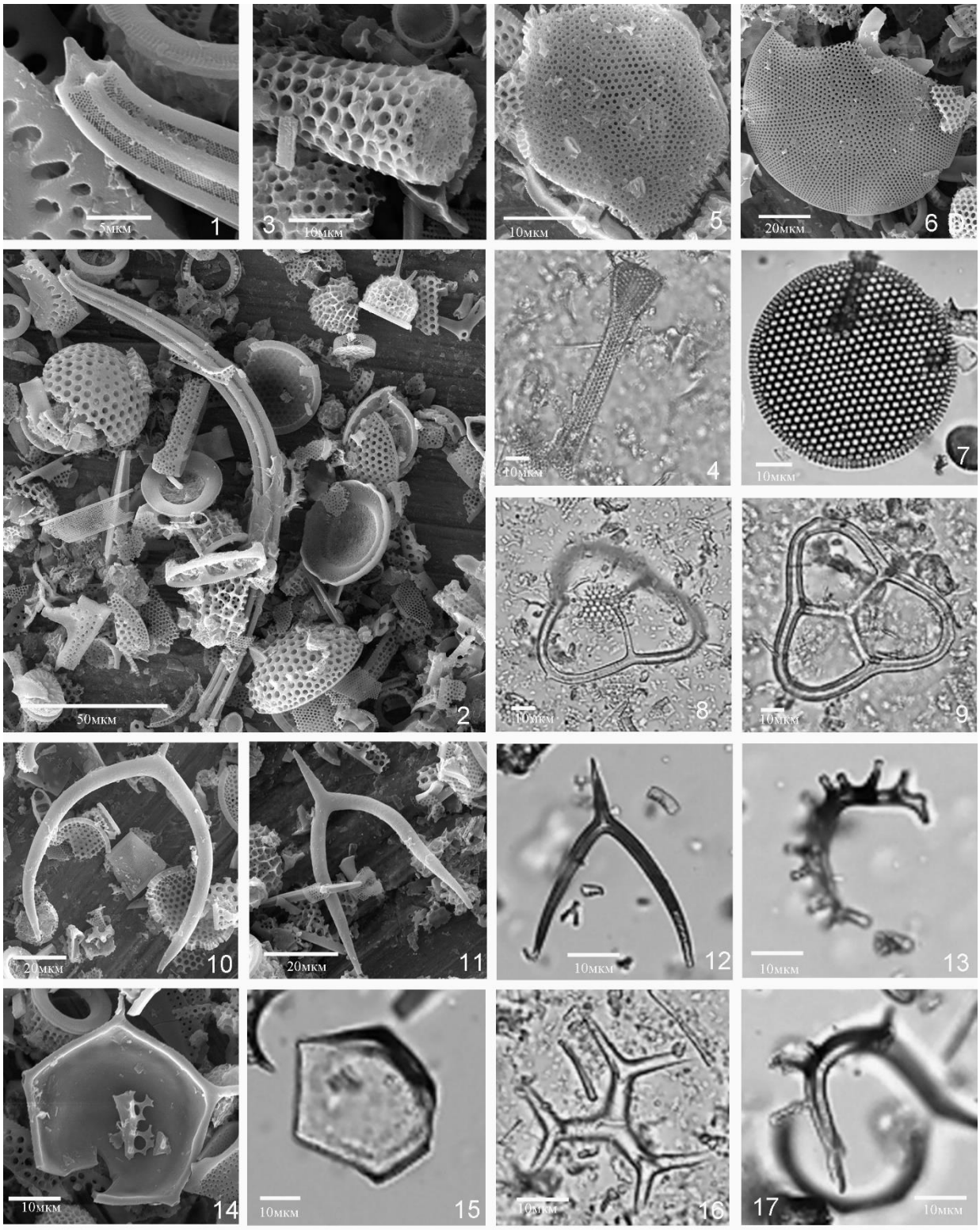

Таблица. II. Характерные виды диатомовых водорослей и силикофлагеллат кампана, разрез Усть-Манья, Приполярное Зауралье, обр. 19/3. Коллекция 4596/8, лаборатория микропалеонтологии, Геологический институт РАН.

1, 2 – Proboscia unicornis Jordan et Ito; 3, 4 – Gladiopsis speciosa (Schulz) Gersonde et Harwood; 5 – Stellarima steinii (Hanna) Sims; 6 – Stellarima distincta (Long et al.) Sims; 7 – Thalassiosiropsis wittiana (Pantocsek) Hasle; 8 – Corbisema apiculata (Lemmermann) Frenguelli; 9 – Corbisema archanlgelskiana Schulz; 10 – Lyramula minor (Deflandre) Deflandre; 11 – Lyramula furcula Hanna; 12 – Lyramula arctica Bukry; 13 – Variramus? sp.; 14 – Vallacerta hortoni Hanna; 15 – Vallacerta simplex Jousé; 16 – Cornua trifurcata Schulz; 17 – Gleserocha wisei McCartney, Witkowski et Harwood.

New Data on Diatoms and Silicoflagellates of the Late Cretaceous of the Ust'-Manya Section, Severnaya Sos'va River, Subpolar Trans-Urals

T. V. Oreshkina

Geological Institute of the Russian Academy of Sciences, Moscow, Russian Federation

e-mail: tanya.oreshkina@gmail.com

During the re-examination of the outcrop of marine Upper Cretaceous deposits on the Severnaya Sosva River in the area of the settlement of Ust-Manya, the complexes of the Costopyxis antiqua Zone for diatoms and the Cornua trifurcata Zone for silicoflagellates, presumably dated to the middle Campanian, were established for the first time in the diatomite layer. The associations, numbering at least 40 species of diatoms and 10 species of silicoflagellates, are typical of an epicontinental basin with seasonal contrast. Analogues are known from sections of the eastern slope of the Urals, Northern territories of Canada and the southeastern part of the East European Platform, which indicates stable interbasin connections of the Panboreal realm in the Campanian.

Keywords: Upper Cretaceous, Campanian, Subpolar Trans-Urals, biostratigraphy, diatoms, silicoflagellates

Словарь:

р. Северная Сосьва =Severnaya Sos'va

Приполярное Зауралье= Polar Trans-Urals

пос. Усть-Манья = Ust'-Manya

р. Хортон = Horton river

Восточное Зауралье = East Trans-Urals

Средний и Северный Урал Middle and North Urals

Канадская Арктика = Canadian Arctic

Северо-Сосьвинский бассейн Западной Сибири.

Формация Кангук =Kanguk Formation

Формация Смокинг Хиллс=Smoking Hills Formation

Кологривовка Саратовской области =Kologrivovka, Saratov oblast’

о-ва Девон =Devon Island

Рис. 2.

Witkowski et al., 2011

McCartney et al., 2010

Tapia, Harwood, 2002

Azpeitiopsis moronensis

Stephanopyxis simonseni

Trinacria indefinita

Costopyxis antiqua

Gladius antiquus

McCartney et al., 2010

Lyramula furcula

Arctyocha quadrata

Arctyocha mesocena

Lyramula minor

Cornua trifurcata

Schulzyocha ruppelii

Vallacerta tumidula

Baculites mclearni

Baculites obtusus

Baculites sp. (smooth)

Scaphites(S.) hippocrepis

Costopyxis antiqua

Cornua trifurcata

Diaz et al., 2024

Stephanopyxis simonseni

Trinacria indefinita

Costopyxis antiqua

Lyramula furcula

Arctyocha quadrata

Arctyocha mesocena

Cornua trifurcate

Stichomitra communis- Xitus sp. B

Canadasphaera inuita

Diacanthocapsa cf. rotunda

Lb Kv

Kuppelella aff. cayeuxi