

## **Сеноман-туронские диноцисты Северного полушария: некоторые аспекты биогеографии и палеогеографии**

*Н. К. Лебедева*

Институт нефтегазовой геологии и геофизики им. А.А. Трофимука СО РАН, Новосибирск,  
Российская Федерация  
e-mail: LebedevaNK@ipgg.sbras.ru

**Аннотация.** Проведена таксономическая типизация комплексов диноцист на основе качественной и количественной оценки их родового состава для Северного Полушария в сеноман-туронское время в целях выявления корреляционных таксонов. Типизация осуществлялась методом кластерного анализа по расчетной модели Жаккарда (программа BioDiversity Professional, 1997). Для объединения кластеров в иерархическую структуру использовался метод связи группового среднего. В сеномане выделено три типа комплексов диноцист. Сеноманские комплексы диноцист слабо дифференцированы, установлено большое количество космополитных родов, что хорошо согласуется с палеоботаническими данными об очень теплом, гумидном климате. Для туронского времени установлено три типа комплексов диноцист. Уменьшается число космополитных родов диноцист, резко возрастает видовой эндемизм в отдельных туронских бассейнах. Усиливается дифференциация комплексов и уменьшается корреляционный потенциал. Однако выявленные общие роды и виды диноцист в различных типах комплексов обеспечивают возможность межрегиональной корреляции верхнемеловых отложений на ярусном, подъярусном, а на некоторых срезах и более детальном уровне в разных климатических зонах.

**Ключевые слова:** Диноцисты, сеноман, турон, биогеография

## **Cenomanian-Turonian dinocysts of North Hemisphere: some aspects of biogeography and paleogeography**

*N. K. Lebedeva*

Trofimuk Institute of Petroleum Geology and Geophysics SB RAS, Novosibirsk,  
Russian Federation  
e-mail: LebedevaNK@ipgg.sbras.ru

**Abstract.** Taxonomic typization of dinocyst assemblages was carried out on the basis of a qualitative and quantitative assessment of their generic composition for the Northern Hemisphere in the Cenomanian-Turonian time in order to identify correlation taxa. Typization was carried out by the method of cluster analysis according to the Jacquard calculation model (BioDiversity Professional program, 1997). To combine clusters into a hierarchical structure, the method of group average connection was used. Three types of dinocyst assemblages have been identified in the Cenomanian. Cenomanian dinocyst assemblages are poorly differentiated; a number of cosmopolitan genera have been identified, which is in good agreement with paleobotanical data on a very warm, humid climate. Three types of dinocyst assemblages have been established for the Turonian time. The number of cosmopolitan genera of dinocysts decreases, and species endemism sharply increases in some Turonian basins. The differentiation of assemblages increases and the correlation potential decreases. However, the identified common genera and species of dinocysts in various types of assemblages provide the possibility of interregional correlation of Upper Cretaceous deposits at the stage, substage, and, at some sections, at a more detailed level in different climatic zones.

**Keywords:** Dinocyst, Cenomanian, Turonian, Biogeography

## *Введение*

Биогеография по современным планктонным водорослям базируется на картировании видовых ареалов. Концепция провинциализма ископаемых диноцист была выдвинута Г. Норрисом [1]. Единственной работой, касающейся биогеографии позднемеловых диноцист, является работа Дж. Лентин и Г. Уильямса [2] для кампанского времени. Многочисленные исследования показывают, что основными факторами, влияющими на географическое распространение динофлагеллат, являются температура поверхностных вод и течения. Несмотря на отсутствие полной картины климатических флуктуаций в позднемеловую эпоху, можно с уверенностью говорить о гораздо более выровненном и теплом климате. Отсутствовала резкая широтная контрастность, вызванная ледяными покровами на полюсах, экваториально-полярный градиент температуры, по некоторым расчетам, был почти вдвое меньше современного [3, 4]. Принципиально другой была вертикальная циркуляция Мирового океана. Развитие поверхностных течений в позднемеловую эпоху в Северном полушарии определялось огромным широтнорасположенным океаном Тетис и относительно узкими меридиональными проливами [5, 6].

## *Методы и материалы*

Панбореальная корреляция верхнемеловых отложений по диноцистам затрудняется их исключительным разнообразием и провинциализмом. Для выяснения корреляционного потенциала позднемеловых диноцист было проанализировано распространение более 80 родов в сеноман-туронское время в 25 местонахождениях Северного полушария. На основе качественной и количественной оценки с использованием статистических методов, была проведена таксономическая типизация комплексов диноцист, выявлено их сходство и возможность сопоставления верхнемеловых отложений по диноцистам. 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, северного Тургая, 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. Необходимость обработки огромного массива данных потребовала привлечения методов количественной оценки. 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). Для объединения кластеров в иерархическую структуру использовался метод связи группового среднего. Полученные результаты анализировались с точки зрения логики альгологических (привлечение современных интерпретаций этологии динофлагеллат)

и палеобиогеографических понятий. На основе проведенных исследований устанавливались **типы**, объединяющие наиболее близкие по родовому составу комплексы диноцист различных регионов, выявлялось количество встреченных только в конкретном типе родов, общих для разных типов и космополитных.

### *Результаты*

#### **Поздний сеноман.**

В сеномане на основе анализа распределения 86 родов из 20 местонахождений выделено три типа комплексов диноцист.

**1 тип** установлен в терригенных осадках севера Западной Сибири (Усть-Енисейский район, Карский шельф). Характерными родами, обнаруженными только в этом комплексе, являются: *Alterbidinium* (отмечен так же единично в разрезе сеномана штата Альберта, Западная Канада), *Chlonoviella*. Разнообразие диноцист невелико и составляет 28 родов. Роды представлены обычно 1-2 видами, редко большим количеством.

**2 тип** выявлен на территориях Крыма (разрез Аксу-Дере), северо-западной Европы, штатов США Колорадо, Техасе, Нью-Джерси, Аризоне, Западной Канады (штаты Альберта и Саскачеван), Багамских островов, в Бискайском заливе, Восточной Гренландии, на о-вах Грэнд Бэнкс и Ньюфаундленд (Атлантическое побережье Канады), в северо-западной Африке, Египте.

Этот тип отличается максимальным таксономическим разнообразием (69 родов и 206 видов) и самым большим содержанием характерных родов: *Achomosphaera*, *Callaiosphaeridium*, *Epelidosphaeridia*, *Exochosphaeridium*, *Leberidocysta*, *Stephodinium*, *Surculosphaeridium*, *Tanyosphaeridium* и др.

**3 тип.** Комплекс западной Венесуэлы [7] существенно отличается от других и не вошел ни в один из выделенных типов. Египетский комплекс сравнительно беден (29 таксонов), его основу составляют космополитные роды, виды и общие с североевропейским типом. Имеется один характерный род *Cerodinium*.

Сеноманские комплексы диноцист слабо дифференцированы, установлено большое количество космополитных родов, что хорошо согласуется с палеоботаническими данными об очень теплом, гумидном климате [8, 4].

Сеноманский Западно-Сибирский бассейн представлял собой опресненный, мелководный водоем [9]. Однако в позднем сеномане в естественных выходах Усть-Енисейского района, в некоторых скважинах Западной Сибири и Карского шельфа зафиксированы следы начала одной из крупнейших в мелу трансгрессии, превратившей Западную Сибирь в обширный эпиконтинентальный бассейн на все шесть веков позднего мела. С позднесеноманской – раннетуронской трансгрессией связаны отложения черных сланцев, широкое распространение аноксидных обстановок и нивелировка состава фауны [10]. Многие исследователи, анализируя в климатическом аспекте большой пакет литологических, седиментологических, палеонтологических, геохимических данных, отметили однородность физико-географических и, главным образом, климатических условий, сложившихся в сеноманском веке почти на всей территории Сибири и делают вывод о гумидном, равномерно-влажном, теплом климате территории [8, 11, 4].

В западноканадском бассейне в раннем и среднем сеномане по литолого-палеонтологическим особенностям формации Belle Fourche реконструированы холодноводные условия с пониженной соленостью. Однако в конце сеномана – начале турона, так же, как и в западносибирском бассейне, отмечается максимальная трансгрессия, проникновение теплых вод, установление морского режима с нормальной соленостью [12].

Изучение особенностей распределения родов иноцерамов в Арктической биохории в позднем сеномане и начале раннего турона, показало, что ее населяли только космополитные роды и подроды: *Inoceramus (Inoceramus)*, *Inoceramus (Mytiloides)* [13]. Отсутствие эндемиков надвидового ранга и преобладание бореальных космополитов даже на видовом уровне свидетельствуют о наличии постоянных морских путей, связывающих Арктический бассейн с мировым океаном в позднем сеномане-раннем туроне.

В.А. Красилов [3] писал, что сеноманское поднятие арктической суши, скорее всего, изолировало Арктический бассейн от тетических вод, а связь могла поддерживаться через североамериканское Западное Внутреннее море. Это подтверждается данными распределения аммонитов рода *Borissiakoceras* Arkh., предположительно появившихся в среднем сеномане североамериканского Западного Внутреннего бассейна и через Палеоарктику (находки в Усть-Енисейской впадине) проникших в Азию (находки в Таджикской депрессии, низовья Амударьи) [14].

### **Турон.**

Для туронского времени проанализировано распределение 61 рода в 25 местонахождениях. Установлено три типа комплексов диноцист.

**1 тип** выявлен в терригенных осадках севера Западной Сибири (Усть-Енисейский район, Карский шельф, скв. Березовская 23к, Южно-Русская 113), Западной Канады (территории штатов Альберта и Саскачеван, юго-западной части Баренцева моря. Характерные роды: *Alterbidinium* (отмечен так же единично в разрезе Техаса, США), *Dorocysta*, *Chlonoviella* (последний род только на севере Сибири).

**2 тип** включает комплексы из карбонатных осадков Англии, Франции, Саксонского бассейна, Германии, Атлантического побережья Канады, Колорадо, Техаса, США и терригенных осадков Северного моря, Нью-Джерси, Аризоны, США. Характерные роды: *Achomosphaera*, *Callaiosphaeridium*, *Cometodinium*, *Dapsilidinium*, *Dinopterigium*, *Ellipsodinium*, *Hystrichodinium*, *Hystrichostrogylon*, *Kleithriasphaeridium*, *Litosphaeridium*, *Xiphophoridinium*.

**3 тип** включает один комплекс из туронских отложений западной Венесуэлы [7]. Разнообразие диноцист невелико: 12 видов из 12 родов. Характерные роды: *Cerodinium*, *Andalusiella*.

В туронское время достаточно велико количество космополитных родов, однако наблюдается видовой эндемизм в отдельных туронских бассейнах.

Климат в туроне по палеоботаническим данным был влажным и теплым [8, 4]. Однако в туронское время происходит ряд существенных изменений в гидрогеологической и климатической обстановке. Вслед за сеноман-туронским пиком потепления в среднем туроне отмечается похолодание, которое В.А. Вахрамеев

[15] объяснял влиянием крупной трансгрессии, захватившей всю Западную Сибирь. В западносибирском бассейне в среднем туроне происходит резкая перестройка морской биоты. Снижается разнообразие донных сообществ моллюсков и фораминифер, возрастает эндемизм. Эндемизм усиливается и в планктонных альгофлорах цист динофлагеллат.

Предполагается, что вдоль восточного склона Урала проходило мощное течение из арктической области, существование которого подтверждается литолого-фациальными и палеонтологическими данными [9]. Это объясняет близкое сходство северосибирских комплексов с южносибирскими и приуральскими.

Последние годы многими исследователями обсуждается вопрос о возможности существования связей Западно-Сибирского и Туранского моря в туроне через Тургайский пролив. В южном Тургае распространены прибрежно-морские отложения раннетуранского мелководного Туранского моря [16]. В северном Тургае существовал Кустанайский залив Западно-Сибирского моря, в котором формировались аналоги кузнецовской свиты [17]. Э.О. Амон [16] не исключает, что «...суша центральной части Тургайского прогиба не являлась абсолютным препятствием для сообщения вод Туранского моря и Кустанайского залива, хотя строгих данных, подтверждающих это предположение нет», поскольку здесь обнаружены континентальные и лагунные осадки. Для Д.П. Найдина [18] «...существование морского соединения через пролив на рубеже сеноман-турон представляется несомненным». Автор обосновывает это положение примером меридионального распространения «по обе стороны от ворот» аммонитов *Borissiakoceras* Arkh. Н.Г. Шарафутдиновой [19] в морских отложениях турона юго-восточной части Тургайского прогиба установлен комплекс диноцист, соответствующий **1 типу**, а по видовому набору *Chatangiella* – западносибирскому комплексу. Все эти данные указывают на существование связей, возможно, кратковременных, между Западно-Сибирским и Туранским морями, причем, определяющими были бореальные течения через Тургайский пролив.

В работе Ю.В. Волкова и Д.П. Найдина [5] реконструированы поверхностные течения для отдельных веков мелового периода. На карте-схеме, отражающей циркуляцию поверхностных водных масс для турона, показана система течений бореального происхождения, вдоль восточного склона Урала через Тургайский пролив до западных окраин Европейской палеогеографической области. В то же время западносибирский бассейн имел открытые связи с мировым океаном через Арктический бассейн [5]. Предложенная в этой работе схема циркуляции поверхностных течений хорошо согласуется с выравниванием родового состава диноцист **1 и 2 типов** и эндемизмом альгофлор некоторых бассейнов. Например, внутри североамериканского Западного Внутреннего бассейна, где показаны две системы течений в северной и южной частях, различия в составе диноцист значительно возросли по сравнению с поздним сеноманом.

### *Заключение*

Панбореальная корреляция верхнемеловых отложений по диноцистам затруднена вследствие исключительного разнообразия, одновременности появления и исчезновения отдельных таксонов в различных регионах, провинциализма.

Проведена таксономическая типизация комплексов диноцист на основе качественной и количественной оценки их родового состава для Северного Полушария в сеноман-туронское время в целях выявления корреляционных таксонов. Исследования особенностей широтной дифференциации цист динофлагеллат в сеноман-туронское время позволили 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 более детальном уровне по видам из космополитных родов диноцист.

### **Благодарности**

Исследование отчасти выполнено за счет гранта РФФИ (проект № 20-05-00076), отчасти поддержано Минобрнауки России в рамках государственного задания (проект № FWZZ-2022-0004).

### **БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК**

1. Norris G. Provincialism of Callovian-Neocomian dinoflagellate cysts in the Northern and Southern Hemispheres // *Am. Assoc. Stratigr. Palynol. Contrib. Ser.* – 1965. – N 4. – P. 29-35.
2. Lentin J.K., Williams G.L. Dinoflagellate provincialism with emphasis on Campanian Peridiniaceans // *AASP Contr. Ser.* – 1980. – N. 7. – 41 p.
3. Красилов В.А. Меловой период. Эволюция земной коры и биосферы. – М.: Наука, 1985. – 240 с.
4. Герман А.Б. Позднемеловой климат Евразии и Аляски // *Труды ГИН РАН, Вып. 559.* – М.: Наука, 2004. – 156 с.
5. Волков Ю.В., Найдин Д.П. Вариации климатических зон и поверхностные океанические течения в меловом периоде // *Бюл. Моск. об-ва испытателей природы, отд. геол.* – 1994. – Т. 69. – Вып. 6. – С. 103-123.
6. Ziegler A.M., Rowley D.B. The vanishing record of epeiric seas, with emphasis on the late Cretaceous “Hudson Seaway” // *Tectonic boundary conditions for climate reconstruction / Ed. by T.J. Growley, K. Burke.* – Oxford: Oxford Univ. Press, 1997. – P. 147-166.
7. Helenes J., Guerra C.D., Vasquez J. Palynology and Chronostratigraphy of the Upper Cretaceous in the subsurface of the Barinas Area, Western Venezuela // *AAPG Bulletin.* – 1998. – V. 82. – N 7. – P. 1308-1328.
8. Гольберт А.В., Григорьева К.Н., Ильенок Л.Л., Маркова Л.Г., Скуратенко А.В., Тесленко Ю.В. Палеоклиматы Сибири в меловом и палеогеновом периодах. – М.: Недра, 1977. – 107 с.
9. Атлас литолого-палеогеографических карт юрского и мелового периодов Западно-Сибирской равнины в масштабе 1:5000000. Тюмень: Тр. ЗапСибНИГНИ, 1976. – Вып. 93.
10. Захаров В.А., Лебедева Н.К., Маринов В.А. Биотические и абиотические события в позднем мелу Арктической биогеографической области // *Геология и геофизика.* – 2003. – Т. 44. – № 11. – С. 1093-1103.
11. Хернгрин Г.Ф.В., Хлонова А.Ф. Меловые палинофлористические провинции мира. – Новосибирск: Наука, Сиб. отделение, 1983. – 134 с.
12. Bloch J.D., Schreder-Adams C.J., Leckie D.A., Craig J, McIntyre D.J. Sedimentology, micropaleontology, geochemistry, and hydrocarbon potential of shale from the Cretaceous Lower Colorado Group in Western Canada // *Geological Survey of Canada.* – 1999. – Bull. 531. – 185 p.
13. Хоментовский О.В. Иноцерамиды (*Bivalvia*) и биостратиграфия верхнего мела севера Сибири: Автореф. дис. ... канд. геол.-мин. наук / ОИГГМ СО РАН. – Новосибирск, 1998. – 20 с.

14. Михайлова И.А., Найдин Д.П. Систематическое положение и распространение рода *Borissiakoceras Arkhangelsky, 1916 (Ammonoidea)* // Палеонтологический журнал. – 2002. – № 6. – С. 46-56.
15. Вахрамеев В.А. Климаты Северного Полушария в меловом периоде и данные палеоботаники // Палеонтологический журнал. – 1978. – № 2. – С. 3-17.
16. Амон Э.О. Морские акватории Уральского региона в средне- и поздне меловое время // Геология и геофизика. – 2001. – Т. 42. – № 3. – С. 471-483.
17. Папулов Г.Н. Меловые отложения Урала (стратиграфия, палеогеография, палеотектоника). – М.: Наука, 1974. – 202 с.
18. Найдин Д.П. Тургайский пролив в системе меридионального соединения поздне меловых морей Северного Полушария // Бюл. Моск. общ-ва испытателей природы, отд. геол. – 2003. – Т. 78. – Вып. 4. – С. 49-55.
19. Шарафутдинова Н.Г. О находках микрофитопланктона в туронских отложениях юго-восточной части Тургайского прогиба // Палинология в стратиграфии. – М.: Наука, 1994. – С. 92-94.

© Н. К. Лебедева, 2022