

УДК 551.86(561.252)

ТАКСОНОМИЧЕСКОЕ РАЗНООБРАЗИЕ КОНЬЯК-САНТОНСКИХ ДИНОЦИСТ СЕВЕРНОГО ПОЛУШАРИЯ: НЕКОТОРЫЕ АСПЕКТЫ БИОГЕОГРАФИИ И ПАЛЕОГЕОГРАФИИ

Н.К. Лебедева

Институт нефтегазовой геологии и геофизики им. А.А. Трофимука СО РАН,
630090, Новосибирск, просп. Академика Коптюга, 3, Россия

Проведена таксономическая типизация комплексов диноцист на основе качественной и количественной оценки их родового состава для Северного полушария в коньак-сантонское время в целях выявления корреляционных таксонов. Типизация осуществлялась методом кластерного анализа по расчетной модели Жаккарда (программа BioDiversity Professional, 1997). В коньаке выделено три типа комплексов диноцист. В относительно холодноводном Западно-Сибирском бассейне по сравнению с туроном уменьшается число космополитных таксонов и видовой эндемизм продолжает нарастать. В настоящее время выявлены только таксоны, позволяющие проводить внутрибассейновые корреляции. Для сантонского времени установлены также три типа комплексов диноцист. Свободные межбассейновые связи в Северном полушарии обеспечили выравнивание родового состава между тремя выявленными типами и появление характерных таксонов, позволяющих проводить межрегиональную корреляцию.

Цисты динофлагеллат, коньак, сантон, биогеография, палеогеография, корреляция

BIOGEOGRAPHY AND PALEOGEOGRAPHY OF TAXONOMIC DIVERSITY OF CONIACIAN-SANTONIAN DINOCYSTS OF THE NORTHERN HEMISPHERE

N.K. Lebedeva

Dinocyst assemblages are subjected to taxonomic typification based on a qualitative and quantitative assessment of their generic composition for the Northern Hemisphere during the Coniacian–Santonian time in order to identify correlation taxa. The typification is carried out using a cluster analysis according to the Jaccard calculation model (BioDiversity Professional, 1997). Three types of dinocyst assemblages have been identified in the Coniacian. As compared to the Turonian, the relatively cold-water West Siberian basin is characterized by a decrease in the number of cosmopolitan taxa and an increase in species endemism. The only taxa identified at present are those allowing for intrabasin correlations. Three types of dinocyst assemblages have also been established for the Santonian. Free interbasin connections in the Northern Hemisphere contribute to the equalization of the generic composition between the three identified types and to the identification of characteristic taxa that allow for interregional correlation.

Dinoflagellate cysts, Coniacian, Santonian, biogeography, paleogeography, correlation

ВВЕДЕНИЕ

Исследования биогеографических закономерностей расселения цист динофлагеллат в меловое время имеет важное значение для стратиграфических построений и межрегиональных корреляций. Данная статья является продолжением биогеографических исследований цист динофлагеллат в позднемеловую эпоху, в результате которых была проведена типизация комплексов диноцист на основе качественной и количественной оценки их родового состава для Северного полушария в сеноман-туронское время [Лебедева, 2023]. В статье рассмотрены теоретические вопросы биогеографии по планктонным водорослям и история биогеографических исследований по динофлагеллатам. Было установлено, что сеноманские комплексы диноцист слабо дифференцированы; выявлено большое количество космополитных родов, что хорошо согласуется с палеоботаническими данными об очень теплом, гумидном климате. В туроне уменьшается число космополитных родов диноцист, резко возрастает видовой эндемизм в отдельных туронских бассейнах. Усиливается дифференциация комплексов и уменьшается их корреляционный потенциал.

Целью настоящей работы является изучение таксономического разнообразия цист динофлагеллат, их географической дифференциации и корреляционного потенциала для Северного полушария в коньак-сантонское время.

Панбореальная корреляция верхнемеловых отложений по диноцистам затрудняется их исключительным разнообразием и провинциализмом. Изучение географической дифференциации диноцист позволяет выявлять таксоны, пригодные для межрегиональных корреляций. Обычно в качестве видов-индексов биостратонов выбирают характерные для данного местонахождения диноцисты, которые могут отсутствовать или редко встречаться на других территориях, что иногда делает разработанные шкалы несопоставимыми. Поэтому для выяснения корреляционного потенциала позднемеловых диноцист были проанализированы литературные источники, содержащие полный список таксонов и, по возможности, с датировками по другим группам ископаемых.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Позднемеловая эпоха отличается исключительным разнообразием и провинциализмом диноцист, что затрудняет их использование для межрегиональных корреляций, но дает представление о климатических предпочтениях различных морфотипов. Для коньк-сантонского времени было проанализировано географическое распространение более 70 родов диноцист в 24 местонахождениях Северного полушария. На основе качественной и количественной оценки с помощью статистических методов была проведена таксономическая типизация комплексов диноцист, выявлена степень их сходства и различия. Материалом для этой работы послужили собственные исследования автора на разрезах Усть-Енисейского и Хатангского районов, скважин Западной Сибири и Карского шельфа, Приполярного Урала, Полярного Предуралья, Южного Зауралья, а также многочисленные литературные источники по Русской платформе, Северной Америке, северу Южной Америки, Европе, Африке. Для количественной оценки сходства сравниваемых флор динофлагеллат использовались только публикации, в которых отражены достаточно представительные по видовому разнообразию комплексы диноцист и представлены достоверные возрастные датировки по ортостратиграфическим группам фауны. Типизация комплексов осуществлялась методом кластерного анализа по расчетной модели Жаккарда (программа BioDiversity Professional, 1997, The Natural History Museum and The Scottish Association For Marine Science) [Лебедева, 2023]. Для объединения кластеров в иерархическую структуру использовался метод связи группового среднего, который применяется в случаях, когда естественные объекты не имеют на самом деле иерархического соподчинения. Построенные дендрограммы отражают степень сходства (%) комплексов диноцист из различных местонахождений по родовому составу. Выявленные кластеры представляют собой типы, объединяющие комплексы диноцист, наиболее близкие по этому признаку. Для каждого типа комплексов диноцист различных регионов выявлялось количество встреченных только в конкретном типе родов (называемых характерными), общих для разных типов и космополитных.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Коньк. Прослежено распределение 75 родов из 20 местонахождений. Установлено три типа комплексов (рис. 1). В составе космополитных родов присутствуют *Canningia*, группа *Cyclonephelium/Circulodinium*, *Coronifera*, *Kallosphaeridium*, *Odontochitina*, *Palaeohystrichophora*, *Subtilisphaera*. Это существенно меньше, чем число космополитных родов в позднем сеномане и туроне [Лебедева, 2023].

Tun 1co установлен в терригенных осадках Усть-Енисейского района, Приполярного Урала (р. Сыня, скв. Березовская 23к), Южного Зауралья (скв. 9, 3, 13), скважинах Западной Сибири (Южно-Русская 113, Медвежья 50, скв. 2, 8, 10 Русско-Полянского района (Омский прогиб)), Карского моря (скв. Ленинградская 1). В составе диноцист насчитывается 40 родов. Роды представлены небольшим количеством видов (1—2). Наибольшее видовое разнообразие установлено для родов *Alterbidinium* (3 вида), *Chatangiella* (12), *Spinidinium* (3). В составе характерных родов отмечены только *Alterbidinium*, *Chlonoviella* (табл. 1). Оба рода обнаружены также в разрезе на р. Сейда (Полярное Предуралье). Следует отметить более высокое содержание и разнообразие хоратных цист в скв. Медвежья 50 и Ленинградская 1, что связано с формированием отложений в более удаленных от берега обстановках. Роды *Achomosphaera*, *Florentinia*, *Hystrichosphaeridium*, *Membranilarnacia*, *Pterodinium* отсутствуют или крайне редки в окраинных частях бассейна (Усть-Енисейский район, скв. Березовская 23к, Южное Зауралье).

Таблица 1. Состав родов диноцист, обнаруженных только в пределах указанных типов комплексов в коньке

Тип		
1co	2co	3co
<i>Alterbidinium</i> , <i>Chlonoviella</i>	<i>Achomosphaera</i> , <i>Callaiosphaeridium</i> , <i>Cometodinium</i> , <i>Dinogymnium</i> , <i>Dinopterygium</i> , <i>Florentinia</i> , <i>Hystrichosphaeridium</i> , <i>Hystrichodinium</i> , <i>Kleithriaspaeidium</i> , <i>Membranilarnacia</i> , <i>Pervospaeidium</i> , <i>Prolixosphaeridium</i> , <i>Raetiadinium</i> , <i>Surculosphaeridium</i> , <i>Tanyosphaeridium</i> , <i>Xiphophoridinium</i> , <i>Xenascus</i>	<i>Andalusella</i> , <i>Cerodinium</i>

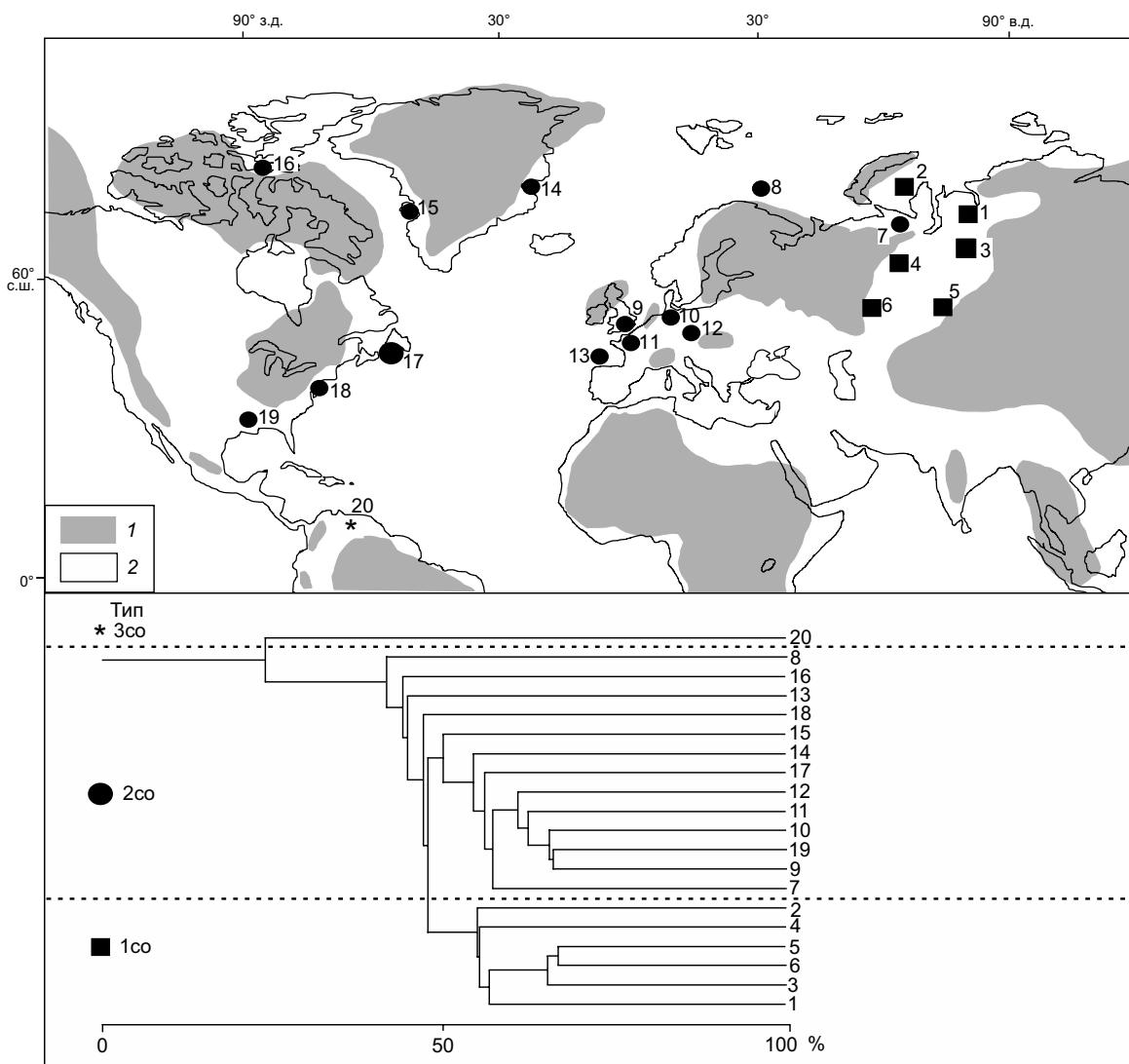


Рис. 1. Дифференциация конъякских комплексов диноцист.

Местонахождения: 1 — Север Сибири [Lebedeva, 2006]; 2 — шельф Карского моря (скв. Ленинградская 1) [Lebedeva, 2006]; 3 — скв. Южно-Русская 113 [Лебедева и др., 2004]; 4 — Приполярный Урал [Chlonova, 1996; Lebedeva, 2006]; 5 — юг Западной Сибири (Омский прогиб) [Лебедева и др., 2013; Лебедева, Кузьмина, 2018]; 6 — Южное Зауралье [Кузьмина и др., 2021]; 7 — Полярное Предуралье (р. Сейда) [Лебедева, 2005]; 8 — юго-западная часть Баренцева моря [Radmacher et al., 2014]; 9 — Англия [Clarke, Verdier, 1967; Costa, Davey, 1992; Prince et al., 2008; Pearce et al., 2020]; 10 — Германия [Kirsch, 1991, 2000]; 11 — Франция [Foucher, 1975]; 12 — Чехия (Богемский бассейн) [Olde et al., 2015]; 13 — Бискайский залив [Fauconnier, 1984]; 14 — Восточная Гренландия [Soper et al., 1976; Nøhr-Hansen, 2012]; 15 — Западная Гренландия [Nøhr-Hansen, 1996; Dam et al., 2000]; 16 — Канадский арктический архипелаг [Núñez-Betelu, Hills, 1998]; 17 — Атлантическое побережье Канады [Williams, Brideaux, 1975; Jansa et al., 1977; Barss et al., 1979]; 18 — Нью-Джерси, США [May, 1980; Aurisano, 1989]; 19 — Техас, США [Srivastava, 1992]; 20 — Западная Венесуэла [Helenes et al., 1998]. Здесь и далее: 1 — суши, 2 — море.

Tun 2co установлен в терригенных отложениях Бискайского залива, Западной и Восточной Гренландии, терригенно-кремнистых осадках Полярного Предуралья и карбонатных Англии, Франции, Германии, Техаса, Атлантического побережья Канады. *Tun 2co* отличается наибольшим родовым и видовым разнообразием — 70 родов. В составе характерных родов зафиксированы: *Callaiosphaeridium*, *Cometodinium*, *Dinogymnium*, *Dinopterygium*, *Florentinia*, *Hystrichosphaeridium*, *Hystrichodinium*, *Kleithria-sphaeridium*, *Membranilarnacia* и др. (см. табл. 1). Наибольшее видовое разнообразие наблюдается в родах: *Achomosphaera* (5), *Chatangiella* (10), *Dinogymnium* (8), *Florentinia* (14), *Heterosphaeridium* (7), *Hystrichosphaeridium* (7), *Spiniferites* (15).

Количество общих родов в *tunax Ico—2co* достаточно велико: *Achomosphaera*, *Chatangiella*, *Chlamydophorella*, *Isabelidinium*, *Microdinium*, *Oligosphaeridium*, *Pterodinium*, *Spinidinium*, *Spiniferites*, *Trityrodinium* и др. (табл. 2).

Таблица 2. Выбранный состав родов диноцист, обнаруженных в двух или трех типах комплексов в коньяке

Тип	
1co—2co	2co—3co
<i>Chatangiella, Chlamydophorella, Cribroperidinium, Dorocysta, Exochosphaeridium, Heterosphaeridium, Isabellinum, Microdinum, Oligosphaeridium, Pterodinium, Rhyptocorys, Senoniasphaera, Spinidinium, Spiniferites, Trithyrodinium</i>	<i>Palaeotetradinium, Trichodinium</i>

Тип 3co. Комплекс Западной Венесуэлы существенно отличается от других бедностью состава (10 родов). Его основу составляют космополитные роды. Имеются два характерных рода *Andalusia*, *Cerodinium* и два общих с типом 2co: *Palaeotetradinium*, *Trichodinium*.

В целом в коньякское время по сравнению с поздним сеноманом и туроном [Лебедева, 2023] на треть уменьшается число космополитных таксонов и видовой эндемизм продолжает нарастать. Увеличивается количество местных и викарирующих видов диноцист как в Арктической Канаде, так и Западно-Сибирском бассейне. В последнем это согласуется со снижением таксономического разнообразия бентосной фауны и нарастанием ее эндемизма [Хоментовский, 1998; Захаров и др., 2000].

В коньякское время Западно-Сибирский бассейн представлял огромную акваторию, свободно сообщавшуюся с Арктической областью и имеющую связи с морями Европейской палеогеографической области (ЕПО) [Атлас..., 1976]. В коньяке в Западно-Сибирское море усилился приток холодных арктических вод, бассейн почти повсеместно стал относительно холодноводным, что обусловило накопление кремнистой формации почти по всей площади морской седиментации, за исключением прибрежных мелководных участков, где температура вод была значительно выше и продолжала формироваться терригенно-глауконитовая формация [Гольберт и др., 1977].

На территории Полярного Предуралья в коньякское время существовали морские условия. Ассоциации фауны показывают несомненное наличие связей этой акватории с Западно-Сибирским морем, с одной стороны, и с Восточно-Европейским, с другой, [Амон, 2001]. Белемниты и радиолярии идентичны таковым северо-запада Западной Сибири [Амон, Папулов, 1985; Генералов, 1987; Амон, 2001; Маринов и др., 2002]. Ассоциации фораминифер сходны с таковыми Швеции, Прикаспия, Зауралья, Баренцевоморского шельфа [Amon, Papulov, 1990; Маринов и др., 2002].

Коньякские комплексы диноцист Полярного Предуралья хорошо сопоставимы с западно-европейскими комплексами (общие роды: *Raetiaedinum*, *Surculosphaeridium*, *Tanyosphaeridium*, *Membranilarnacia* и др.), входя в тип 2co. Однако прослеживается и сходство с западно-сибирскими комплексами (большое разнообразие хатангииелл, присутствие *Dorocysta*, *Chlonoviella*, *Alisocysta* и др.), что согласуется с данными по фауне.

На территории Тургайского прогиба, за исключением прибрежных окраин, накапливались прибрежно-морские осадки эгинсайской свиты [Амон, 2001]. Биота северного Тургая в коньяке была смешанной, состоящей из перитетических и бореальных элементов [Амон, 1998]. В конце коньякского времени образовался Тургайский пролив, соединивший Туранское и Западно-Сибирское моря.

Вдоль восточного склона Урала продолжает сохраняться морской режим. Коньякское море Зауралья по сравнению с туронским становится более мелким и теплым [Амон, 2001], что обуславливает высокую степень сходства диноцистовых комплексов с таковыми из Усть-Енисейского залива.

В коньякских отложениях Западной Сибири и ее обрамления выделены два биостратона: слои со *Spinidinium sverdrupianum* и слои с *Canningia macroreticulata* [Lebedeva, 2006]. Слои со *Spinidinium sverdrupianum* установлены в Усть-Енисейском районе, скв. Южно-Русская 113, Медвежья 50, Ленинградская 1, скв. 13 Южного Зауралья [Кузьмина и др., 2021]. Характерной особенностью раннеконьякских комплексов является увеличение количественного содержания и разнообразия родов *Spinidinium* и *Chatangiella*. Состав диноцист из скв. Медвежья 50 гораздо богаче, чем в Усть-Енисейском разрезе и наиболее сведен с уральскими комплексами [Лебедева, 2005]. Их сближает большее количество, чем в усть-енисейских, хоратных форм, присутствие *Eisenackia* sp., *Hystrichosphaeropsis quasicribrata*, *Cribroperidinium wilsonii*, *Membranilarnacia polycladiata* и др.

Слоями с *Canningia macroreticulata*, которые были впервые описаны из верхнеконьякских слоев с *Inoceramus (Haenleinia) russiensis* в обнажениях на р. Янгода в Усть-Енисейском районе, начинается разрез на р. Сейда (Полярное Предуралье). То же стратиграфическое положение слои с *Canningia macroreticulata* занимают и в опорном разрезе на р. Сыня (Приполярное Зауралье) [Chlonova, 1996]. Вид *Canningia macroreticulata* — очень морфологически выразительный таксон, узнаваемый даже по крупным обрывкам, который встречается в узком стратиграфическом интервале и в Усть-Енисейском районе, и в районе Приполярного Зауралья. Возможно, он является видом-викариатом *Canningia reticulata*, характерного для коньяка Северо-Западной Европы. Комплексам диноцист из слоев с *Canningia macroreticulata* в разрезах как западного, так и восточного склонов Приполярного Урала присущее сочетание

видов *Canningia macroreticulata*, *Dorocysta litotes*, *Heterosphaeridium difficile*. Последний вид обилен в коньяк-нижнесантонских отложениях Северного моря [Costa, Davey, 1992].

Диноцисты турона—коньяка Северного полушария являются наименее изученными, поэтому эта часть схемы для разных регионов слабо разработана. Комплексы диноцист из отложений верхнего турона—коньяка на реках Чайка, Янгода и у пос. Воронцово (Усть-Енисейский район) обнаруживают некоторое сходство с турон-коньякским комплексом Восточной Канады [Ильина и др., 1994]. Основные различия в составе диноцист сравниваемых комплексов определяются провинциальными особенностями их распределения. Так, Атлантическое побережье Северной Америки относится к теплоумеренной провинции с преимущественным развитием гониаулякоидной линии диноцист. Усть-Енисейский район входит в бореальную (умеренно холодноводную) провинцию, где доминируют диноцисты перидиниоидной линии [Хлонова, Лебедева, 1988]. Эти же причины определяют и низкую степень сопоставления биостратонов, выделенных в Западной Сибири, с Западной Европой, в частности, с Парижским бассейном [Ильина и др., 1994; Lebedeva, 2006], коньяк-сантонскими комплексами Англии [Pearce et al., 2003, 2020; Prince et al., 2008], турон-коньякскими комплексами Польши [Gedl, 2007]. В европейских комплексах преобладают гониаулякоидные, в частности, хоратные диноцисты, и большинство этих видов индексов отсутствуют в Западной Сибири. Следует отметить, что отличительными особенностями северо-сибирских турон-коньякских комплексов диноцист являются значительное количество и исключительное разнообразие хатангиил (рис. 2). При этом большинство видов (10 из 15) местные. Здесь также практически полностью отсутствуют широко распространенные виды хоратных диноцист. Это хорошо согласуется с эндемизмом иноцерамовой фауны [Хоментовский, 1998; Захаров и др., 2000] и указывает на возможную изолированность бореального бассейна в это время, что затрудняет межрегиональную корреляцию выделенных подразделений.

Из коньяк-сантонских отложений Западной Гренландии описаны комплексы диноцист с многочисленными *Chatangiella* (однако 4 вида определены в открытой номенклатуре, а два имеют широкий стратиграфический диапазон) и *Heterosphaeridium difficile*. Присутствуют также *Spinidinium echinoideum*, *Isabelidinium spp.*, *Surculosphaeridium longifurcatum*, *Trigonopryxidia ginella*, *Palaeotetradinium silicorum* и др. [Nøhr-Hansen, 1996]. В то же время и для разрезов Западной, и Восточной [Nøhr-Hansen, 2012] Грен-

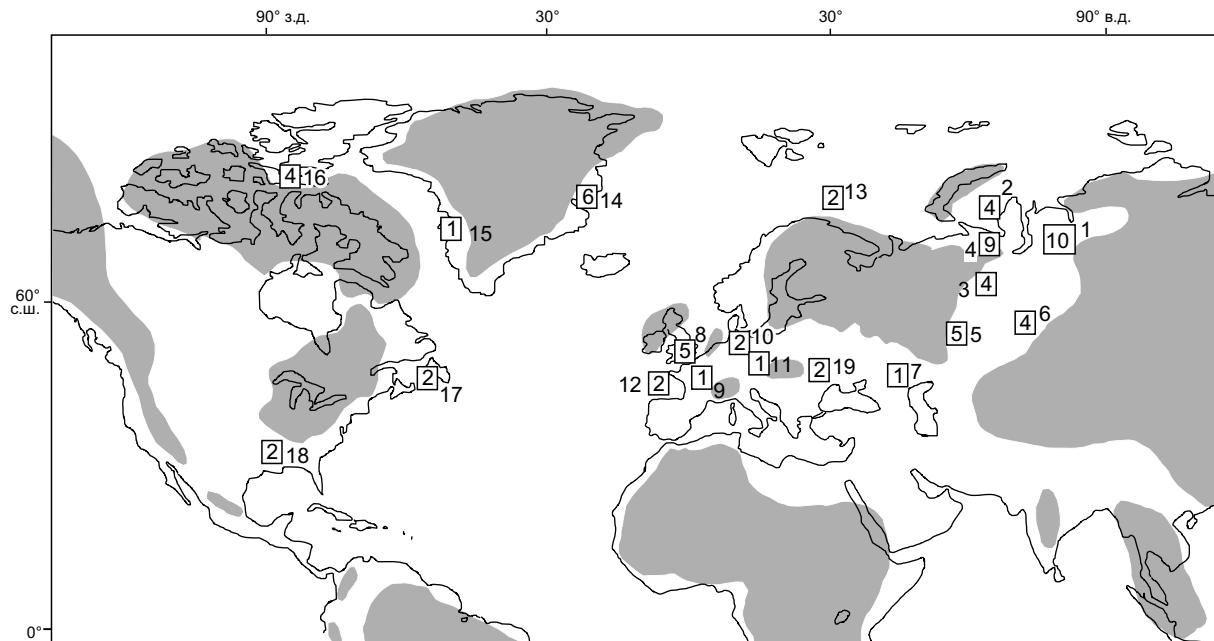


Рис. 2. Местонахождения и количество видов (обозначено цифрами в квадратах) рода *Chatangiella* в коньякских отложениях Северного полушария.

Местонахождения: 1 — север Западной Сибири; 2 — шельф Карского моря (скв. Ленинградская 1) [Lebedeva, 2006]; 3 — Приполярный Урал [Хлонова, 1996; собственные данные]; 4 — Полярное Предуралье [Лебедева, 2005]; 5 — Южное Зауралье [Кузьмина и др., 2021]; 6 — Омская впадина [Лебедева, Кузьмина, 2018]; 7 — Волгоградская область [Александрова и др., 2012]; 8 — Англия [Costa, Davey, 1992]; 9 — Франция [Foucher, 1975]; 10 — Германия [Kirsch, 1991, 2000]; 11 — Чехия (Богемский бассейн) [Olde et al., 2015]; 12 — Бискайский залив [Fauconnier, 1984]; 13 — юго-западная часть Баренцева моря [Radtmacher et al., 2014]; 14 — Восточная Гренландия [Nøhr-Hansen, 2012]; 15 — Западная Гренландия [Nøhr-Hansen, 1996]; 16 — Канадский арктический архипелаг [Ioannides, 1986]; 17 — о. Гранд Бэнкс, Шотландский шельф [Williams, Brideaux, 1975; Jansa et al., 1977; Barss et al., 1979]; 18 — Техас, США [Srivastava, 1992]; 19 — Восточные Карпаты [Antonescu, 1974].

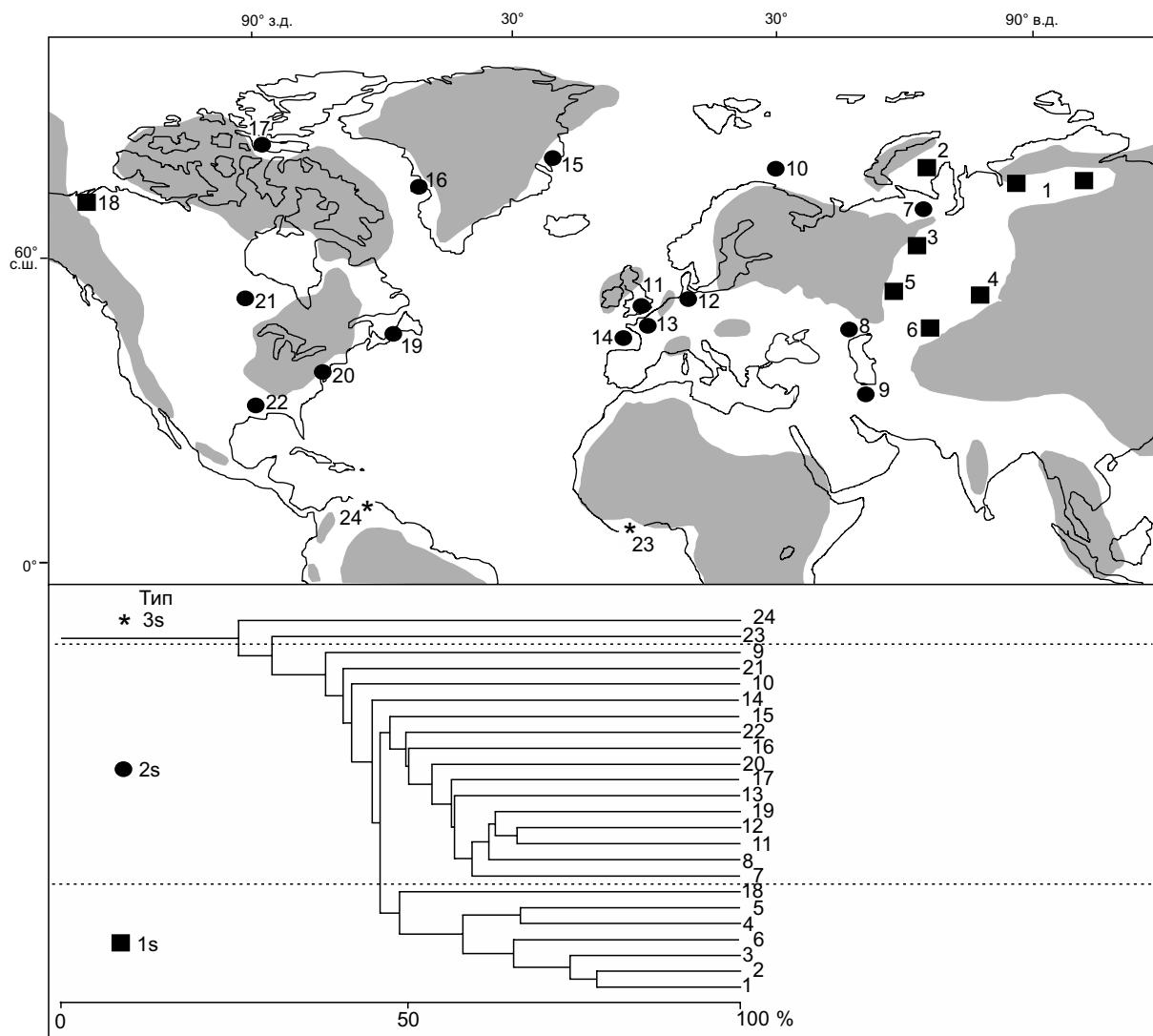


Рис. 3. Дифференциация сантонских комплексов диноцист.

Местонахождения: 1 — север Сибири [Lebedeva, 2006]; 2 — шельф Карского моря (скв. Ленинградская 1) [Lebedeva, 2006]; 3 — Приполярный Урал [Chlonova, 1996; Lebedeva, 2006]; 4 — юг Западной Сибири (Омский прогиб) [Лебедева и др., 2013; Лебедева, Кузьмина, 2018]; 5 — Южное Зауралье [Кузьмина и др., 2021]; 6 — Тургайский прогиб [Шарафтдинова, 1986]; 7 — Полярное Предуралье [Лебедева, 2005]; 8 — Волгоградская область [Александрова и др., 2012]; 9 — Северный Иран [Wheeler, Sarjeant, 1990]; 10 — юго-западная часть Баренцева моря [Radmacher et al., 2014]; 11 — Англия [Costa, Davey, 1992; Prince et al., 1999]; 12 — Германия [Yun, 1981; Kirsch, 1991, 2000]; 13 — Франция [Foucher, 1975]; 14 — Бискайский залив [Fauconnier, 1984]; 15 — Восточная Гренландия [Nøhr-Hansen, 2012]; 16 — Западная Гренландия [Nøhr-Hansen, 1996]; 17 — Канадский арктический архипелаг [Ioannides, 1986]; 18 — Арктическая Канада (дельта р. Маккензи) [McIntyre, 1974]; 19 — Атлантическое побережье Канады [Williams, Brideaux, 1975; Jansa et al., 1977; Barss et al., 1979]; 20 — Нью-Джерси, США [May, 1980; Aurisano, 1989]; 21 — внутренние территории Канады [Harker et al., 1990]; 22 — Техас, США [Srivastava, 1995]; 23 — экваториальная часть Западной Африки [Masure et al., 1998]; 24 — Западная Венесуэла [Helenes et al., 1998].

ландии в качестве видов-индексов диноцист указываются таксоны, отсутствующие или крайне редкие в Западной Сибири. В ряде скважин, пробуренных в Норвежском и Баренцевом морях, установлена нижне-неконьякская—верхнесантонская диноцистовая зона *Dinopterygium alatum* [Radmacher et al., 2014, 2015], где характерными представляются виды, редкие или пока не обнаруженные в сибирских комплексах.

Проведенный анализ показывает отсутствие четких биостратиграфических критериев для корреляции коньякских отложений Северного полушария по диноцистам.

Сантон. На основе анализа распространения 70 родов из 24 местонахождений установлены три типа комплексов (рис. 3). Космополитными таксонами, встречающимися во всех трех типах, являются *Achomosphaera*, группа *Cyclonephelium/Circulodinium*, *Dinogymnium*, *Kallosphaeridium*, *Odontochitina*, *Oligosphaeridium*, *Palaeohystrichophora*, *Palaeoperidinium*, *Spiniferites*.

Таблица 3. Состав родов диноцист, обнаруженных только в пределах указанных типов комплексов в сантоне

Тип		
1s	2s	3s
<i>Alterbidinium, Chlonoviella</i>	<i>Apteodinium, Callaosphaeridium, Cometodinium, Hystrichosphaeridium, Hystrichosphaeropsis, Pervosphaeridium, Pterodinium, Raetiaedinium, Spongodinium, Surculosphaeridium, Tanyosphaeridium, Xenascus, Xiphophoridinium</i>	<i>Andalusiella, Cerodinium, Unipontidium</i>

Tun 1s включает комплексы Усть-Енисейского и Хатангского районов, Приполярного Урала, Карского шельфа (скв. Ленинградская 1), юга Западной Сибири (скв. 8, 10, 2 (Омский прогиб)), Южного Зауралья, севера Турагая, Арктической Канады (дельта р. Маккензи). В составе диноцист насчитывается 29 родов. Практически все из них представлены 1—2 видами. Характерными видами являются *Alterbidinium, Chlonoviella* (табл. 3). Наибольшее видовое разнообразие наблюдается в родах *Alterbidinium* (4), *Chatangiella* (17), *Dinogymnium* (9).

Tun 2s комплексов диноцист установлен в разрезах Англии, Франции, Германии, Бискайского залива, юго-западной части Баренцева моря, Полярного Предуралья, Волгоградской области, Ирана, Западной и Восточной Гренландии, Техаса, Атлантического побережья Северной Америки, Канадского арктического архипелага, внутренних территорий Канады (см. рис. 3).

В составе диноцист зафиксировано 64 рода. Характерные роды — *Apteodinium, Cometodinium, Hystrichosphaeridium, Hystrichosphaeropsis, Pervosphaeridium, Pterodinium, Spongodinium, Surculosphaeridium, Xiphophoridinium* и др. (см. табл. 3). Роды *Achomosphaera* (6 видов), *Chatangiella* (15), *Dinogymnium* (17), *Florentinia* (17), *Hystrichosphaeridium* (13), *Isabelidinium* (14), *Spiniferites* (19) содержат наибольшее по сравнению с другими типами количество видов.

Самыми разнообразными являются комплексы Англии и Германии (возможно, за счет лучшей изученности). Комплекс Техаса выделяется среди прочих присутствием родов *Aiora, Caligodinium, Operculodinium, Phelodinium, Rinidinium*, не встречающихся в других местонахождениях.

Общими для типов 1s—2s являются роды: *Alisogymnium, Chatangiella, Exochosphaeridium, Isabelidinium, Laciniadinium, Microdinum, Senoniasphaera, Spinidinium, Trithyrodinium* и др. (табл. 4).

Tun 3s установлен в карбонатных осадках Западной Венесуэлы и экваториальной части Западной Африки. В составе диноцист зафиксировано 17 родов. Характерный род — *Unipontidium*. Роды *Cerodinium, Andalusiella* встречены только в Западной Венесуэле.

Климат в сантоне в Северном полушарии был ровным и мягким, в районах эпиконтинентальных морей более прохладным [Волков, Найдин, 1994]. Палеогеографическая и палеоклиматическая ситуация на территории Западной Сибири остается прежней, хотя в позднем сантоне наблюдается трансгрессивная направленность развития бассейна. Верхнемеловые отложения в Хатангской впадине представлены большей частью континентальными и лагунными образованиями. Выходы мутинской свиты сантон-кампанского возраста в бассейне р. Хета — самый восточный след крупной позднесантонской трансгрессии на севере Восточной Сибири [Хоментовский, 1999].

С юго-запада через Тургайский пролив усиливается вторжение теплых морских вод Туранского бассейна. Море в Западной Сибири стало тепловодным на большей части акватории. Холодные воды, связанные с арктическим течением, оказались оттесненными на северо-запад [Атлас..., 1976].

Анализ раннесантонской биоты Усть-Енисейского залива показывает практически одновременное появление рода *Sphenoceramus* и вида *Oxytoma tenuicostata*, распространенного в восточной части ЕПО в позднем сантоне и раннем кампане, а в западной части — только в раннем кампане [Захаров и др., 2003]. Поздний сантон характеризуется значительным увеличением фаунистического разнообразия за счет видов-эмigrantов из Бореально-Атлантической палеобиогеографической области и северо-американского Западного Внутреннего бассейна [Захаров и др., 2001, 2003].

Фауна Полярного Предуралья обнаруживает родство с таковой Западно-Сибирского бассейна и Русского моря в районе Верхнего и Среднего Поволжья. Последнее может свидетельствовать о вероят-

Таблица 4. Выбранный состав родов диноцист, обнаруженных в двух или трех типах комплексов в сантоне

Тип	
1s—2s	2s—3s
<i>Alisogymnium, Chatangiella, Chlamydophorella, Cribroperidinium, Exochosphaeridium, Heterosphaeridium, Isabelidinium, Laciniadinium, Microdinum, Rhytocorys, Senoniasphaera, Spinidinium, Trithyrodinium</i>	<i>Canningia, Coronifera, Florentinia, Hystrichodinium, Subtilisphaera, Trichodinium</i>

ном, но не доказанном существовании в сантоне и кампане на территории северо-востока Русской платформы широкого Северо-Восточного пролива, соединявшего Печорское и Русское моря [Амон, 2001]. Возможна прямая корреляция слоев с *Actinocamax verus shatashanensis* с разрезами Ульяновского Поволжья и Западного Казахстана [Маринов и др., 2002]. Сантонские комплексы Полярного Предуралья наиболее сходны с составом диноцист Северо-Западной Европы (Англии и Германии) [Лебедева, 2005].

Как уже отмечалось, в позднем сантоне развивается новая бореальная трансгрессия, выразившаяся в увеличении площади Западно-Сибирского бассейна. Активное функционирование Тургайского пролива в сантоне подтверждается появлением кремнисто-терригенных отложений в восточной части ЕПО с комплексами радиолярий, указывающих на относительно холодноводные обстановки, периодически устанавливающиеся под влиянием проникающих сюда вод из Западно-Сибирского моря [Вишневская, 2001; Копаевич, Соколова, 2003]. Сантонское похолодание также связывается с возникновением сообщения между бассейнами южной части платформы и Печорским морем через узкий меридиональный пролив [Копаевич, Соколова, 2003]. Возможно также, что холодные воды проникали через узкий Среднеуральский пролив, субширотно пересекавший горное сооружение Урала [Амон, 2001].

Детальный анализ миграций белемнитов показал и наличие течений, позволивших им расселяться в Северо-Американском море и бассейнах Восточной и Западной Гренландии. Таким образом, через проливы осуществлялась миграция организмов южного и северного обитания, являющихся эвритермными и эвригалинными [Волков, Найдин, 1994].

Распределение диноцист показывает выравнивание родового состава между тремя выявленными типами и усиление дифференциации внутри этих типов.

В стандартной последовательности диноцист, разработанной на естественных обнажениях и разрезах скважин Усть-Енисейского и Хатангского районов, датированных иноцерамами [Lebedeva, 2006], в сантоне выделены слои с *Chatangiella chetiensis* (нижний—часть верхнего сантона) и переходные сантон-кампанские слои с *Alterbidinium spp.* — *Spinidinium echinoideum*. Слои с *Chatangiella chetiensis* характеризуются акме вида-индекса и большим разнообразием рода *Chatangiella* (рис. 4). В составе дино-

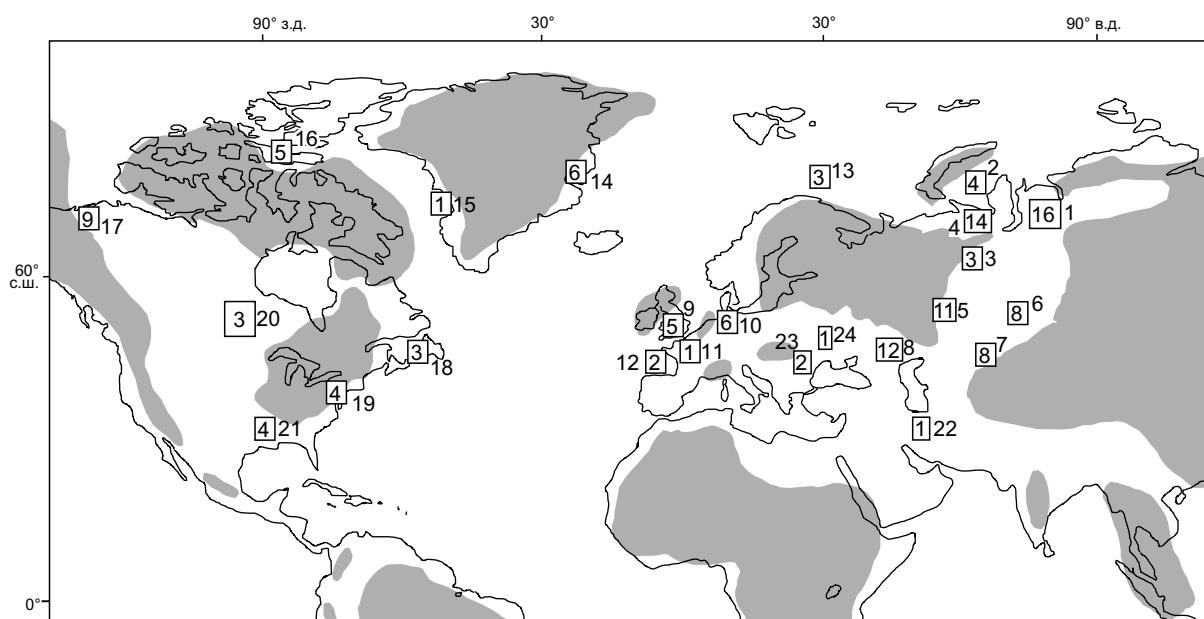


Рис. 4. Местонахождения и количество видов (обозначено цифрами в квадратах) рода *Chatangiella* в сантанских отложениях Северного полушария.

Местонахождения: 1 — север Западной Сибири [Lebedeva, 2006]; 2 — шельф Карского моря (скв. Ленинградская 1) [Lebedeva, 2006]; 3 — Приполярный Урал [Chlonova, 1996; собственные данные]; 4 — Полярное Предуралье [Лебедева, 2005]; 5 — Южное Зауралье [Кузьмина и др., 2021]; 6 — Омская впадина [Лебедева, Кузьмина, 2018]; 7 — Тургайская впадина, север Казахстана [Шарафутдинова, 1986; материалы автора]; 8 — Волгоградская область [Александрова и др., 2012]; 9 — Англия [Costa, Davey, 1992; Prince et al., 1999]; 10 — Германия [Yun, 1981; Kirsch, 1991, 2000]; 11 — Франция [Foucher, 1975]; 12 — Бискайский залив [Fauconnier, 1984]; 13 — юго-западная часть Баренцева моря [Radmacher et al., 2014]; 14 — Восточная Гренландия [Nøhr-Hansen, 2012]; 15 — Западная Гренландия [Nøhr-Hansen, 1996]; 16 — Канадский арктический архипелаг [Ioannides, 1986]; 17 — дельта р. Маккензи [McIntyre, 1974]; 18 — о. Грэнд Бэнкс, Шотландский шельф [Williams, Brideaux, 1975; Jansa et al., 1977; Barss et al., 1979]; 19 — Нью-Джерси, Атлантическое побережье США [May, 1980; Aurisano, 1989]; 20 — внутренние территории Канады [Harker et al., 1990]; 21 — Техас, США [Srivastava, 1995]; 22 — Северный Иран [Wheeler, Sarjeant, 1990]; 23 — Восточные Карпаты [Antonescu, 1974]; 24 — Украинские Карпаты [Григорович, 1971].

цист сантонса обильна и разнообразна группа перидиниоидных цист, в основном *Chatangiella*, *Isabelidinium*, *Alterbidinium*, реже *Spinidinium*. Отмечаются виды этих родов с широкими ареалами, а также большое количество местных видов. В их числе имеются крупные формы хатангииелл. Менее разнообразны постоянно встречающиеся *Trithyrodinium*. Реже обнаруживаются *Laciniadinium* и другие перидиниоидные цисты. Значительно меньшую роль по количеству и разнообразию играют цисты динофлагеллат гониаулякоидной линии.

Комплекс диноцист из слоев с *Chatangiella chetiensis* наиболее сходен с сантонским комплексом из отложений на р. Хортон в дельте р. Маккензи [McIntyre, 1974, 1975], поэтому они и составляют *tip 1s*. Сравнение диноцист также показывает, что сибирский комплекс имеет много общего с составом микрофитофоссилий, изученных С. Манумом и И. Куоксон [Manum, Cookson, 1964] на островах Грэхем и Эллеф-Ринанс Канадского арктического архипелага, Р. Харланом [Harland, 1977] из формации Бэрпо в Южной Альберте (Канада) и штата Монтана в США, хотя разнообразие хатангииелл в них существенно меньше и больше количества теплолюбивых таксонов из типа 2s. Комплекс растительных микрофоссилий Западной Сибири значительно менее сопоставим с составом диноцист из одновозрастных отложений Западной Европы. Обращают на себя внимание, прежде всего, различия в соотношениях перидиниоидных и гониаулякоидных таксонов диноцист. В западно-европейских комплексах содержание гониаулякоидных значительно выше, чем в сибирско-канадских. Однаковые для обоих регионов немногочисленные роды и виды представлены космополитными формами.

Состав диноцист в разрезе Полярного Предуралья отличается большим разнообразием от распространенного в северной части Сибири за счет присутствия «европейских» видов [Лебедева, 2005]. Группой авторов [Prince et al., 1999, 2008; Pearce et al., 2003, 2020] детально изучены диноцисты из сантон-кампанских отложений Южной Англии. В этих разрезах с хорошим ярусным и зональным макрофаунистическим обоснованием граница сантонса и кампана показана в кровле марзупитовых слоев и проводится по исчезновению *Marsupites testudinarius*. Большинство видов диноцист, используемых авторами для расчленения разреза, в изученных отложениях Полярного Предуралья не встречены, и, наоборот, стратиграфически важные для наших районов таксоны (*Chatangiella*, *Alterbidinium* и др.) не упоминаются в обсуждаемом комплексе. Большинство общих видов диноцист являются «фоновыми» и потому могут быть применимы для целей стратиграфии весьма ограниченно. Однако некоторые интересные особенности следует отметить. Так, и изучение южно-английских разрезов показало отсутствие каких-либо значительных изменений в составе диноцист на самой границе сантонса и кампана. Отмечено только постепенное исчезновение ряда видов на протяжении кампана. Основная перестройка в комплексе диноцист происходит в основании верхнего сантонса и проявляется в появлении большого числа новых видов. Именно эти события зафиксированы и в разрезе на р. Сейда: появление ряда видов в низах верхнего сантонса (не в самом основании, а несколько выше), отсутствие существенных изменений на предполагаемой границе сантонса и кампана. В целом по многим группам макро- и микрофоссилий отмечается «неуловимость» этого рубежа. Существует сходство и в распределении некоторых видов. Первое появление *Senoniasphaera protrusa* отмечается в работах [Foucher, 1975, 1976; Prince et al., 1999, 2008; Pearce et al., 2003, 2020] в среднем сантонсе (при трехчленном делении сантонса). В разрезе на р. Сейда этот вид встречен в нижнем сантонсе (нами принято двучленное деление сантонса). Первое появление *Raetiaedinium truncigerum* зафиксировано в верхней части среднего сантонса.

В Юго-Восточной Германии К. Кирш [Kirsch, 1991] использовал первое появление этого вида, а также вида *Apteodinium deflandrei* для определения основания интервал-зоны *Raetiaedinium truncigerum* (коньак—сантон). Х. Юн [Yun, 1981] наблюдал *Raetiaedinium truncigerum* в сантонских отложениях Вестфалии (Германия), а Д. Баттен с соавторами [Batten et al., 1988] — в Бельгии. В разрезе на р. Сейда этот вид встречен в интервале коньак—низы кампана. В Юго-Восточной Германии граница сантонса и кампана также отчетливо не выражена в структуре диноцистовых комплексов и проходит в верхах зоны *Odon-tochitina costata* [Kirsch, 1991]. Именно в этой зоне наблюдается наибольшее разнообразие хатангииелл.

Сравнение с сантонскими разрезами Атлантического побережья США (Нью-Джерси) [Aurisano, Habib, 1977; May, 1980; Aurisano, 1989] показало возможность сопоставления выделенных в этом регионе неформальных зон с биостратонами, установленными на севере Сибири и Полярном Предуралье, поскольку расчленение отложений первого региона базируется на немногочисленных перидиниоидных диноцистах: *Chatangiella*, *Spinidinium*, *Laciniadinium*, Р. Ауризано [Aurisano, 1989] выделил зону *Chatangiella microcantha*, датированную планктонными фораминиферами. Зона охватывает весь сантон, за исключением самых верхов, и характеризуется наибольшим содержанием хатангииелл. Эта зона сопоставима со слоями с *Chatangiella chetiensis*, где также отмечено обилие хатангииелл. Зона *Spinidinium mariae*, установленная в Нью-Джерси, охватывает верхи сантонса и низы кампана. Сопоставление верхнесантонских слоев с *Alterbidinium* spp. — *Spinidinium echinoideum* и нижнекампанских с *Isabelidinium* spp. — *Chatangiella unigrii* затруднено в связи с незначительным количеством общих видов в сравниваемых

комплексах. Следует отметить, что изображение вида *Spinidinium mariae* [Aurisano, 1989] очень сходно с видом *S. echinoideum*, характерным для позднего сantonе—раннего кампана.

Таким образом, в сantonе, несмотря на существующую географическую дифференциацию комплексов диноцист, появляются характерные таксоны, позволяющие проводить межрегиональную корреляцию в Северном полушарии.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проведена таксономическая типизация комплексов диноцист на основе качественной и количественной оценки их родового состава для Северного полушария в конъяк-сантонское время в целях выявления корреляционных таксонов. Типизация осуществлялась методом кластерного анализа по расчетной модели Жаккарда (программа BioDiversity Professional, 1997).

Сопоставление схем расчленения верхнемеловых отложений по диноцистам затруднено особенностями их широтного распределения. Очевидна необходимость создания схем для сходных по климатическим условиям регионов. В то же время проведенный анализ показывает возможность корреляции осадков на ярусном, подъярусном, а на некоторых срезах и более детальном уровне в разных поясных зонах.

В конъяке выделены три типа комплексов диноцист. В это время в Западно-Сибирское море усилился приток холодных арктических вод, бассейн становится относительно холодноводным, что сказалось на составе диноцистовых комплексов, в которых уменьшилось число космополитных таксонов по сравнению с туроном, и видовой эндемизм усилился. Эти причины обусловливают низкую степень со-поставления ассоциаций диноцист, обитавших в относительно холодноводном Западно-Сибирском бассейне, с ассоциациями из тепловодных бассейнов Западной Европы, Северной Америки. В настоящее время выявлены только таксоны, позволяющие проводить внутрибассейновые корреляции.

Для сантонского времени также установлены три типа комплексов диноцист. Однако палеогеографическая и палеоклиматическая ситуация на территории Западной Сибири несколько меняется: наблюдается трансгрессивная направленность развития бассейна. С юго-запада через Тургайский пролив усиливается поступление морских вод Туранского бассейна. Анализ пространственного распределения диноцист показывает выравнивание родового состава между тремя выявленными типами и появление характерных таксонов, что позволяет проводить межрегиональную корреляцию в Северном полушарии.

Исследования особенностей широтной дифференциации диноцист дали возможность выявить не только существенные различия таксономического состава на удаленных территориях, но и имеющуюся общность, благодаря которой появляется возможность межрегиональной корреляции верхнемеловых отложений на ярусном, подъярусном, а на некоторых срезах и на более детальном уровне по видам из космополитных родов диноцист.

Автор благодарен за внимательный и тщательный разбор статьи и ценные замечания А.И. Яковлевой и О.Н. Васильевой.

Исследование поддержано Минобрнауки России в рамках государственного задания (проект № FWZZ-2022-0004).

ЛИТЕРАТУРА

Александрова Г.Н., Беньяновский В.Н., Вишневская В.С., Застрожнов А.С. Новые данные по биостратиграфии верхнего мела Нижнего Поволжья // Стратиграфия. Геологическая корреляция, 2012, т. 20, № 5, с. 114—131.

Амон Э.О. Радиолярии Урала и их стратиграфическое значение: Автореф. дис. ... д.г.-м.н. Екатеринбург, ИГГ УрО РАН, 1998, 35 с.

Амон Э.О. Морские акватории Уральского региона в средне- и позднемеловое время // Геология и геофизика, 2001, т. 42 (3), с. 471—483.

Амон Э.О., Папулов Г.Н. К биостратиграфии верхнего мела на р. Сыня (Приполярное Зауралье) // Геология и геофизика, 1985 (2), с. 122—125.

Атлас литолого-палеогеографических карт юрского и мелового периодов Западно-Сибирской равнины в м-бе 1: 5 000 000 / Ред. И.И. Нестеров. Тюмень, 1976. (Тр. ЗапСибНИГНИ, вып. 93).

Вишневская В.С. Радиоляриевая биостратиграфия юры и мела. М., Наука, 2001, 376 с.

Волков Ю.В., Найдин Д.П. Вариации климатических зон и поверхностные океанические течения в меловом периоде // Бюл. МОИП. Отд. геол. 1994, т. 69, вып. 6, с. 103—123.

Генералов П.П. Кремнистый верхний мел Северо-Тюменской субпровинции // Опалиты Западной Сибири. Тюмень, ЗапСибНИГНИ, 1987, с. 22—38.

Гольберт А.В., Григорьева К.Н., Ильинок Л.Л., Маркова Л.Г., Скуратенко А.В., Тесленко Ю.В. Палеоклиматы Сибири в меловом и палеогеновом периодах. М., Недра, 1977, 107 с.

Григорович А.С. Микрофитопланктон меловых и палеогеновых отложений северного склона Украинских Карпат // Бюл. МОИТ. Отд. геол. 1971, т. XLVI, вып. 2, с. 83—99.

Захаров В.А., Лебедева Н.К., Маринов В.А. Арктическая биогеографическая провинция в позднем мелу: морская биота, динамика разнообразия, биособытия и географическая дифференциация (хорология, историческая биогеография) // Среда и жизнь в геологическом прошлом. Новосибирск, Изд-во СО РАН, НИЦ ОИГГМ СО РАН, 2000, с. 54—56.

Захаров В.А., Лебедева Н.К., Маринов В.А. Хорология и пути миграции позднемеловой морской арктической биоты // Проблемы стратиграфии и палеогеографии бореального мезозоя. Новосибирск, Изд-во СО РАН, филиал «Гео», 2001, с. 53—55.

Захаров В.А., Лебедева Н.К., Маринов В.А. Биотические и abiотические события в позднем мелу Арктической биогеографической области // Геология и геофизика, 2003, т. 44 (11), с. 1093—1103.

Ильина В.И., Кулькова И.А., Лебедева Н.К. Микрофитофоссилии и детальная стратиграфия морского мезозоя и кайнозоя Сибири. Новосибирск, ОИГГМ СО РАН, 1994, 190 с.

Копаевич Л.Ф., Соколова Е.А. Сравнение комплексов сантонских планктонных фораминифер из скважин Атлантического океана и некоторых эпиконтинентальных бассейнов Северного полушария // Бюл. МОИП. Отд. геол. 2003, т. 78, вып. 5, с. 60—70.

Кузьмина О.Б., Лебедева Н.К., Щулькина Н.Е. Палиностратиграфия меловых и палеогеновых отложений Челябинской области, Южное Зауралье // Стратиграфия. Геологическая корреляция, 2021, т. 29, № 2, с. 100—126.

Лебедева Н.К. Биостратиграфия верхнемеловых отложений в бассейне на р. Уса (Полярное Предуралье) по диноцистам // Стратиграфия. Геологическая корреляция, 2005, т. 13, № 3, с. 114—131.

Лебедева Н.К. Таксономическое разнообразие сеноман-туронских диноцист (*Dinoflagellate cysts*) Северного полушария: некоторые аспекты палеобиогеографии и палеоклиматологии // Стратиграфия. Геологическая корреляция, 2023, т. 31, № 3, с. 84—98.

Лебедева Н.К., Кузьмина О.Б. Палиностратиграфия верхнемеловых и палеогеновых отложений юга Западной Сибири на примере скважин Русско-Полянского района (Омский прогиб) // Стратиграфия. Геологическая корреляция, 2018, т. 26, № 1, с. 85—114.

Лебедева Н.К., Агалаков С.Е., Бейзель А.Л. Палиностратиграфия и строение разреза верхнего мела по скв. 113 Южно-Русской площади (Пур-Тазовское междуречье, Западная Сибирь) // Новости палеонтологии и стратиграфии. Вып. 6—7: Приложение к журналу Геология и геофизика, 2004, т. 45, с. 191—207.

Лебедева Н.К., Александрова Г.Н., Шурыгин Б.Н., Овечкина М.Н., Гнибиденко З.Н. Палеонтологическая и магнитостратиграфическая характеристика верхнемеловых отложений, вскрытых скважиной 8 Русско-Полянского района (юг Западной Сибири) // Стратиграфия. Геологическая корреляция, 2013, т. 21, № 1, с. 43—73.

Маринов В.А., Захаров В.А., Найдин Д.П., Язикова О.В. Стратиграфия верхнего мела бассейна р. Уса (Полярное Предуралье) // Бюл. МОИП. Отд. геол. 2002, т. 77, вып. 3, с. 26—40.

Хлонова А.Ф., Лебедева Н.К. Особенности циркумбореальной корреляции верхнемеловых отложений по палинологическим данным // Геология и геофизика, 1988 (2), с. 13—20.

Хоментовский О.В. Иноцерамиды (*Bivalvia*) и биостратиграфия верхнего мела севера Сибири: Автореф. дис. к.г.-м.н. Новосибирск, ОИГГМ СО РАН, 1998, 20 с.

Хоментовский О.В., Захаров В.А., Лебедева Н.К., Воробьев О.И. Граница сантона и кампана на севере Сибири // Геология и геофизика, 1999, т. 40 (4), с. 512—529.

Шарафутдинова Н.Г. Органостенный микрофитопланктон из кампанских отложений юго-восточной части Тургайского прогиба // Актуальные вопросы современной палеоальгологии / Ред. Б.С. Соколов. Киев, Наук. думка, 1986, с. 53—55.

Amon E.O., Papulov G.N. Agglutinated foraminifera, biostratigraphy and intraregional correlation of Upper Cretaceous deposits of Eastern Urals // Paleoecology, biostratigraphy, paleoceanography and taxonomy of agglutinated foraminifera. NATO ASI Ser. C. Dordrecht—Boston—London, Kluwer Academic Publishers, 1990, v. 327, p. 923—928.

Antonescu E. Date palinostratigrace aspura depozitelor Cretacice din Regiunen Galda de Sus-Poina Aiudului, Muntii Metaliferi // DariSeama Sedintelor, LX (4), Stratigraphie, 1974, p. 25—49.

Aurisano R.W. Upper Cretaceous dinoflagellate biostratigraphy of the subsurface Atlantic coastal plain of New Jersey and Delaware, U.S.A. // Palynology, 1989, v. 13, p. 143—179.

Aurisano R.W., Habib D. Upper Cretaceous dinoflagellate zonation of the subsurface Toms River section near Toms River, New Jersey // Stratigraphic micropaleontology of Atlantic basin and borderlands. Amsterdam, Elsevier, 1977, p. 369—387.

Barss M.S., Bujak J.P., Williams G.L. Palynological zonation and correlation of sixty-seven wells, eastern Canada. Geol. Surv. Can., 1979, pap. 78-24, 118 p.

Batten D.J., Dupagne-Kievits J., Lister J.K. Palynology of the Upper Cretaceous Aachen Formation of northeast Belgium // The Chalk District of the Euregio Meuse-Rhine / Eds. M. Strel, M.J.M. Bless. Naturhistorisch Museum Maastricht/Laboratoires de Paléontologie de l'Université d'État à Liège, 1988, p. 95—103.

Chlonova A.F. Upper Cretaceous dinoflagellates: zonation and provincialism // Abstracts of IX IPC, Houston, TX, 1996, p. 23.

Clarke R.F.A., Verdier J.-P. An investigation of microplankton assemblages from the Chalk of the Isle of Wight, England // Verh. K. Ned. Akad. Wet., Afd. Natuurkd., Eerste Reeks, 1967, v. 24, p. 1—96.

Costa L.I., Davey R.J. Dinoflagellate cysts of the Cretaceous System // A stratigraphic index of dinoflagellate cysts / Ed. A.J. Powell. London, Chapman and Hall, 1992, p. 99—131.

Dam G., Nøhr-Hansen H., Pedersen G.K., Sønderholm M. Sedimentary and structural evidence of a new early Campanian rift phase in the Nuussuaq Basin, West Greenland // Cretaceous Res., 2000, v. 21, p. 127—154.

Fauconnier D. Marine Cretaceous palynology of holes 549 and 550, Deep Sea Drilling Project leg 80, Northern Bay of Biscay // Initial Reports of the Deep Sea Drilling Project. Washington, D.C., 1984, v. 80 (1), p. 653—662.

Foucher J.-C. Dinoflagellés et acritarches des silex crétacés du bassin de Paris: Une synthèse stratigraphique. Ann. Univ. A.R.E.R.S., Reims, 1975, p. 8—15.

Foucher J.-C. Les dinoflagellés des silex et la stratigraphie du Crétacé Supérieur français // Rev. Micropaléontol., 1976, v. 18 (4), p. 213—226.

Gedl P. Dinocysts from Upper Cretaceous deep-water marine variegated facies (Malinowa Shale Formation), Pieniny Klippen Belt, Poland: Example from the Potok Trawne creek // Stud. Geol. Pol., Kraków, 2007, v. 127, p. 139—152.

Harker S.D., Sarjeant W.A.S., Cadwell W.G.E. Late Cretaceous (Campanian) organic-walled microplankton from the Interior Plains of Canada, Wyoming and Texas: biostratigraphy, palaeontology and palaeoenvironmental interpretation // Palaeontographica, 1990, v. 219 (I—IV), p. 1—243.

Harland R. Dinoflagellate cysts from the Bearpaw Formation (?Upper Campanian to Maastrichtian) of Montana // Palaeontology, 1977, v. 20, p. 179—193.

Helenes J., Guerra C.D., Vasquez J. Palynology and chronostratigraphy of the Upper Cretaceous in the subsurface of the Barinas Area, Western Venezuela // AAPG Bull., 1998, v. 82 (7), p. 1308—1328.

Ioannides N.S. Dinoflagellate cysts from Upper Cretaceous—Lower Tertiary sections, Bylot and Devon Islands, Arctic Archipelago // Geol. Surv. Can., 1986, Bull. 371, p. 3—99.

Jansa L.F., Gradstein F.M., Williams G.L., Jenkins W.A.M. Geology of the Amoco IMP Skelly A-1 Osprey H-84 well, Grand Banks, Newfoundland // Geol. Surv., 1977, pap. 77-21, p. 1—10.

Kirsch K.-H. Dinoflagellatenzisten aus der Obere Kreide des Helvetikums und Nordultrahelvetikums von Oberbayern // Abh. Münchner Geowiss., 1991, A. 22, p. 1—306.

Kirsch K.-H. Dinoflagellatenzisten aus der höheren Obere Kreide des Rhenodanubischen Flysches. 1. Kalkgrabenschichten vom Schliersee/Oberbayern // Mitt. Bayer. Staatsslg. Paläont. hist. Geol., 2000, v. 40, p. 3—79.

Lebedeva N.K. Dinocyst biostratigraphy of the Upper Cretaceous of Northern Siberia // Paleontol. J., 2006, v. 40 (5), p. S604—S621.

Manum S., Cookson I.C. Cretaceous microplankton in a sample from Graham Island, Arctic Canada, collected during the second «Fram»-expedition (1898—1902). Oslo, Univ. Forlaget, 1964, 36 p.

Masure E., Rauscher R., Dejax J., Schuler M., Ferré B. Cretaceous-Paleocene palynology from the Côte d'Ivoire-Ghana transform margin, sites 959, 960, 961, and 962 // Proceedings of the Ocean Drilling Program, Scientific Results / Eds. J. Masle, G.P. Lohmann, M. Moullade. 1998, v. 159, p. 253—276.

May F.E. Dinoflagellate cysts of the *Gymnodiniaceae*, *Peridiniaceae*, and *Gonyaulacaceae* from the Upper Cretaceous Monmouth Group, Atlantic Highlands, New Jersey // Palaeontographica, 1980, Abt. B, v. 172, p. 10—116.

McIntyre D.J. Palynology of an Upper Cretaceous section, Horton River, District of Mackenzie, N.W.T., Canada. Geol. Surv. Can., 1974, pap. 74-14, 57 p.

McIntyre D.J. Morphologic changes in *Deflandrea* from Campanian section, district of Mackenzie, N.W.T., Canada // Geosci. Man, 1975, v. 11, p. 61—76.

Nøhr-Hansen H. Upper Cretaceous dinoflagellate cyst stratigraphy, onshore West Greenland. Greenl. Geol. Unders., 1996, Bull. 170, 104 p.

Nøhr-Hansen H. Palynostratigraphy of the Cretaceous—Lower Palaeogene sedimentary succession in the Kangerlussuaq Basin, southern East Greenland // Rev. Palaeobot. Palynol., 2012, v. 178, p. 59—90.

Núñez-Betelu L.K., Hills L.V. A late Coniacian ceratioid dinoflagellate cyst, *Odontochitina octopus* sp. nov., from the Kanguk Formation, Canadian Arctic // Can. J. Earth Sci., 1998, v. 35, p. 923—930.

Olde K., Jarvis I., Pearce M., Uličný D., Tocher B., Trabucho-Alexandre J., Gröcke D. A revised northern European Turonian (Upper Cretaceous) dinoflagellate cyst biostratigraphy: Integrating palynology and carbon isotope events // Rev. Palaeobot. Palynol., 2015, v. 213, p. 1—16.

Pearce M.A., Jarvis I., Swan A.R.H., Murphy A.M., Tocher B.A., Edmunds W.M. Integrating palynological and geochemical data in a new approach to palaeoecological studies: Upper Cretaceous of the Banterwick Barn Chalk borehole, Berkshire, UK // Mar. Micropaleontol., 2003, v. 47, p. 271—306.

Pearce M.A., Jarvis I., Ball P.J., Laurin J. Palynology of the Cenomanian to lowermost Campanian (Upper Cretaceous) Chalk of the Trunch Borehole (Norfolk, UK) and a new dinoflagellate cyst bioevent stratigraphy for NW Europe // Rev. Palaeobot. Palynol., 2020, v. 278, 104188.

Prince I.M., Jarvis I., Tocher B.A. High-resolution dinoflagellate cyst biostratigraphy of the Santonian–basal Campanian (Upper Cretaceous): new data from Whitecliff, Isle of Wight, England // Rev. Palaeobot. Palynol., 1999, v. 105, p. 143—169.

Prince I.M., Jarvis I., Pearce M.A., Tocher B.A. Dinoflagellate cyst biostratigraphy of the Coniacian–Santonian (Upper Cretaceous): New data from the English Chalk // Rev. Palaeobot. Palynol., 2008, v. 150, p. 59—96.

Radmacher W., Tyszka J., Mangerud G., Pearce M.A. Dinoflagellate cyst biostratigraphy of the Upper Albian to Lower Maastrichtian in the southwestern Barents Sea // Mar. Pet. Geol., 2014, v. 57, p. 109—121.

Radmacher W., Mangerud G., Tyszka J. Dinoflagellate cyst biostratigraphy of Upper Cretaceous strata from two wells in the Norwegian Sea // Rev. Palaeobot. Palynol., 2015, v. 216, p. 18—32.

Soper N.J., Higgins A.C., Downie C., Matthews D.W., Brown P.E. Late Cretaceous-Early Tertiary stratigraphy of the Kangerdlugssuaq area, east Greenland, and the age of opening of the north-east Atlantic // J. Geol. Soc., 1976, v. 132, p. 85—104.

Srivastava S.K. Dinocyst biostratigraphy of Cenomanian-Coniacian Formations of the western Gulf Coastal Plain, southern United States // Palaeobotanist, 1992, v. 39 (2), p. 155—235.

Srivastava S.K. Dinocyst biostratigraphy of Santonian-Maastrichtian Formations of the Western Gulf Coastal Plain, southern United States // Palaeobotanist, 1995, v. 42 (3), p. 249—362.

Wheeler J.W., Sarjeant W.A.S. Jurassic and Cretaceous palynomorphs from the Central Alborz Mountains, Iran: their significance in biostratigraphy and palaeogeography // Mod. Geol., 1990, v. 14, p. 267—353.

Williams G.L., Brideaux W.W. Palynological analyses of Upper Mesozoic and Cenozoic rocks of the Grand Banks, Atlantic Continental Margin // Geol. Surv. Can., 1975, Bull. 236, p. 1—162.

Yun H.-S. Dinoflagellaten aus der Oberkreide (Santon) von Westfalen // Palaeontographica, 1981, Abt. B, v. 177, p. 1—89.