

УДК 551781.571:550.382.3(571.1)

## ДИАТОМЕИ И ДИНОЦИСТЫ В ИНТЕРВАЛЕ ПОЗДНЕГО ПАЛЕОЦЕНА– РАННЕГО ЭОЦЕНА В БИОКРЕМНИСТЫХ ФАЦИЯХ СРЕДНЕГО ЗАУРАЛЬЯ

© 2012 г. Г. Н. Александрова, Т. В. Орешкина, А. И. Яковлева, Э. П. Радионова

*Геологический институт РАН, Москва*

*e-mail: dinoflag@mail.ru*

Поступила в редакцию 14.02.2011 г., получена после доработки 29.08.2011 г.

Переход от палеоцена к эоцену – один из наиболее ярких эпизодов кайнозоя, совпадающий с глобальным событием климатического оптимума (РЕТМ). Проявление этого глобального события по данным комплексного биостратиграфического изучения диатомей, силикофлагеллат и диноцист прослежено в трех разрезах Среднего Зауралья (Камышлов, Коркино, Чумляк), представленных морскими биокремнистыми отложениями серовской и ирбитской свит. В интервале диатомовых зон *Trinacria ventriculosa*–*Hemiaulus proteus*–*Coscinodiscus uralensis*, отвечающих началу, кульминации и завершению события РЕТМ, установлено появление новых родов *Moisseevia*, *Solium*, *Fenestrella*, *Craspedodiscus*, *Podosira*, *Pseudotriceratium*, интенсивная радиация *Grunowiella* и *Coscinodiscus*, развитие экстремальных морфотипов среди силикофлагеллат. Выявлены некоторые отличия изученных комплексов диатомей от одновозрастных комплексов Среднего Поволжья, что позволяет усомниться в устойчивом водообмене между этими бассейнами. Ассоциации диноцист, напротив, демонстрируют отсутствие зональных видов-индексов (*Arctodinium homomorphum*, *A. augustum*) и аспе *Arctodinium*, характерных для перехода от палеоцена к эоцену во многих районах земного шара. Фациальные обстановки изученного интервала (интенсивное вертикальное перемешивание и относительно низкие температуры и соленость) характеризуются доминированием родов диноцист *Areoligera*, *Deflandrea*, *Spiniferites*, *Operculodinium*.

*Ключевые слова:* Зауралье, верхний палеоцен, ранний эоцен, биостратиграфическое расчленение, диатомовые водоросли, диноцисты.

### ВВЕДЕНИЕ

Морские палеогеновые отложения Зауралья имеют огромный информационный потенциал для реконструкции геологических событий и палеоклимата не только в региональном, но и в глобальном масштабе. На протяжении палеоцена–эоцена Зауралье и сопредельный Тургайский прогиб участвовали в морском сообщении между Арктикой и Тетисом и оказывали значительное влияние на глобальную циркуляцию и климат. Преобладание биогенной кремнистой и терригенной седиментации и практически полное отсутствие карбонатного планктона выводит здесь на первый план изучение кремнистых и органикостенных микрофоссилий.

Основы зональной стратиграфии этих регионов по диатомеям были заложены А.П. Жузе (Диатомовый..., 1949), которая впервые выделила стратиграфически значимые сукцессии диатомовых водорослей палеогена на восточном склоне Урала. В 1960–1970-е гг. эта последовательность была подтверждена на огромном фактическом

материале (Стрельникова, 1960; Кротов, Шибкова, 1961; Рубина, Дрознес, 1961; Рубина, 1973; Парамонова, 1964; Диатомовые..., 1974) в период интенсивного изучения геологии Западной Сибири. Основанная на этой последовательности зональная диатомовая шкала была предложена З.И. Глезер (1979) для Зауралья, Западной Сибири и сопредельных территорий Казахстана и Поволжья. Позже возраст зональных подразделений по диатомеям был скорректирован Н.И. Стрельниковой (Козлова, Стрельникова, 1984; Стрельникова, 1992) на основе их опосредованного (через зональную схему по радиоляриям) сопоставления с океаническими зональными шкалами по карбонатному планктону. В последние годы объем и возраст зональных подразделений палеогена по диатомеям палеогена уточняется в результате прямой комплексной биостратиграфической корреляции по разным группам микропланктона (карбонатного, кремнистого и органикостенного) в опорных разрезах Поволжья, Зауралья, юга России и Украины (Radionova et al., 2001, 2003; Iakovleva et al., 2000; Oreshkina et al., 2004; Aleksan-

drova, Radionova, 2006; Орешкина, Александрова, 2007; Орешкина, Яковлева, 2007; Орешкина и др., 2008).

Изучение цист динофлагеллат в Зауралье и Тургае было начато в конце 1980-х годов, к настоящему моменту изучен целый ряд разрезов и скважин (Васильева, 1990, 1994, 2000, 2005; Васильева, Малышкина, 2002; 2008; Iakovleva et al., 2001; Амон и др., 2003). Эти исследования выявили большой потенциал использования диноцист для межрегиональных корреляций и уточнения возраста региональных подразделений. Так, на примере разреза карьера Соколовский (Iakovleva et al., 2001) была продемонстрирована возможность выделения в Тургае палеоцен-эоценовых зон бассейна Северного моря и сиквенс-стратиграфических циклов 3-го порядка, соответствующих циклам Североморского бассейна (Powell et al., 1996).

В 2007 г. Международной стратиграфической комиссией (Aubry et al., 2007) была выбрана точка глобального стратотипа границы палеоцена–эоцена в разрезе Dababiya (долина Нила, Египет). Биостратиграфическими маркерами этой границы являются массовое исчезновение абиссальных и батинальных бентосных фораминифер, специфические комплексы планктонных фораминифер и наннопланктона с присутствием экстремальных экоморфотипов, акме диноцист рода *Arctodinium*. Основание эоцена проводится по подошве глобального изотопного события – негативного экскурса изотопа углерода (до 6‰), которое близко совпадает с основанием зоны *Arctodinium augustum* по диноцистам (Crouch et al., 2001).

Задачей настоящей работы явилось изучение диатомей и диноцист из разрезов Камышлов, Коркино и Чумляк Среднего Зауралья с целью дальнейшего уточнения возраста отложений и особенностей перехода от палеоцена к эоцену в этом регионе Северной Евразии.

## МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

### *Региональная литостратиграфия*

Характерной особенностью палеогена Зауральской фашиально-структурной зоны (Ахметьев и др., 2004) являются мощные горизонты биокремнистых осадков, приуроченных к двум крупным седиментационным циклам. Нижнепалеоценовому циклу, охватывающему датско-зеландский интервал, соответствуют марсятская и ивдельская свиты. Второй цикл (верхи палеоцена–нижний эоцен) традиционно расчленяется на две свиты – серовскую и ирбитскую, стратотипы

которых были установлены А.П. Сивовым (Тезисы..., 1956) в районе городов Серов и Ирбит. Опоки традиционно относятся к серовской свите (верхний палеоцен), а диатомиты и биокремнистые глины – к ирбитской свите (нижний эоцен). Аналогами этих подразделений на востоке и юго-востоке Западно-Сибирской плиты являются соответственно нижняя и средняя подсвиты люлинворской свиты (Унифицированные..., 2001). Средняя мощность биокремнистых осадков составляет около 100 м.

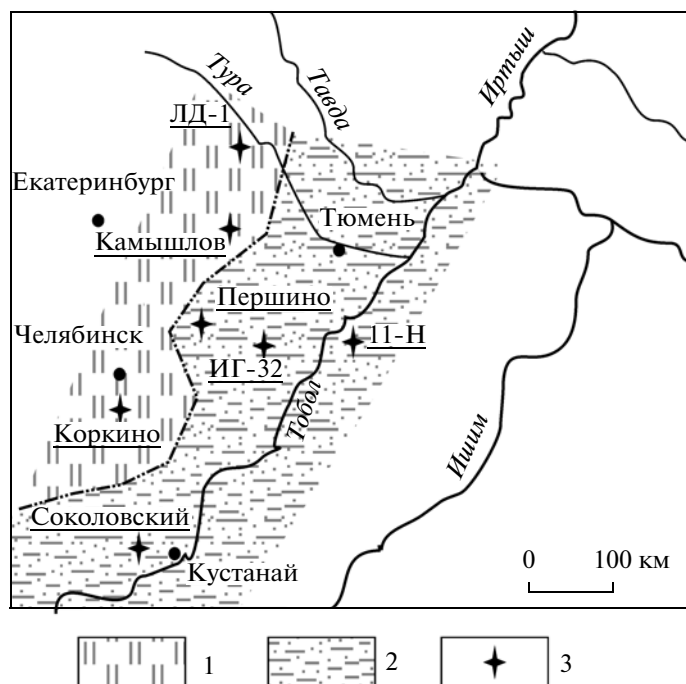
Материалом для настоящего исследования послужили образцы из верхнепалеоценовых–нижнеэоценовых отложений трех разрезов Среднего Зауралья, вскрытых в карьерах Камышлов (Свердловская область), Чумляк и Коркино (Челябинская область) (рис. 1). Описание и опробование разрезов было проведено авторами статьи и их коллегами из Института геологии и геохимии УрО РАН (Екатеринбург) во время совместных экспедиционных работ в 1998 г. (Коркино), 1999 г. (Камышлов) и 2004 г. (Камышлов, Чумляк, Коркино).

### *Методика исследований*

Химическая обработка образцов на палинологический и диатомовый анализы осуществлялась согласно процедуре, принятой в лаборатории палеофлористики ГИН РАН. После предварительного дробления образцы заливали горячим раствором пиррофосфата натрия ( $\text{Na}_4\text{P}_2\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ ) для дисперсии глинистого материала, а затем отмывали каждые 2 часа с целью удаления глинистых частиц; далее образцы центрифугировались в тяжелой жидкости ( $\text{K}_2\text{CdJ}_4$ ) с плотностью 2.25 с целью отделения органической и кремнистой фракций от более тяжелых минеральных частиц. По результатам просмотра легкой фракции под микроскопом делали стандартные препараты на диатомовые водоросли.

Дальнейшая обработка образцов на диноцисты и другие группы морских палиноморф включала в себя удаление кремнистых компонентов с использованием 70%-ной плавиковой кислоты (HF); после этого образец подвергали действию соляной кислоты для удаления флюоросиликатных гелей, а затем отмывали в дистиллированной воде и заливали глицерином.

Таксономия диноцист соответствует индексу Фенсома и Вильямса (Fensome, Williams, 2004). Качественные и количественные изменения в составе диноцист послужили основой для установления комплексов, характеризующих региональные биостратоны в ранге слоев и зон (появление



**Рис. 1.** Карта распространения биокремнистых и терригенно-кремнистых отложений в Среднем и Южном Зауралье в переходном интервале палеоцена и эоцена, построенная на основании оригинальных данных изучения диатомей и диноцист, с использованием (Васильева, 2000; Васильева, Малышкина, 2002).

1 – биокремнистые отложения с азональными комплексами диноцист; 2 – терригенно-кремнистые отложения с зональными комплексами диноцист; 3 – местоположение изученных разрезов и скважин.

или исчезновение таксонов, увеличение или уменьшение видового разнообразия, максимальное развитие (акме) отдельных видов). Установленные комплексы сравнивались в основном с комплексами из стратотипических регионов раннего палеогена Западной Европы (Heilmann-Clausen, 1985, 1988, 1994; Powell, 1992; Vujak, Mudge, 1994; Mudge, Vujak, 1996), а также со стандартной диноцистовой шкалой (Luterbacher et al., 2004). Возраст биостратонов определен путем опосредованной калибровки диноцистовых зон с наннопланктонной шкалой Е. Мартини (Martini, 1971).

Палинологический анализ изученных образцов включал 2 этапа. (1) Подсчитывали минимум 200 (если возможно) палиноморф, которые подразделяли на 7 групп: цисты динофлагеллат, акритархи, другие водоросли (празиофиты и т.д.), пыльца покрытосеменных, хвойных растений, пыльца таксодиевых и споры наземных растений. (2) Проводили подсчет минимум 200 (если возможно) диноцист и акритарх. Учитывая литературные данные по реконструкции палеообстановки на основе изучения диноцист (Powell et al., 1996; Sluijs et al., 2005; Crouch, Brinkhuis, 2005),

выявленные таксоны диноцист подразделяли на ряд “экогрупп”: 1) Deflandrea-группа (Deflandrea, Cerodinium, Lejeunecysta), 2) Wetzelielloids, 3) Homotryblium-группа (Lingulodinium, Heteraulacocysta), 4) Areoligera-группа (Areoligera, Glaphyrocysta), 5) Elytrocysta spp., 6) Impletosphaeridium severinii, 7) Fromea spp., 8) Hystrichosphaeridium tubiferum, 9) Cordosphaeridium-группа (Cordosphaeridium, Fibrocysta), 10) Operculodinium spp.; 11) Spiniferites-группа (Spiniferites, Achomosphera, Rottnestia).

Биостратиграфическое расчленение по диатомеям проводилось по зональной шкале палеогена для внетропической области (Стрельникова, 1992). В качестве дополнительных стратиграфических реперов использовались данные по стратиграфическому распределению силикофлагеллат (Perch-Nielsen, 1985). Для экостратиграфического анализа по кремневым микрофоссилиям – диатомовым и силикофлагеллатам – в каждом препарате подсчитывали 200–300 экземпляров для выявления доминирующих родов, которые затем объединяли в неформальные группы, относящиеся к одному порядку (классификация центральных диатомовых дана по

В.А. Николаеву, Д.М. Харвуду (2002), пеннатных по (Диадомовые..., 1988)). Интерпретация динамики экологической структуры комплексов диатомей базируется на эмпирически установленном (Кругликова, Казарина, 2003) соответствии количественных изменений высоких таксонов (семейств и порядков) изменениям, выявленным на видовом уровне. Характерные таксоны приведены в таблицах I–IV.

## РЕЗУЛЬТАТЫ БИОСТРАТИГРАФИЧЕСКОГО РАСЧЛЕНЕНИЯ ОТЛОЖЕНИЙ

### *Разрез Камышлов*

Разрез Камышлов расположен на северной окраине г. Камышлов Свердловской области, в 0.5 км севернее ж/д станции Камышлов, где карьером вскрыты серовская и ирбитская свиты. В данной статье рассматриваются только отложения нижней части разреза (Ахметьев и др., 2001) (рис. 2), повторно опробованной в 2004 г. Полное описание разреза приведено в публикациях (Oreshkina et al., 2004; Васильева, 2005), основанных на материалах экспедиции 1999 г. Упоминание местонахождения диатомей в транскрипции “Камышев” нередко встречается в зарубежной литературе по диатомовым водорослям палеогена. Это связано с тем, что образцы диатомитов из этого месторождения в 1930-е годы были переданы советской Службой минерального экспорта европейским специалистам для оценки их параметров как полезных ископаемых. В результате за рубежом появилось несколько публикаций с описанием новых таксонов диатомей (Cheneviere, 1934; Meister, 1937; Lefebure, Cheneviere, 1938). Позже диатомеи и силикофлагеллаты из отдельных образцов из Камышловского карьера изучались В.С. Шешуковой-Порецкой (Диадомовый..., 1949), S. Locker и E. Martini (1987), M. Homann (1991). По-видимому, образцы диатомитов были отобраны из карьера, располагавшегося на территории кирпичного завода, который в настоящее время заполнен водой.

Пачка 1 установлена в видимом основании разреза и представлена диатомовыми глинами темно-серыми с голубоватым оттенком, в сухом состоянии светло-серыми, плотными, вязкими, слабоалевритистыми, массивными и неяснослоистыми, в верхней части сильно ожелезненными, с железистыми включениями диаметром до 1 см. Видимая мощность 3.2 м.

Пачка 2. Глины диатомовые, алевритистые, с буроватым оттенком. По контакту с нижележа-

щей толщей 2-сантиметровый слой алеврита. Мощность пачки ~1 м.

Пачка 3. Глины диатомовые, листоватые, с ярозитом, более алевритистые, чем нижележащая пачка 2, светло-серые с буроватым оттенком. Мощность ~0.5 м.

Пачка 4 представлена переслаиванием темно-серых и светло-серых диатомитов. В темных разностях содержится большая компонента глинистого материала. Мощность прослоев ~0.5 м. Мощность пачки ~5 м.

**Диатомовые водоросли.** Проведенный нами отбор проб из нового карьера, описанного выше, показал, что кремневый планктон хорошей сохранности имеется во всех образцах изученного интервала (пачки 1–4) (рис. 2).

**Зона *Hemiaulus proteus*** установлена в пачке 1 (обр. 19, 20, 21, 56, 58, 59, 60, 63). Комплекс представлен *Moisseevia* (= *Coscinodiscus*) *uralensis* (Jouse) Strelnikova, *Hemiaulus proteus* Heiberg, *H. curvatus* Strelnikova, *Triceratium mirabile* Jouse, *Craspedodiscus moelleri* A. Schmidt, *Fenestrella antiqua* (Grunow) Swatman, *Podosira anissimovae* (Gleser et Rubina) Jackovshchikova et Strelnikova, *Grunowia gemmata* (Grunow) Van Hearck, *G. paleocaenica* Jouse, *Solium exsculptum* Heiberg, *Trinacria excavata* Heiberg, *T. cornuta* (Greville) Ross et Sims, *Pyxidicula moelleri* (A. Schmidt) Strelnikova et Nikolaev. Для этого интервала характерно присутствие силикофлагеллат *Dictyocha elongata* Gleser, *Corbisma disymmetrica* Bukry, исчезающих у верхней границы рассматриваемой зоны в кровле пачки 1, а также присутствие таксона с атипичными морфологическими признаками, описанного как *Navicullocha sibirica* gen. et sp. nov. Среди сопутствующих видов доминируют главным образом неритические виды *Paralia sulcata* (Ehrenberg) Cleve, *Pseudopodosira westii* (W. Smith) Jouse et Gleser, *Stephanopyxis turris* Greville et Arnott gr., *S. edita* Jouse, *Stellarima microtrias* (Ehrenberg) Hasle et Sims, *Hyalodiscus radiatus* (O'Meara) Grunow. Более малочисленны *Proboscia* gr. (*P. cretacea* (Hajos et Stradner) Jordan et Priddle, *P. aff. Rhizosolenia jutlandica* Fenner, *P. aff. Rh. clavigera* Grunow), *Hemiaulus affinis* Grunow, *Anaulus* spp. Спорадически присутствуют *Paralia selecta* (A. Schmidt) Gleser, *Anuloplicata ornata* (Grunow) Gleser, *A. concentrica* (Grunow) Gleser, *Briggera sibirica* (Grunow) Ross et Sims, *Clavicula polymorpha* Grunow et Pantocsek, *Coscinodiscus argus* Ehrenberg, *Eunotogramma weissii* Ehrenberg, *Trinacria regina* Heiberg + var., *Hemiaulus danicus* Grunow, *Odontotropis carinata* Grunow, *O. hyalina* Witt, *Pseudopyxilla rossica* (Pantocsek) Forti, *Pseudostictodiscus angulatus* Grunow,

*Pseudopodosira aspera* Jouse, *Pterotheca acuelifera* (Grunow) Van Heurck, *Pt. subulata* Grunow, *Pt. kittoniana* Grunow, *Triceratium flos Ehrenberg*, *Trochosira mirabilis* Kitton, *Xantiopyxis danica* Fenner.

Структура комплекса образована двумя доминирующими группами – *Stephanopyxis* и *Paralia-Anuloplicata-Pseudopodosira*, развивающимися в противофазе (рис. 3). Около 10–15% составляют виды порядка *Hemiaulales* (*Hemiaulus*, *Solium*, *Trinacria* s.l.), виды рода *Grunowiella*, силикофлагеллаты.

Выше (пачки 2–3; обр. 64, 65, 66, 61, 62) установлена зона *Coscinodiscus uralensis*, характеризующаяся акме зонального вида, значительным сокращением таксономического разнообразия диатомей за счет выпадения из состава комплекса как представителей родов *Fenestrella*, *Craspedodiscus*, *Podosira*, *Triceratium mirabile*, так и целого ряда сопутствующих видов. В составе комплекса силикофлагеллат отмечено появление зонального вида *Naviculopsis foliacea* Bukry, маркирующего основание одноименной зоны. Кроме того, характерная особенность этой зоны, отмечавшаяся ранее З.И. Плезер (1979) и Н.И. Стрельниковой (1992), – появление единичных представителей реперных видов вышележащей диатомовой зоны – вида-индекса *Coscinodiscus payeri* Grunow, а также *Coscinodiscus denarius* A. Schmidt, *Coscinodiscus decrescenoides* Jouse. Основные доминантные группы те же, что и в зоне *Hemiaulus proteus*, однако резко снижается содержание *Grunowiella* и несколько возрастает роль силикофлагеллат (рис. 3).

В вышележащей пачке 4 установлен комплекс, типичный для зоны *Coscinodiscus payeri* (обр. 25–29, 67), уже со стабильным присутствием упомянутых видов рода *Coscinodiscus*. За счет сокращения таксономического разнообразия снижается доля таксонов, относящихся к порядку *Hemiaulales*, происходит дальнейшее сокращение разнообразия рода *Grunowiella*.

**Диноцисты.** В разрезе Камышлов диноцисты были изучены из пачек 1–4, выше по разрезу они не обнаружены (рис. 2). В целом большая часть образцов содержит разнообразные комплексы диноцист и континентальных палиноморф, за исключением образцов 31 и 32 из верхней части разреза, где палиноморфы представлены малочис-

ленными экземплярами, а также образца 28, где они не встречаются вообще. Все палинологические ассоциации характеризуются доминированием диноцист (рис. 3). В целом снизу вверх по разрезу отмечается постепенное снижение разнообразия и количества диноцист.

Слои с *Heteraulacacysta leptalea* выявлены в интервале образцов 19–23 (пачки 1–3) и по объему отвечают интервалам зон по диатомеям *Hemiaulus proteus* и *Coscinodiscus uralensis*. Ассоциации диноцист характеризуются доминированием *Heteraulacacysta leptalea* Eaton (до 45%). Среди других гонуаулакоидных диноцист преобладают главным образом *Chlamydomphorella* cf. *walla*, *Kallosphaeridium* spp., *Membranosphaera* spp. Перидиниоидные диноцисты (*Deflandrea oebisfeldensis* Alberti, *Deflandrea* spp., *Senegalinium? dilwynense* (Cookson et Eisenack) Stover et Evitt, *Alterbidinium rugulum* Iakovleva et Kulkova, *Senegalinium obscurum* (Drugg) Stover et Evitt и др.) представлены в подчиненном количестве; их максимальное содержание достигает 30% в обр. 19. Присутствующие виды рода *Apectodinium* (*A. homomorphum* (Deflandre et Cookson) Lentin et Williams, *A. paniculatum* (Costa et Downie) Lentin et Williams, *A. quinquelatum* (Williams et Downie) Costa et Downie, *Apectodinium* sp.) встречаются в комплексе в незначительном количестве. Характерной чертой комплекса является существенное количество (15–25%) акритарх (*Comasphaeridium cometes* (Valensi) Staplin, *Mycrhystridium* sp., *Fromea* spp., *Horologinella incurvata* Cookson et Eisenack, *Paralecaniella indentata* (Deflandre et Cookson) Cookson et Eisenack) и зеленых водорослей (*Noremia* spp.). Спорово-пыльцевые ассоциации в этом интервале отличаются доминирующей ролью пыльцы таксодиевых.

Ранее данный интервал разреза, по значительному присутствию характерного таксона *Deflandrea oebisfeldensis*, относился к зоне *Deflandrea oebisfeldensis* (Oreshkina et al., 2004; Васильева, 2005). На основании того, что первое появление *Heteraulacacysta leptalea* установлено совместно с комплексом наннопланктона зоны NP9b (*R. cuspis*) в разрезе Хеу и приурочено к основанию зоны *Wetzeliella astra* по диноцистам (Radionova et al., 2009), можно ограничить стратиграфическое по-

Таблица I. Диатомеи и силикофлагеллаты интервала перехода от палеоцена к эоцену из разрезов Среднего Зауралья.

1 – *Craspedodiscus moelleri* A. Schmidt, разрез Камышлов, обр. 58; 2 – *Moissevia uralensis* (Jouse) Strelnikova, разрез Камышлов, обр. 58; 3 – *Fenestrella barbadensis* Greville, разрез Коркино, обр. 17; 4 – *Thalassioropsis wittiana* (Pantocsek) Hasle, разрез Коркино, обр. 16; 5 – *Fenestrella rossica* Swatman, разрез Коркино, обр. 17; 6 – *Fenestrella antiqua* (Grunow) Swatman, разрез Коркино, обр. 17.

Таблица I

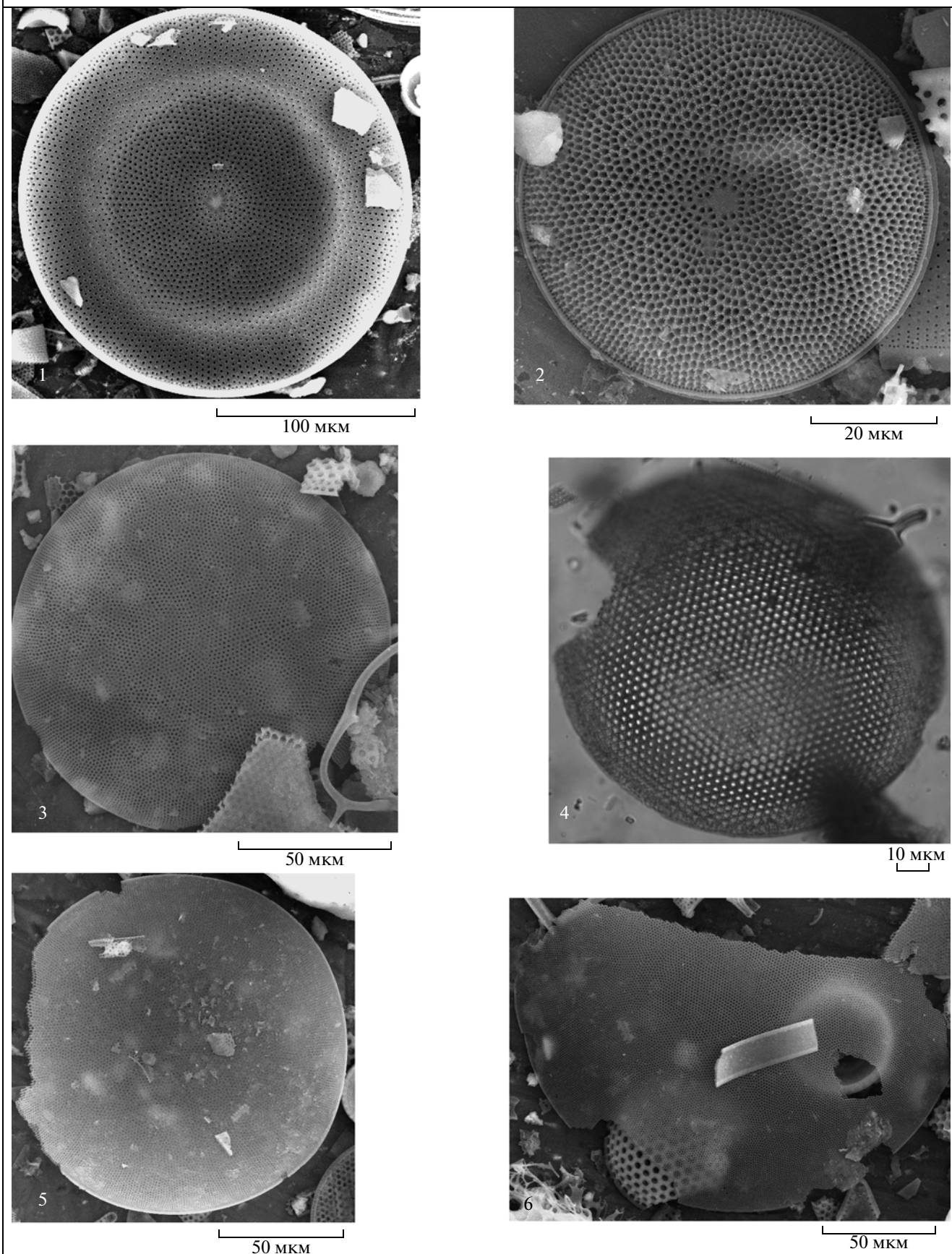
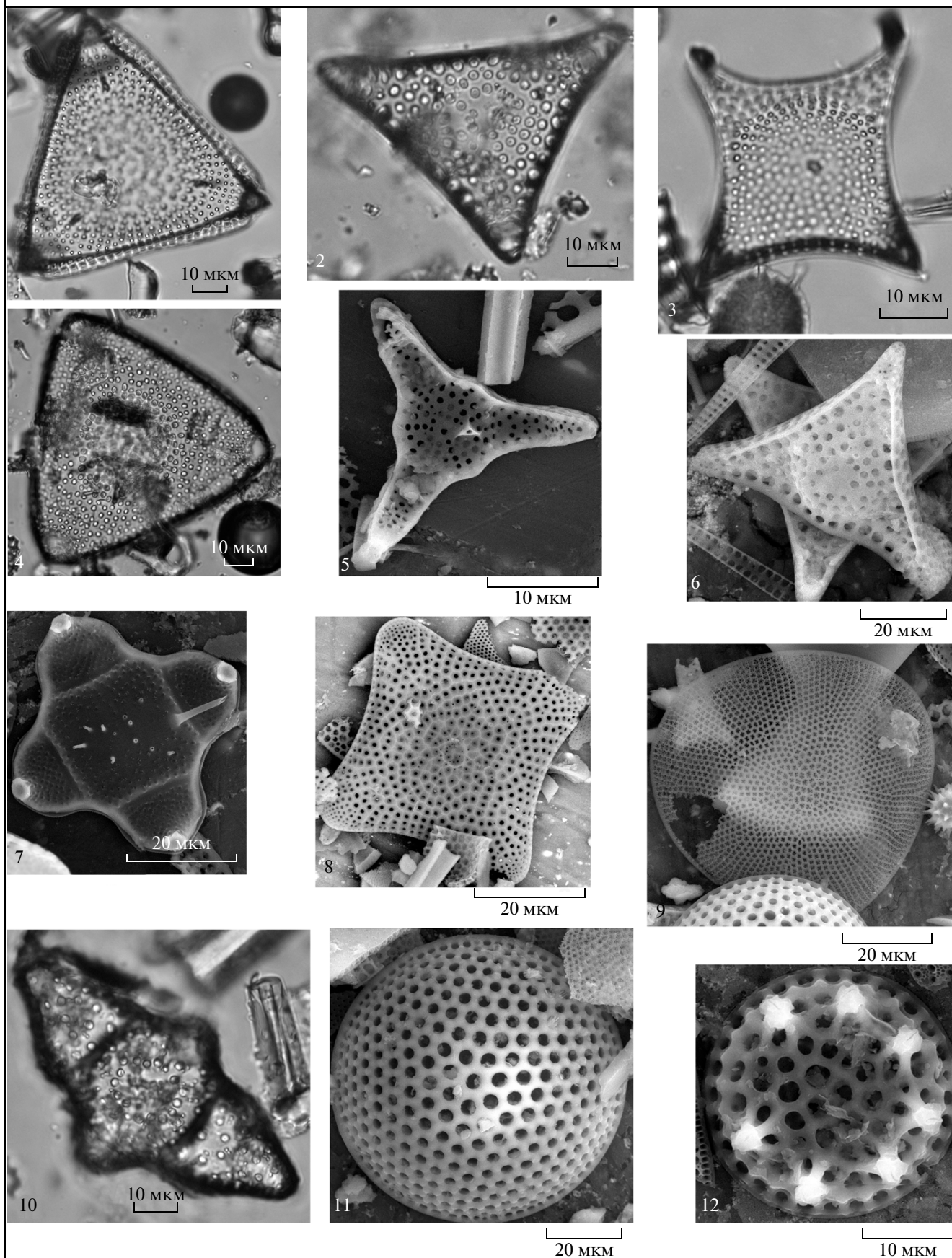


Таблица II



**Таблица II.** Диатомеи и силикофлагеллаты интервала перехода от палеоцена к эоцену из разрезов Среднего Зауралья. 1 – *Trinacria regina* Heiberg, em. Homann, разрез Чумляк, обр. 120; 2 – *Trinacria pileolus* (Ehrenberg) Grunow, разрез Чумляк, обр. 120; 3 – *Trinacria cornuta* (Greville) Ross et Sims, разрез Чумляк, обр. 122; 4 – *Trinacria heibergii* Kitton, em. Homann, разрез Чумляк, обр. 125; 5 – *Trinacria mirabile* Jouse, разрез Камышлов, обр. 58; 6 – *Trinacria ventriculosa* A. Schmidt, разрез Коркино, обр. 16; 7 – *Solium exsculptum* Heiberg, разрез Камышлов, обр. 58; 8 – *Stictodiscus novazealandicus* Grunow, разрез Коркино, обр. 24; 9 – *Pseudotriceratium fallax* Grunow, разрез Коркино, обр. 15; 10 – *Anaulus weyprechtii* Grunow, разрез Коркино, обр. 8; 11 – *Puxidicula moelleri* Grunow, разрез Камышлов, обр. 58; 12 – *Costopyxix broschii* (Grunow) Strelnikova et Nikolaev, разрез Камышлов, обр. 58.

ложение нижней границы данных слоев этим уровнем. Этому же стратиграфическому уровню отвечает зона E1c Северного моря (Vujak, Mudge, 1994). Верхний стратиграфический предел зоны *Wetzeliella astra* в общей шкале приходится на среднюю часть зоны NP10 и имеет раннеипрский возраст (Luterbacher et al., 2004).

В более высокой части разреза (пачка 4), в интервале образцов 25–29, выявлена зона *Wetzeliella meckelfeldensis* (рис. 2). В ее основании появляется *Wetzeliella meckelfeldensis* Gocht, исчезают *Alisocysta* sp. 2 sensu Heilman-Clausen, *Deflandrea denticulata* Alberti, *D. andromiensis* Vozzhennikova. Количественные соотношения в палинологическом комплексе несколько меняются, в основном за счет резкого уменьшения количества диноцист *Heteraulacacysta leptalea* и пыльцы таксодиевых (рис. 3). В обр. 25, 26 сохраняется значительное содержание акантоморфных акритарх и празиофитов (до 30%), которое в вышележащих отложениях резко сокращается, указывая на высокое положение уровня моря после трансгрессивного тренда. Среди диноцист, на фоне общего обеднения систематического состава, более многочисленными стали представители рода *Deflandrea*, несколько увеличилось содержание групп *Areoligera*, *Spiniferites*, *Operculodinium* и *Cordosphaeridium*. В обр. 29 количество *Areoligera* spp. составляет 34%, что отвечает гидрологически активным палеообстановкам (Powell et al., 1996). Объем зоны *Wetzeliella meckelfeldensis* в Западной Европе соответствует наннопланктонным зонам NP10 (верхняя часть)–NP11 (основание) (Luterbacher et al., 2004), что позволяет датировать этот верхний интервал в разрезе Камышлов ранним ипром.

### Разрез Коркино

Карьер Коркино расположен в 40 км южнее города Челябинска. Впервые разрез палеогена был описан и опробован в 1998 г. Э.П. Радионовой и В.Н. Беньямовским (ГИН РАН). Наиболее полная последовательность отложений палеогена мощностью около 50 м описана нами в 2004 г. в

северной стенке карьера Коркино и представлена следующими пачками (снизу вверх) (рис. 4):

Пачка 1. Конгломерат глинистый, с многочисленными гальками фосфоритовых песчаников, а также зеленокаменных пород, кварца и др. Вверх по разрезу постепенно переходит в песчаник глинистый, с линзами и гнездами кремнистых алевролитов. Мощность 2,5 м.

Пачка 2. Глина во влажном состоянии темно-серая, очень плотная, вверх по разрезу переходящая в опоковидную, с линзочками песчаного материала. Мощность 3 м.

Пачка 3. Диатомовые глины светло-серые, с небольшой примесью песчаного материала, в том числе глауконитового песка. Мощность 16 м.

Пачка 4. Рыхлый гравелит зеленовато-серый, переходящий в крупнозернистый рыхлый песчаник. В гравелите преобладает мелкая галька зеленокаменных пород. Встречены зубы акул. Мощность 1,5 м. Контакт с нижележащей опоковидной толщей, по-видимому, несогласный, хотя в верхних 30 см опоковидной пачки встречены отдельные гальки, а в гравелите окатыши пород опок. Верхний контакт гравелита не наблюдался, задерновано около 1,5 м.

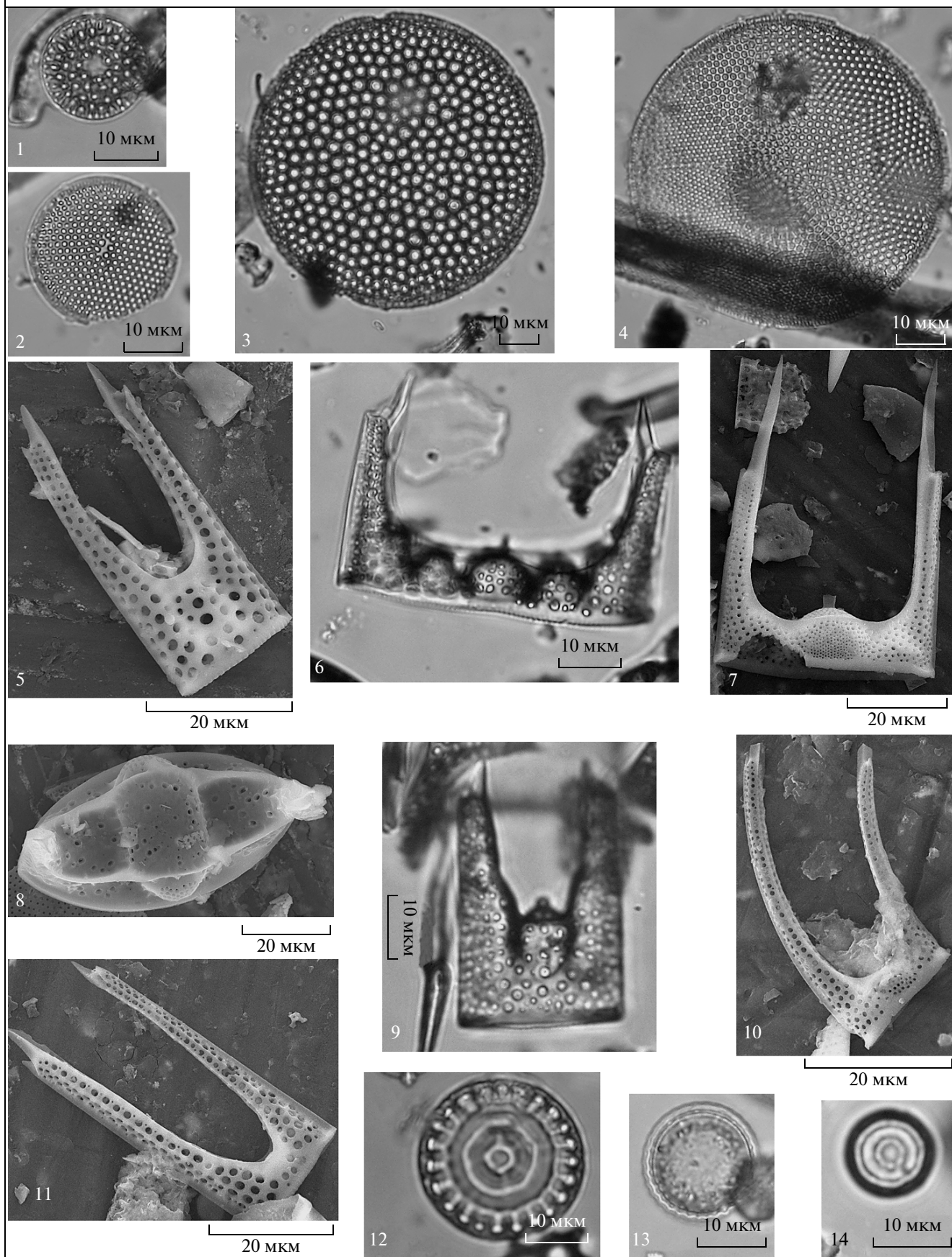
Пачка 5. Глинистые опоки серые, серовато-бежевые, неяснослоистые, по напластованию ожелезненные, с ходами илоедов, рассеянными включениями гальки и гравия кварца, кремней. Имеются прослои песчаных опок. Мощность 24 м.

Пачка перекрывается четвертичными делювиальными отложениями.

**Диатомовые водоросли.** В нижней части палеогеновой толщи (пачки 1–2, обр. 1–7) диатомеи представлены единичными створками *Moisseevia uralensis*, видами *Paralia* и спикулами. Выше по разрезу, начиная с образца 10 (пачка 3, обр. 10–20), наблюдается увеличение таксономического разнообразия и улучшение сохранности створок. В толще глинистых опок (пачка 3) установлена верхняя часть зоны *Trinacria ventriculosa* (рис. 4), представленная видами *Moisseevia* (= *Coscinodiscus*) *uralensis*, *Thalassiosiropsis wittiana* (Pantocsek) Hasle, *Podosira anissimovae*, *Trinacria ventriculosa*



Таблица III



**Таблица III.** Диатомеи и силикофлагеллаты интервала перехода от палеоцена к эоцену из разрезов Среднего Зауралья. 1 – *Coscinodiscus payeri* Grunow, разрез Камышлов, обр. 23; 2 – *Stellarima microtrias* (Ehrenberg) Hasle et Sims, разрез Коркино, обр. 30; 3 – *Coscinodiscus decrescenoides* Jouse, разрез Коркино, обр. 30; 4 – *Coscinodiscus denarius* A. Schmidt, разрез Коркино, обр. 30; 5 – *Hemiaulus subacutus* Grunow, разрез Камышлов, обр. 58; 6 – *Hemiaulus proteus* Heiberg, разрез Чумляк, обр. 122; 7 – *Hemiaulus danicus* Grunow, разрез Коркино, обр. 23; 8 – *Hemiaulus elegans* (Heiberg) Grunow, разрез Камышлов, обр. 58; 9 – *Hemiaulus polymorphus* var. *frigida* Grunow, разрез Чумляк, обр. 122; 10 – *Hemiaulus curvatulus* Strelnikova, разрез Коркино, обр. 23; 11 – *Hemiaulus inaequilateralis* Gombos, разрез Коркино, обр. 23; 12 – *Anuloplicata concentrica* (A. Schmidt) Gleser, разрез Камышлов, обр. 23; 13 – *Trochosira spinosa* Kitton, разрез Чумляк, обр. 120; 14 – *Pseudopodosira westii* (W. Smith) Sheshukova et Gleser, разрез Камышлов, обр. 23.

A. Schmidt, *Craspedodiscus moelleri*, *Fenestrella antiqua* (Grunow) Swatman, *F. rossica* Swatman, *F. barbadiensis* Greville, *Grunowiella gemmata*, *G. paleocaenica*, *Hemiaulus curvatulus* Strelnikova, *H. inaequilateralis* Gombos, *Trinacria excavata* Heiberg, *Triceratium gombosii* Fenner. Род *Pseudotriceratium*, впервые появляющийся на этом стратиграфическом уровне, представлен двумя видами – *P. fallax* Grunow и *P. chenevieri* (Meinster) Gleser. Отмечено появление *Distephanosira architecturalis* (Brun) Gleser. Отличительной особенностью диатомовых ассоциаций рассматриваемой зоны в разрезе Коркино является высокое содержание *Anaulus weuprechtii* Grunow (рис. 5). В кровле зоны появляется вид *Solium exsculptum*. Состав сопутствующих видов в целом такой же, как в зоне *Hemiaulus proteus* разреза Камышлов, хотя их таксономическое разнообразие здесь несколько ниже. Группы доминантов представлены порядками *Stephanorhoxales*, *Paraliales*, *Hemiaulales*.

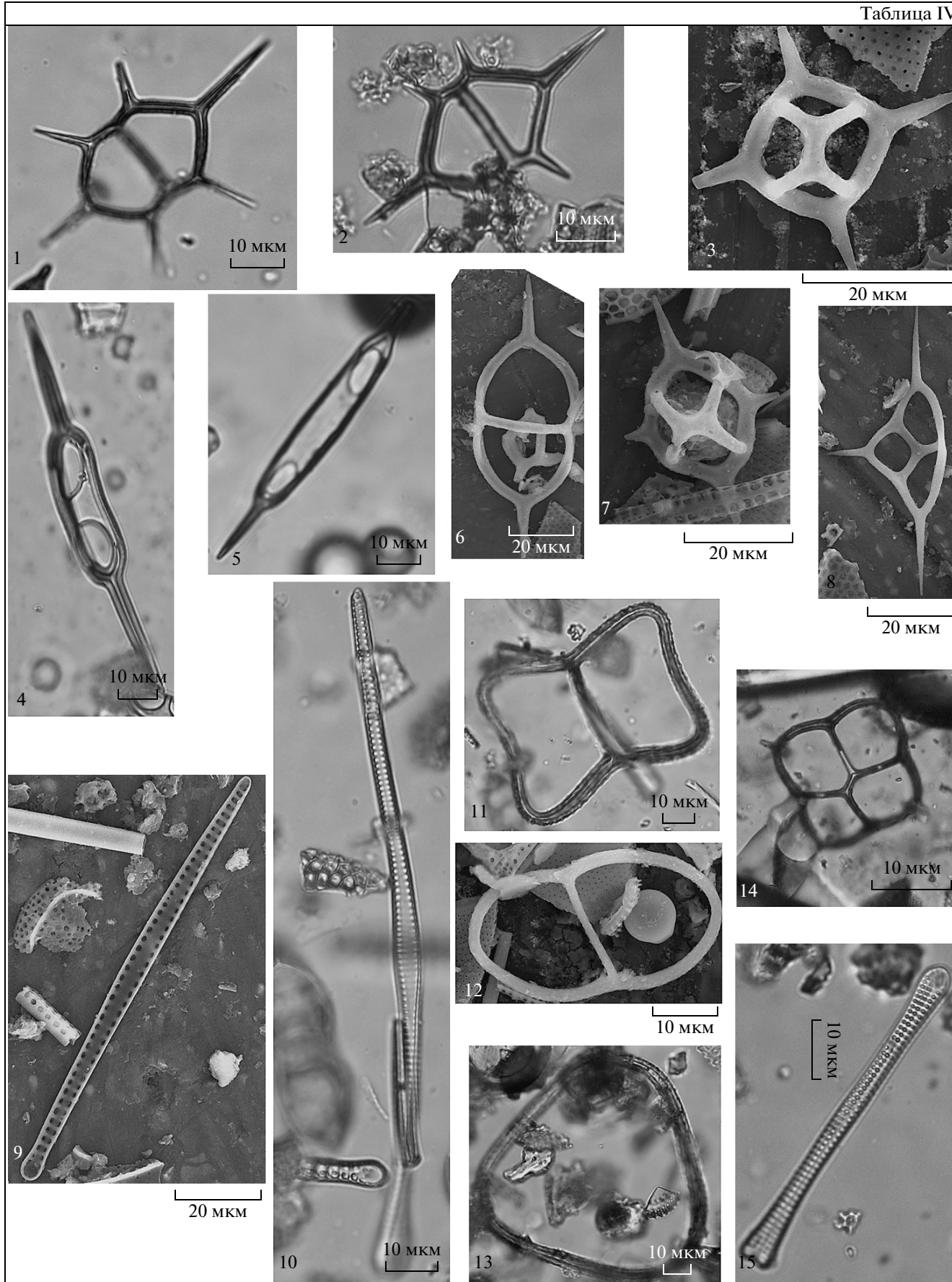
Заметную роль в ассоциациях кремневых микрофоссилий играют силикофлагеллаты (рис. 4). В пачках 3–4 установлена зона *Naviculopsis constricta*, комплекс которой представлен *Corbisema hastata hastata* (Lemmermann) Bukry, *S. hastata globulata* Bukry, вариантами *S. disymmetrica* var. *communis* Bukry, *Dictyocha elongata* Gleser, *Dictyocha precarentis* Bukry, *Naviculopsis constricta* (Schulz) Frenguelli, *N. punctilio* Perch-Nielsen, *N. robusta* Deflandre, *Naviculocha sibirica* gen. nov. et sp. nov. Из пачки 4 (прослой рыхлого песчаника с зубами акул) диатомеи выделить не удалось. В нижней части пачки 5 (обр. 22–27) установлена зона *Hemiaulus proteus* Heiberg, характеризующаяся присутствием зонального вида, а также *Stictodiscus novazelandicus* Grunow, *Grunowiella* sp. A, *Trinacria cornuta* (Greville) Ross et Sims, *Hemiaulus incurvus* Shibkova, *H. peripterus* Fenner, при сохранении высокого таксономического разнообразия диатомовых из нижележащей зоны. По экологической структуре комплексы этого интервала разреза практически не отличаются от комплексов нижележащей зоны.

В верхней части этой же пачки (образцы 27–30) выделен комплекс зоны *Coscinodiscus uralensis*, в котором уже отсутствуют роды *Fenestrella*, *Craspedodiscus*, сокращается разнообразие *Grunowiella*, *Pyxidicula*, *Hemiaulus*. На отдельных уровнях (обр. 29) присутствует монотипический комплекс с доминированием зонального вида-индекса. Заметную роль в комплексе начинает играть род *Coscinodiscus*, представленный акме *C. denarius* A. Schmidt, а также *C. decrescenoides*, единичными створками *Coscinodiscus payeri*. Изменения экологической структуры проявляются в уменьшении доли порядка *Hemiaulales*, увеличении доли *Coscinodiscus* (в верхней части зоны), в росте численности силикофлагеллат. Для самой верхней части разреза (обр. 31, 32) характерен обедненный комплекс диатомей с *Actinopterychus*, *Paralia*, *Proboscia*, *Aulacodiscus* на фоне доминирования спикул губок. Близкие тренды изменений экоструктуры имеют и комплексы силикофлагеллат.

**Диноцисты.** В разрезе карьера Коркино нами был изучен 31 образец, результаты исследований представлены на рис. 4–6. Большая часть образцов содержит диноцисты и континентальные палиноморфы, за исключением образцов 1–3 из нижней части разреза и образца 21 из пачки 4; при этом все палинологические ассоциации характеризуются доминированием морских палиноморф (диноцист).

Слои с *Areoligera* spp. – *Glaphyrocysta* spp. выявлены совместно с верхней частью зоны *T. ventriculosa* по диатомеям. В низах разреза, в интервале образцов 4–7 (пачка 2), комплекс характеризуется доминированием диноцист группы *Areoligera/Glaphyrocysta* (до 70%), в том числе *Areoligera gippingensis* Jolley, в меньшем количестве представлены перидиниоидные диноцисты группы *Deflandrea*, включающей виды *Deflandrea denticulata*, *D. oebisfeldensis*, *Cerodinium sibiricum* (Vozzh.) Lent. et Will., *S. speciosum* (Alberti) Lentin et Williams и др. Спорово-пыльцевые ассоциации в этом интервале отличаются существенным количеством пыльцы хвойных и покрытосеменных растений (до 30%), среди

Таблица IV



←  
Таблица IV. Диатомеи и силикофлагеллаты интервала перехода от палеоцена к эоцену из разрезов Среднего Зауралья.

1, 2 – *Naviculocha sibirica* gen. nov. et sp. nov.: 1 – разрез Чумляк, обр. 121, 2 – разрез Коркино, обр. 16; 3 – *Dictyocha psecarentis* Bukry, разрез Камышлов, обр. 58; 4 – *Naviculopsis constricta* (Schulz) Frenguelli, разрез Чумляк, обр. 123; 5 – *Naviculopsis foliacea* Deflandre, разрез Чумляк, обр. 123; 6 – *Naviculopsis robusta* Deflandre, разрез Коркино, обр. 16; 7 – *Dictyocha deflandrei* Frenguelli, разрез Камышлов, обр. 58; 8 – *Dictyocha elongata* Gleser, разрез Коркино, обр. 16; 9 – *Grunowiella palaeocaenica* Jouse, разрез Коркино, обр. 16; 10 – *Grunowiella* sp. 1, разрез Чумляк, обр. 122; 11 – *Corbisema disymmetrica communis* Bukry, разрез Камышлов, обр. 58; 12 – *Corbisema disymmetrica* var., разрез Коркино, обр. 16; 13 – *Mesocena oamaruensis* Schulz, разрез Чумляк, обр. 123; 14 – *Dictyocha fibula* Ehrenberg, разрез Коркино, обр. 16; 15 – *Grunowiella* sp. 2, разрез Чумляк, обр. 120.

пыльцы покрытосеменных доминируют типично палеоценовые таксоны, такие как *Trudopollis menneri* (Mart.) Zakl., *Casuarina equisetifolia* L., *Triatriopollenites rorubituities* Pfl., *Nudopollis thiergarti* (Thomson et Pfl.) Pfl., *Tripoporopollenites giganteus* Van der Hammen, *Oculopollis sibiricus* Zakl. Выше по разрезу, в интервале образцов 10–19 (пачка 3), комплекс по своему таксономическому составу близок предыдущему (за исключением крупных форм *Areoligera gippingensis*), однако здесь более многочисленны представители родов *Deflandrea* и *Cerodinium*, увеличилось присутствие *Elytrocysta* spp., *Spiniferites* spp. Спорово-пыльцевые ассоциации в этом интервале по-прежнему содержат существенное количество палеоценовой пыльцы покрытосеменных.

Принимая во внимание, что последнее массовое присутствие *Areoligera gippingensis*, исчезновение *Alisocysta margarita* Harland в классических разрезах танета (Powell et al., 1996; Jolley, 1998) приходится на уровень стратиграфически выше первого появления *Arctodinium homomorphum* – зонального вида позднего танета, можно сопоставить слои с *Areoligera* spp.–*Glaphyrocysta* spp. с подзоной P6a (Mudge, Vujak, 1996) и зоной *Arctodinium hyperacanthum* Северо-Западной Европы (Powell, 1992). На постоянное присутствие *Arctodinium homomorphum* в данной части разреза Коркино указывает О.Н. Васильева (Васильева, Малышкина, 2008), хотя в наших препаратах он встречен не был. В пользу танетского возраста также свидетельствует совместная встречаемость в комплексе *Deflandrea oebisfeldensis*, *Lingulodinium machaerophorum* (Deflandre et Cookson) Wall, *Alisocysta* sp. 2 sensu Heilmann-Clausen, что ранее было установлено на уровне *Viborg zone 5* верхнего танета в Датском бассейне (Heilmann-Clausen, 1985, 1994).

Наиболее проблематичный интервал в разрезе Коркино соответствует песчаному прослою (обр. 21): палинологические ассоциации на этом уровне содержат единичные диноцисты широкого стратиграфического интервала распространения (*Operculodinium* spp., *Spiniferites* spp., *Glaphyrocysta divaricata* (Williams et Downie) Stover et Evitt,

*Batiacasphaera* spp.). Рассматриваемый интервал теоретически может быть сопоставлен либо с диноцистовой зоной P6b Северноморского бассейна (Mudge, Vujak, 1996) и зоной *Arctodinium augustum* (Powell, 1992), либо, в качестве альтернативы, с частью зоны E1 Северноморского бассейна (Vujak, Mudge, 1994).

Совместно с большей частью диатомовой зоны *Hemiaulus proteus*, в интервале образцов 22–25 из нижней части пачки 5 выявлены слои со *Spiniferites* spp.–*Operculodinium* spp.–*Elytrocysta* spp. Палинологический комплекс отличается более обедненным (по сравнению с палеоценовой частью) таксономическим составом диноцист. В количественном отношении здесь доминируют группы *Spiniferites*, *Operculodinium* и *Elytrocysta*, увеличилось присутствие акритарх. Учитывая биостратиграфические данные из более высокой части разреза, этот интервал разреза можно сопоставить с частью диноцистовой зоны E1 Северного моря (ранний эоцен) (Vujak, Mudge, 1994).

В интервале разреза, охарактеризованного по диатомеям терминальной частью зоны *Hemiaulus proteus* и зоной *Coscinodiscus uralensis* (обр. 26–30, средняя часть пачки 5), выявлены слои с *Hystriochosphaeridium tubiferum*. Ассоциация диноцист отличается от комплекса нижележащих отложений увеличением содержания вида *Hystriochosphaeridium tubiferum* (Ehrenb.) Deflandre, что свойственно Северноморской диноцистовой зоне E1c (ранний эоцен), коррелируемой со средней–верхней частью зоны NP10 по наннопланктону (Vujak, Mudge, 1994).

В верхней части разреза Коркино (обр. 31, 32) выявлен интервал, соответствующий зоне *Wetzeliella meckelfeldensis*. Комплекс диноцист характеризуется появлением вида *Wetzeliella meckelfeldensis*, что позволяет коррелировать эту часть разреза с диноцистовой зоной E2a Северного моря (Vujak, Mudge, 1994) и зоной *Wetzeliella meckelfeldensis* Северо-Западной Европы (Powell, 1992). В комплексе появляются и другие типично ипрские таксоны: *Deflandrea phosphoritica* Eisen-

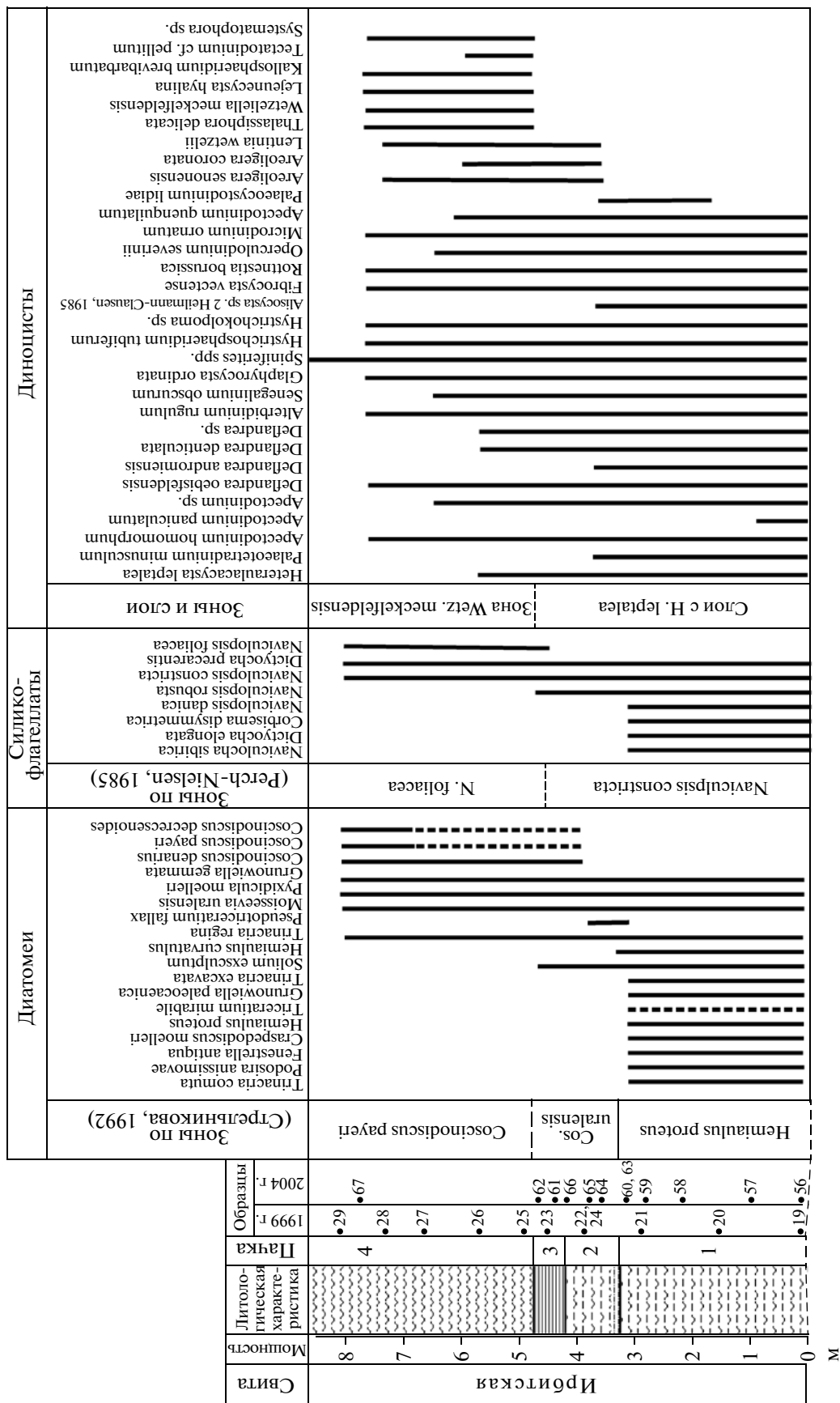


Рис. 2. Биостратиграфия разреза Камышлов. Условные обозначения см. на рис. 9.

**Рис. 3.** Динамика экологической структуры комплексов диатомей и палиноморф в разрезе Камышлов. Условные обозначения см. на рис. 9.

ack и *Wetzeliella* aff. *articulata*-group sensu *Iakovleva* et *Heilmann-Clausen*.

*Разрез Чумляк*

В менее значительном по масштабу карьере Чумляк, расположенном к северо-северо-востоку от карьера Коркино (54°56'45.83" с.ш., 61°27'12.34" в.д.), палеогеновая толща достигает мощности ~29 м.

Над угленосными отложениями снизу вверх залегают (рис. 7):

Пачка 1. Гравийник илистый, черного цвета, с галькой и гравием кремней и кварца, вверх по разрезу переходящий в песчаник темно-серый, сливной. Пачка является водоносным горизонтом. Мощность ~0.8 м.

Пачка 2. Опока темно-серая, в выветрелом состоянии пятнистая (коричнево-желто-серая) за счет неравномерного ожелезнения, массивная, плотная, крепкая, трещиноватая, с раковистым изломом, в нижней части алевритистая (30 см). В базальной части (0.1 м) прослой сильноокремненного песка плотного, с глауконитом, галькой и гравием кремней и зеленокаменных пород, светло-серого в выветрелом состоянии. Найдены зубы акул. Мощность ~3 м.

Технологическая ступень 4 м.

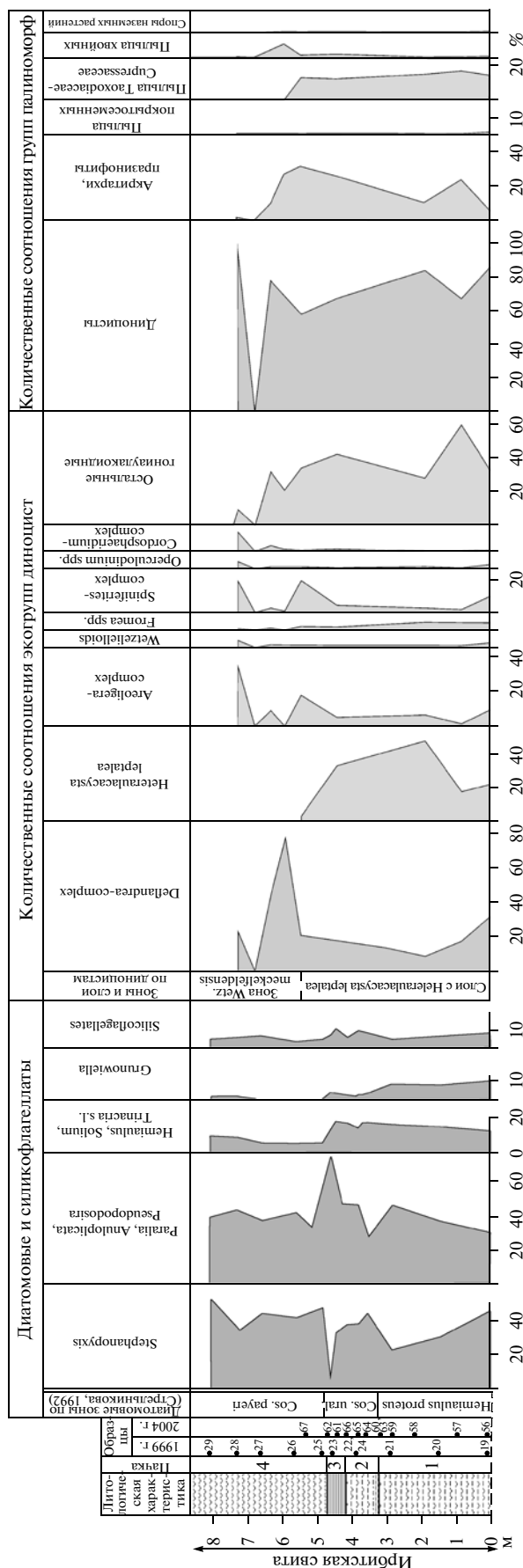
Пачка 3. Глина диатомовая, темно-серая с зеленоватым оттенком, в выветрелом состоянии белесая, светло-серая, плотная, слабоалевритистая, трещиноватая, слабоожезненная по трещинам, с примазками ярозита, щебенчатая. Мощность ~2.5 м.

Технологическая ступень ~1.7 м.

Пачка 4. Трепел от серо-желтого до светло-оливкового цвета, с пятнами ожелезнения, легкий, мелкощебенчатый, неяснослоистый. В 5 м выше основания отмечен слой мощностью 2.5 м с сильной биотурбацией – норы раков, ходы илоедов, выполненные сильноокремненным тонкозернистым цементом с сильным ожелезнением, с множеством линз кварцевого и кварцево-глауконитового песка. Мощность ~16.5 м.

Пачка перекрывается суглинками неогена с карманообразным залеганием.

**Диатомей и силикофлагеллаты.** В толще опок (пачка 3, обр. 119) диатомей единичны и представлены *Trinacria ventriculosa* и *Moisseevia*





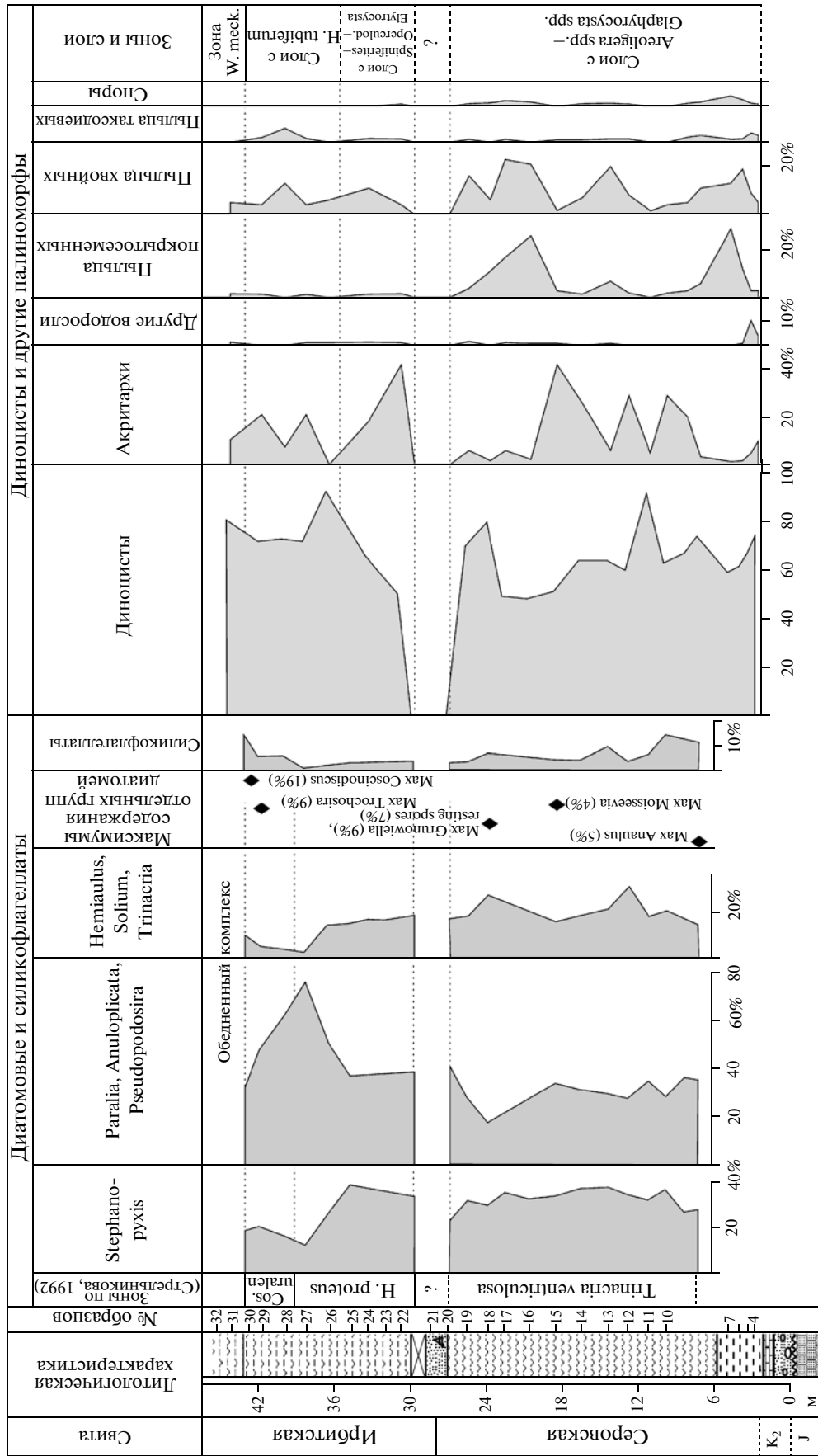


Рис. 5. Динамика экологической структуры комплексов диатомей и палиноморф в разрезе Коржино. Условные обозначения см. на рис. 9.



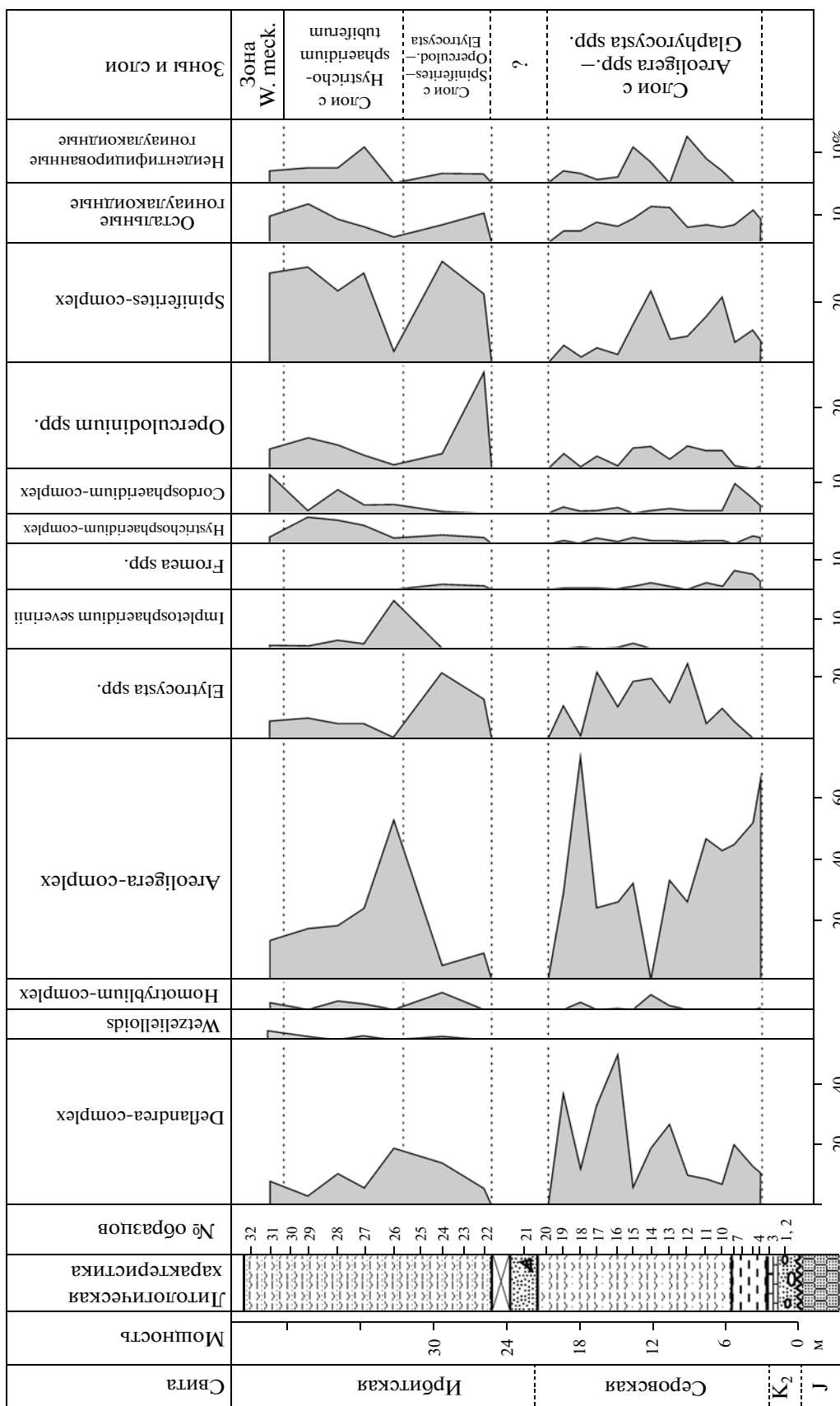


Рис. 6. Динамика экогрупп диноцист в разрезе Коржино. Условные обозначения см. на рис. 9.

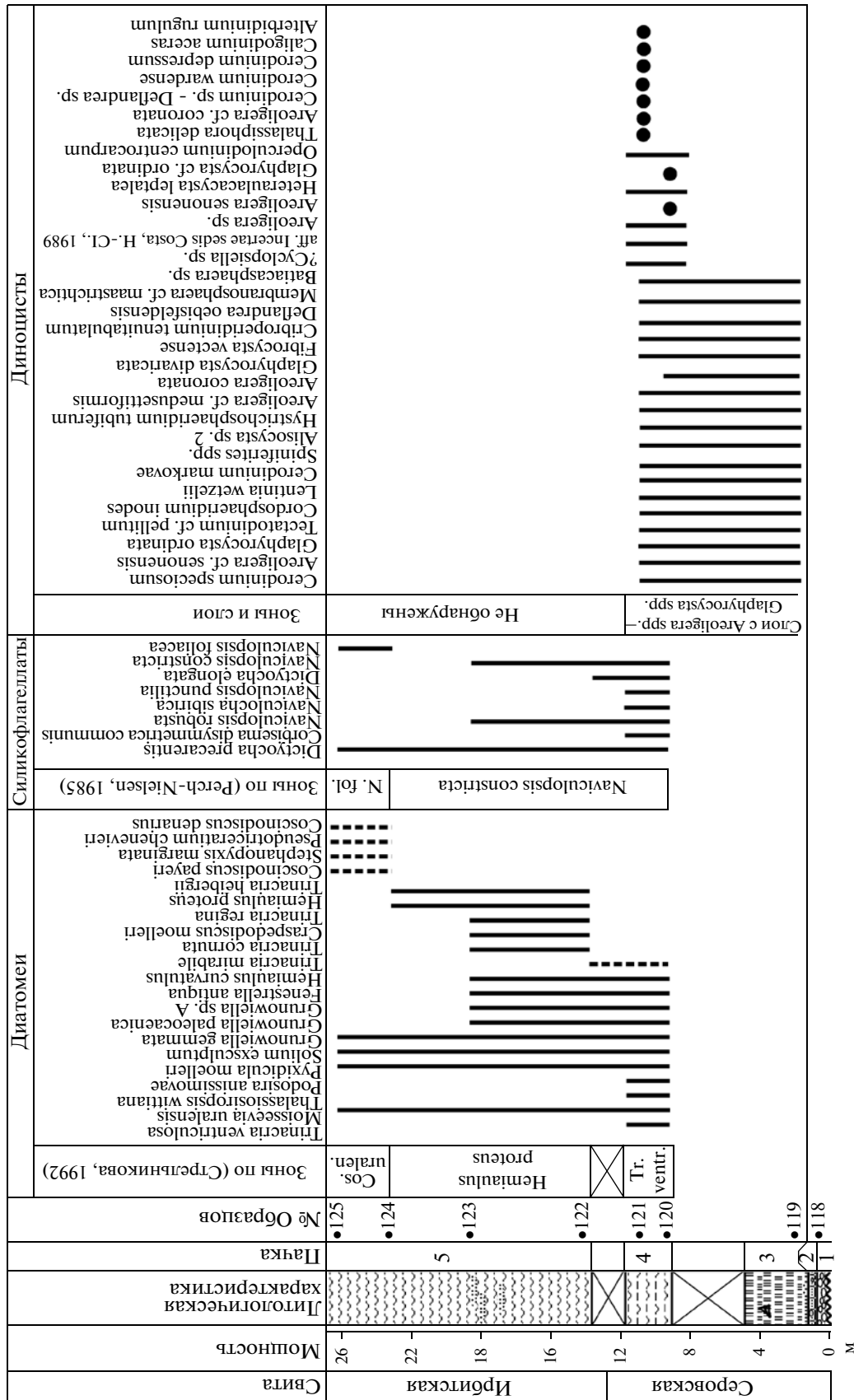


Рис. 7. Биостратиграфия разреза Чумляк. Условные обозначения см. на рис. 9.

uralensis. Выше по разрезу в пачке 4 (обр. 120, 121) в массовом количестве присутствуют створки диатомей прекрасной сохранности (рис. 7). Комплекс, типичный для зоны *Trinacria ventriculosa* (верхняя часть), кроме встреченных в подстилающих опоках зональных видов-индексов, включает *Thalassiosiropsis wittiana*, *Podosira anisimovae*, *Puxidicula moelleri*, *Solium exsculptum*, *Grunowiella gemmata*, *G. paleocaenica*, *G. sp. A*, *Trinacria mirabile*, *Fenestrella antiqua*, *Hemiaulus curvatulus*. Также характерно высокое таксономическое разнообразие сидикофлагеллат с присутствием вариантов *Corbisema disymmetrica communis*, *Naviculopsis robusta*, *N. punctilia*, *Naviculochia sibirica*. Выше по разрезу (обр. 122, 123) установлена зона *Hemiaulus proteus* по стабильному присутствию зонального вида-индекса, а также *Trinacria regina*, *Trinacria cornuta*, *Stictodiscus novazelandicus*, при сохранении практически всего высокого таксономического разнообразия предшествующей зоны. Экологическая структура комплексов рассмотренных выше зон в целом такая же, как и в аналогичных стратиграфических интервалах разрезов Коркино и Камышлов (рис. 8).

Комплекс из вышележащего интервала (обр. 124, 125) отнесен к зоне *Coscinodiscus uralensis*, в нем появляются единичные *Coscinodiscus payeri*, а также *Costopyxis broschii* Grunow, *Stephanopyxis marginata* Grunow, *Pseudotriceratium chenevieri*, *Naviculopsis foliacea* Deflandre. В экологической структуре наблюдаются те же тенденции – практически исчезает группа *Grunowiella*, снижается доля представителей порядка *Hemiaulales*, несколько возрастает количество силикофлагеллат.

**Диноцисты.** В разрезе Чумляк диноцисты встречены в обр. 118–121, выше по разрезу они не обнаружены (рис. 7). Среди палиноморф в палиноспектрах доминируют диноцисты (рис. 8).

В обр. 118 установлен комплекс диноцист, в котором доминируют *Isabelidium bujakii* Marheinecke, *I. belfastense* (Cookson et Eisenack) Lentin et Williams, *I. cooksoniae* (Alberti) Lentin et Williams, *I. microarmum* (McIntyre) Lentin et Williams, *I. sp.*, *Chatangiella bondarenkoi* (Vozzhennikova) Lentin et Williams, *Ch. tripartita* (Cookson et Eisenack) Lentin et Williams, *Ch. vniigrii* (Vozzhennikova) Lentin et Williams, *Chatangiella sp.*, *Circulodinium distinctum* (Deflandre et Cookson) Jansonius, *Odontochitina porifera* Cookson, Form 2 Lebedeva 2006, при единичной встречаемости *Heterosphaeridium heterocanthum* (Deflandre et Cookson) Eisenack et Kjellström, *Trithyrodinium sp.*, *Exochosphaeridium sp.*, *Dinogymnium sibiricum*

(Vozzhennikova) Lentin et Williams, *Microdinium ornatum* Cookson et Eisenack, *Fromea laevigata* (Drugg) Stover et Evitt. Акритархи и прازیнофиты малочисленны и включают *Paralecaniella indentata*, *Micrhystridium sp.*, *Pterospermella sp.*, *Cyclopsiella sp.* Близкие комплексы описаны из раннекампанских отложений Полярного Предуралья (Лебедева, 2005, 2006), что позволяет датировать пачки 1–2 ранним кампаном. Сходный комплекс диноцист установлен О.Н. Васильевой в разрезе Коркино (Васильева, Малышкина, 2008) из отложений, подстилающих кремнистую толщу серовской свиты.

В обр. 119, 120 выявлены слои с *Areoligera spp.*–*Glaphyrocysta spp.* Комплекс диноцист характеризуется доминированием экогруппы *Areoligera* (до 70%), что отражает гидродинамически активные, прибрежные палеообстановки трансгрессивного цикла (рис. 8). В меньшем количестве представлены перидиниоидные диноцисты группы *Deflandrea* (25–27%), включающей виды *Deflandrea denticulata*, *D. oebisfeldensis*, *Cerodinium markovae* (Vozzhennikova) Lentin et Williams, *Cerodinium speciosum*, остальные таксоны встречены в виде единичных экземпляров. Спорово-пыльцевой спектр обр. 119 характеризуется преобладанием пыльцы покрытосеменных растений (до 20%), вверх по разрезу количество покрытосеменных сокращается. В обр. 121 несколько изменяется структура палинологической ассоциации: возрастает количество акритарх и прازیнофитов (15%), уменьшается количество диноцист. В комплексе диноцист уменьшается доля группы *Areoligera* (до 48%), несколько увеличивается количество других групп диноцист. На этом уровне появляются стратиграфически важные виды диноцист *Cerodinium wardenense* Williams et Downie, *C. depressum* (Morgenroth) Lentin et Williams и *Caligodinium aceras* (Manum et Cookson) Lentin et Williams.

Согласно опубликованным данным (Williams et al., 2004), первое появление *Deflandrea oebisfeldensis* в разрезах Северного полушария отвечает 57.8 млн. лет. Учитывая существенное количество *Deflandrea oebisfeldensis* в установленном комплексе, нижнюю границу слоев с *Areoligera spp.*–*Glaphyrocysta spp.* можно сопоставить с подошвой зон Viborg zone 5 (Heilmann-Clausen, 1985) и *Apectodinium hyperacanthum* (Powell, 1992), которые имеют позднеатлантический возраст и соответствуют нижней части зоны NP9. На этот же стратиграфический возраст указывают и данные по диатомеям из этого интервала разреза. Согласно опубликованным данным, совместная встречаемость *Cerodinium wardenense*, *C. depressum*

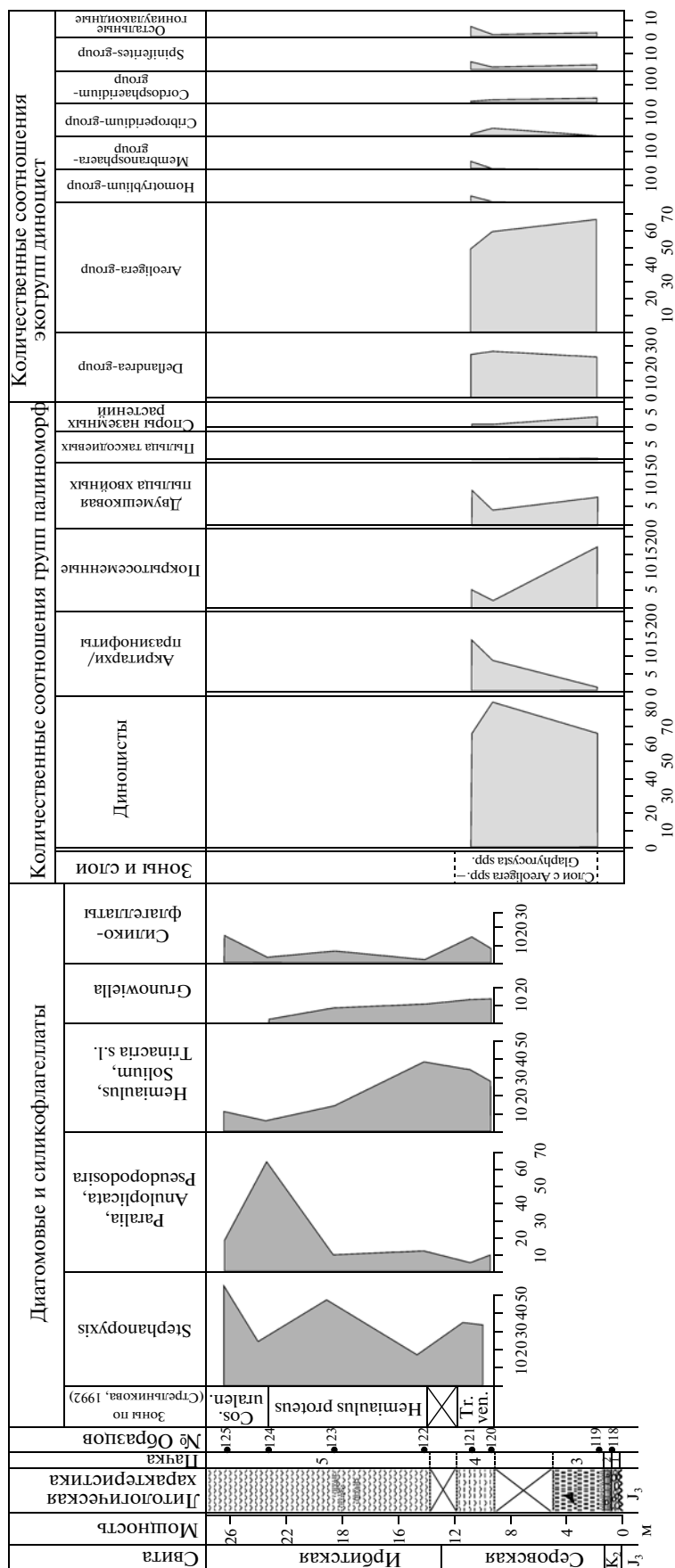


Рис. 8. Динамика экологической структуры комплексов диатомей, палиноморф и экогрупп диноцист в разрезе Чумляк. Условные обозначения см. на рис. 9.

и *Caligodinium aseras*, установленная в обр. 121, приурочена к отложениям пограничного интервала палеоцена и эоцена зон D9na–D9nb (Köthe, Piesker, 2007).

### ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ И ВЫВОДЫ

В изученных разрезах серовско-ирбитского горизонта Среднего Зауралья выявлена полная последовательность диатомовых зон интервала перехода от палеоцена к эоцену. Это зоны по диатомеям *Trinacria ventriculosa* (верхняя часть), *Hemiaulus proteus*, *Coscinodiscus uralensis*, а также зоны по силикофлагеллатам *Naviculopsis constricta*, *Naviculopsis foliacea* (рис. 9). Максимальная мощность этого интервала, составляющая около 50 м, установлена в разрезе Коркино, что, по-видимому, связано с унаследованным региональным прогибанием (Рассказов и др., 1998). Для зон *Trinacria ventriculosa* (верхняя часть) и *Hemiaulus proteus* характерно высокое таксономическое разнообразие, проявляющееся в появлении целого ряда новых, по большей части монотипных родов — *Fenestrella*, *Craspedodiscus*, *Podosira*, *Moisseevia*, *Pseudotriceratium*, *Solium*. Наблюдается и интенсивная радиация родов *Anaulus*, *Hemiaulus*, *Trinacria* s.l., *Grunowiella*. Комплексы силикофлагеллат отличаются развитием экстремальных морфотипов (*Dictyocha elongata*, варианты *Corbisema disymmetrica*). Для всех трех разрезов характерно стабильное присутствие таксона *Naviculocha sibirica*, отнесенного к новому роду и виду. Эти особенности, по-видимому, можно сопоставить с проявлением глобального события климатического оптимума на границе палеоцена–эоцена. Следует отметить и ряд отличий изученных комплексов от их стратиграфических аналогов, установленных ранее для Среднего Поволжья (Oreshkina, Oberhansli, 2003; Aleksandrova, Radionova, 2006).

Во-первых, в зауральских разрезах наблюдается большее видовое разнообразие и большая численность родов *Anaulus*, *Fenestrella*, *Coscinodiscus*, *Trinacria* s.l., *Hemiaulus*, *Stephanoruxis* менее представительны, чем в разрезах Поволжья. Интересной особенностью является различие в составе эндемиков как среди диатомовых, так и среди силикофлагеллат. В зауральских разрезах, по имеющимся данным, не найден *Gyrocylindrus* — таксон с атипичной морфологией, встречающийся в узком стратиграфическом интервале (зона *Hemiaulus proteus*) в разрезах Поволжья и в разрезе формации Фур на севере Дании (Mitlehner, 1996). Также не отмечено присутствие *Trinacria cancellata* и пеннатных навикулоидных таксонов, появляю-

щихся на этом уровне в разрезах Среднего Поволжья. Эндемитами интервала перехода от палеоцена к эоцену в Среднем Зауралье являются *Grunowiella* sp. A, *Pseudostictodiscus novazelandicus*, *Pseudotriceratium fallax*, *P. chenevieri*, *Fenestrella rossica*, *F. barbadense*, уже упомянутая выше силикофлагеллата *Naviculocha sibirica*. В верхней части зоны *Trinacria ventriculosa* более ощутимо присутствие *Anaulus weyprechtii*, но менее представлен род *Eunotogramma*. Эти различия в комплексах дают повод усомниться в существовании на этом этапе устойчивой связи соседних окраинных бассейнов Северного Перитетиса — Русского моря и Западно-Сибирского моря-пролива. Возможно, это связано с различиями режима циркуляции или же с наличием сухопутных преград.

Кроме того, в зауральских разрезах более полно выражен раннеипрский этап — зона *Coscinodiscus uralensis*, характеризующаяся заметным обеднением таксономического состава комплексов диатомей и силикофлагеллат, акме зонального вида-индекса и появлением таксонов, широко развитых в раннем эоцене. В Среднем Поволжье этот интервал представлен преимущественно терригенными осадками калининской свиты. Комплекс зоны *Coscinodiscus uralensis* известен из калининской свиты (Глезер, 1995) скв. Каранино — С-29 (интервал 5.8–3.1 м) с *Moisseevia uralensis*, *Hemiaulis proteus*, *Naviculopsis foliacea*. Близкий по составу комплекс установлен в разрезе Р-321 вешенской свиты в восточной части Воронежской области (Т.В. Орешкина, неопубликованные данные по сборам В.М. Рыборака, Новохоперское ГСО).

В изученных разрезах Южного Зауралья в интервале перехода от палеоцена к эоцену выделяются четыре основные группы доминантов. Это виды рода *Stephanoruxis* (порядок *Stephanoruxiales*), виды родов *Paralia*, *Radioplicata*, *Anuloplicata* *Pseudopodosira* (порядок *Paraliales*), *Hemiaulus*, *Solium*, *Sphinctoletus*, *Trinacria*, *Sheshukovia*, *Medlinia* (порядок *Hemiaulales*), род *Grunowiella* (порядок *Araphales*), силикофлагеллаты. Меньшую долю в составе комплекса имеют *Stellarima*, *Fenestrella* (порядок *Stellarimales*), *Coscinodiscus*, *Craspedodiscus*, *Porodiscus*, *Pseudotriceratium* (порядок *Coscinodiscales*), *Anaulus*, *Eunotogramma* (порядок *Anaulales*), покоящиеся споры неясного систематического положения. Как и в разрезах Среднего Поволжья (Oreshkina, Oberhansli, 2003), установлено обратное соотношение двух основных доминирующих групп — представительей рода *Stephanoruxis* (порядок *Stephanoruxiales*) и группы родов *Paralia*, *Anuloplicata*,

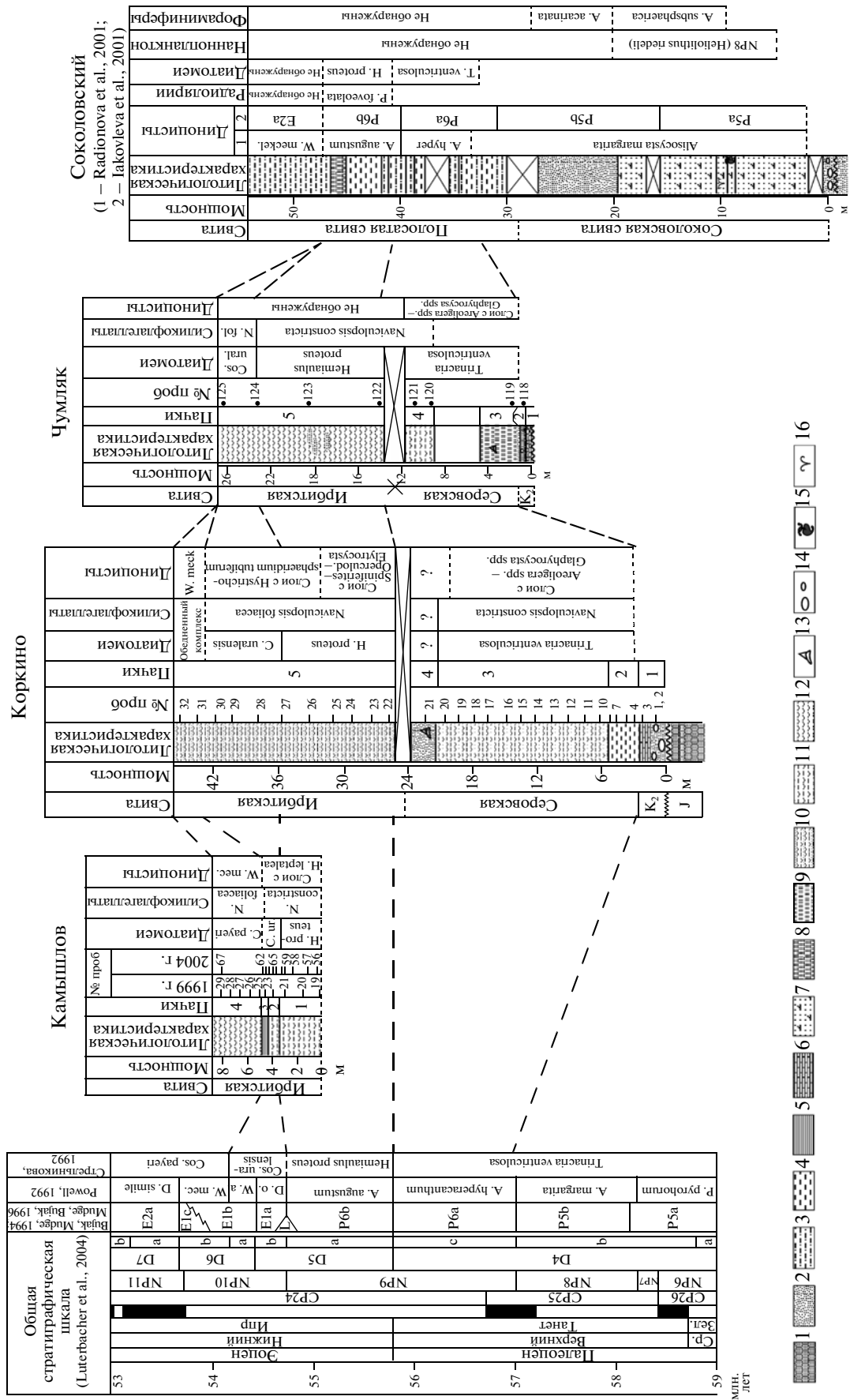


Рис. 9. Корреляция биостратонов по диатомеям в разрезе Среднего Зауралья с биостратонами разреза Соколовский.

1 — песчаники; 2 — пески; 3 — песчанистые глины; 4 — глины; 5 — листоватые глины; 6 — известняки; 7 — известковистые пески; 8 — глинистые опоки; 9 — опоки; 10 — песчанистые диатомиты; 11 — глинистые диатомиты; 12 — диатомиты; 13 — зубы акул; 14 — галька, гравелиты; 15 — биогермы; 16 — мшанки (Bryozoa).

*Pseudopodosira*, относящихся к порядку *Paraliales*. Ныне живущий тихопелагический вид *Paralia sulcata* (Ehrenberg) Cleve является индикатором слабосоленых, теплых, обогащенных органикой (10–20%) вод (Zong, 1997). Установлено, что обогащение диатомовых комплексов *Paralia sulcata*, как правило, связано с трансгрессивным трендом (McQuoid, Hobson, 1998). Современный таксон *Stephanoruxis turris*, известный с позднего мела, относится к южнобореальной группе, распространенной в пределах 45–35° с.ш. в водах с температурой до +18°C (Пушкарь, Черепанова, 2008). Соотношение *Paralia/Stephanoruxis*, по имеющимся данным (Iwai, Winter, 2002; Thyberg et al., 1999), указывает на вариации глубин от 100 до 800 м. Можно предположить, что доминирование *Paralia sulcata* связано с трансгрессивными условиями, а преобладание видов *Stephanoruxis* отражает более стабильную неритическую обстановку. Увеличение численности силикофлагеллат указывает на относительное повышение солености.

В противоположность данным по диатомеям и силикофлагеллатам, зауральские ассоциации диноцист в интервале перехода от палеоцена к эоцену показывают существенные отличия от комплексов, известных из других частей Западно-Сибирского бассейна и Тургай (рис. 9). Так, в разрезе Соколовский в Северном Тургае верхняя часть зоны *T. ventriculosa* по диатомеям была выявлена совместно с интервалом западноевропейской зоны *Arpseudodinium hyperacanthum*/P6a по диноцистам; пограничный палеоцен-эоценовый интервал охарактеризован диатомеями зоны *H. proteus* и диноцистами зоны *Arpseudodinium augustum*/P6b (Radionova et al., 2001; Iakovleva et al., 2001). Сходная последовательность установлена и в Среднем Поволжье (Aleksandrova, Radionova, 2006). В отличие от Соколовского разреза (Васильева, 1994; Radionova et al., 2001; Iakovleva et al., 2001) и разрезов, расположенных в удаленной от береговой линии части Западно-Сибирского моря (Iakovleva, Kulkova, 2003; Орешкина и др., 2008), в изученных разрезах Южного и Среднего Зауралья не удалось выявить присутствия видов-индексов стандартных зон по диноцистам Северо-Западной Европы (интервал зон *Arpseudodinium augustum*–*Wetzeliella astra*) (Васильева, 2000; настоящая работа). Спецификой комплексов является отсутствие в этом интервале видов рода *Arpseudodinium* (*A. homomorphum*, *A. quinquelatum*, *A. summissum*, *A. augustum*), характерных для пограничного интервала во многих районах земного шара (Crouch et al., 2001; Aubry et al., 2007).

Однако присутствие реперных видов второго порядка в комплексах диноцист позволяет наметить их корреляцию с зонами стандартных шкал Северной Европы. К этим реперам относятся совместная встречаемость *Deflandrea oebisfeldensis*, *Lingulodinium machaerophorum*, *Alisocysta* sp. 2 sensu Heilmann-Clausen в позднем танете, а также увеличение содержания вида *Huyschiosphaeridium tubiferum* в начале эоцена. Наиболее четкий стратиграфический репер в изученных разрезах, как и в регионе в целом, – появление *Wetzeliella meckelfeldensis*, при этом нижняя граница одноименной диноцистовой зоны примерно соответствует основанию зоны *C. parvum* по диатомеям.

Позднетанетские ассоциации диноцист в изученных разрезах характеризуются массовым развитием экогруппы *Areoligera* при подчиненном значении других групп, что отражает крупный трансгрессивный цикл в Среднем Зауралье. В пограничном палеоцен-эоценовом интервале и в начале эоцена наблюдается чередование доминирования *Deflandrea*- и *Spiniferites*-групп, что может указывать на изменения солености морской воды. Таксономические различия ассоциаций диноцист начала эоцена, по-видимому, отвечают локальным палеообстановкам в этих частях бассейна. Вероятно, такой состав ассоциаций обусловлен особенностями прижизненной экологии и конкуренции групп органикостенного и кремневого микропланктона. Хотя не исключается и тот факт, что количество кремнезема в осадках настолько велико, что образец для палинологического анализа оказался слишком разубожен.

Таким образом, проведенное нами комплексное биостратиграфическое исследование дало возможность уточнить стратиграфическое положение биокремнистых толщ в разрезах Среднего Зауралья. В частности, это касается интерпретации возраста этих толщ, сделанных ранее для разреза Камышлов (Oreshkina et al., 2004) и для разрезов Камышлов и Коркино (Васильева, 2005; Васильева, Малышкина, 2008). Так, в разрезе Камышлов интервал, отнесенный в упомянутых выше работах к зоне *Deflandrea oebisfeldensis* нижнего ипра, по результатам проведенного нами повторного изучения скорее соответствует интервалу диноцистовой зоны *Wetzeliella astra* Западной Европы. Об этом, в первую очередь, свидетельствует установленная здесь полная последовательность диатомовых зон начала ипра *Hemiaulus proteus* – *Coscinodiscus uralensis*. В разрезе Коркино интервал разреза, охарактеризованный зоной *Deflandrea oebisfeldensis* (Васильева, Малышкина, 2008), имеет

по нашим данным большой объем и соответствует интервалу западноевропейских зон *Apectodinium hyperacanthum*–*Apectodinium augustum*–*Deflandrea oebisfeldensis*–*Wetzeliella astra*, т.е. характеризует переход от позднего палеоцена к эоцену. Такая интерпретация возраста разреза Коркино учитывает полученные нами данные по диатомеям, по которым установлены зоны позднего танета–раннего ипра *Trinacria ventriculosa*–*Hemiaulus proteus*–*Coscinodiscus uralensis*. Следует отметить, что на возможность неоднозначной трактовки возраста комплекса диноцист с присутствием единичных *Apectodinium* на фоне танетских видов, а также на аномальную мощность отложений в разрезе Коркино указывали О.Н. Васильева и Т.П. Малышкина (2008). Изученный нами материал подтверждает дискуссионные аспекты, связанные с выделением зоны *Deflandrea oebisfeldensis* (De Coninck, 1994), и указывает на специфический характер комплексов диноцист в биокремнистых фациях.

Таким образом, в краевых высокопродуктивных диатомитовых фациях внутриконтинентальных бассейнов, скорее всего отражающих условия квазиапвеллинга с активной гидрологической обстановкой, диноцисты представлены азональными ассоциациями или отсутствуют вовсе. Следует отметить, что подобная картина характерна и для диатомитов Среднего Поволжья (Орешкина, Александрова, 2007), где для большей части интервала перехода от палеоцена к эоцену не удалось зафиксировать присутствия зональных видов-индексов в комплексах диноцист.

## ПАЛЕОНТОЛОГИЧЕСКОЕ ОПИСАНИЕ

### ОТДЕЛ CHRYSOPHYTA

#### КЛАСС CHRYSOMONADOPHYCEAE

#### ПОДКЛАСС SILICOFLAGELLATORPHYCIDAE

#### *Naviculocha sibirica* Oreshkina et Radionova gen. nov. et sp. nov.

Табл. IV, фиг. 1, 2

Базальное кольцо шестиугольное, длина 25–30 мкм, ширина 15–16 мкм. Единственная апикальная перекладина, перпендикулярная продольной оси, делит скелет на равные части, опорные шипы отсутствуют. Радиальные рога, расположенные в углах шестигранника, неодинаковой длины, большие 15–18 мкм, меньшие 7–10 мкм. Таксон несет признаки, характерные как для рода *Naviculopsis* (билатеральная симметрия скелета, наличие центральной перекладины), так и для рода *Dictyocha* (многоугольное базальное кольцо, присутствие радиальных рогов). Рассматривает-

мый таксон, так же как и *Corbisema disymmetrica* var., *Dictyocha elongata*, по-видимому, является экофенотипом и стабильно присутствует в Среднем Зауралье в интервале перехода от палеоцена к эоцену.

Типовой материал: Среднее Зауралье, карьер Чумляк, обр. 121, коллекция ГИН РАН, № 4596/5.

*Благодарности.* Работа поддержана грантом РФФИ № 09-05-00210-а (Г.Н. Александрова, А.И. Яковлева) и Госконтрактом № 16.740.11.0050 (Т.В. Орешкина), грантом РФФИ № 11-05-11431-а (Г.Н. Александрова, Т.В. Орешкина) и Программой № 25 Президиума РАН.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Амон Э.О., Васильева О.Н., Железко В.И. Стратиграфия талицкого горизонта (палеоцен) в Среднем Зауралье // Стратиграфия. Геол. корреляция. 2003. Т. 11. № 3. С. 75–90.
- Ахметьев М.А., Александрова Г.Н., Беньямовский В.Н. и др. Биостратиграфия морского палеогена Западно-Сибирской плиты // Стратиграфия. Геол. корреляция. 2001. Т. 8. № 2. С. 30–57.
- Ахметьев М.А., Александрова Г.Н., Беньямовский В.Н. и др. Новые данные по морскому палеоцену юга Западно-Сибирской плиты // Стратиграфия. Геол. корреляция. 2004. Т. 12. № 1. С. 49–75.
- Васильева О.Н. Палинология и стратиграфия морских отложений палеогена Южного Зауралья. Свердловск: УрО АН СССР, 1990. 54 с. Препринт.
- Васильева О.Н. Диноцисты верхнего палеоцена в соколовской толще Тургайского прогиба // Палинологические критерии в биостратиграфии Западной Сибири. Тюмень: ЗапСибНИГНИ. 1994. С. 109–113.
- Васильева О.Н. Диноцисты Южного Зауралья в отложениях пограничного интервала между палеоценом и эоценом // Ежегодник-1999. Екатеринбург: ИГГ УрО РАН, 2000. С. 11–16.
- Васильева О.Н. Диноцисты палеогена в опорном разрезе Камышловского карьера (Среднее Зауралье) // Ежегодник-2004. Екатеринбург: ИГГ УрО РАН, 2005. С. 14–21.
- Васильева О.Н., Малышкина Т.П. Микрофитофоссилии и эласмобранхии палеоцена в разрезе карьера Першинский Среднего Зауралья // Ежегодник-2001. Екатеринбург: ИГГ УрО РАН, 2002. С. 26–30.
- Васильева О.Н., Малышкина Т.П. Цисты динофлагеллат и эласмобранхии раннего эоцена в разрезе карьера Коркинский (Челябинская область, Южное Зауралье) // Литосфера. 2008. № 3. С. 121–129.
- Глезер З.И. Зональное расчленение палеогеновых отложений по диатомовым водорослям // Сов. геология. 1979. № 11. С. 19–30.
- Глезер З.И. Комплексы диатомей и силикофлагеллат – показатели синхронности диатомитов Среднего По-



- волжья, Дании и океанических осадков нижнего палеогена // Современный и ископаемый планктон Мирового океана. М.: Наука, 1995. С. 57–63.
- Диатомовый анализ. Книга 1. Общ. ред. Криштофович А.Н., ред. Прошкина-Лавренко А.И. М.–Л.: Государственное издательство геологической литературы, 1949. 239 с.
- Диатомовые водоросли СССР (ископаемые и современные). Т. 1. Отв. ред. Прошкина-Лавренко А.И. Л.: Наука, 1974. 402 с.
- Диатомовые водоросли СССР (ископаемые и современные). Т. II. Вып. 1. Отв. ред. Макарова И.В. Л.: Наука, 1988. 116 с.
- Козлова Г.Э., Стрельникова Н.И. Значение разреза Усть-Маньинской скважины 19-У для зонального расчленения палеогена Западной Сибири // Среда и жизнь на рубежах эпох кайнозоя в Сибири и на Дальнем Востоке. Новосибирск: Наука, 1984. С. 70–78.
- 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.
- Кругликова С.Б., Казарина Г.Х. Таксоны высокого ранга кремневых микрофоссилий (радиолярий и диатомей) как биоиндикаторы изменений палеосреды // Современные вопросы геологии. М.: Научный мир, 2003. С. 344–345.
- Лебедева Н.К. Биостратиграфия верхнемеловых отложений в бассейне р. Уса (Полярное Предуралье) по диноцистам // Стратиграфия. Геол. корреляция. 2005. Т. 13. № 3. С. 100–117.
- Лебедева Н.К. Диноцисты и биостратиграфия верхнемеловых отложений Севера Сибири. Автореф. дисс. ... докт. геол.-мин. наук. Новосибирск: ИГНиГ СО РАН, 2006. 41 с.
- Николаев В.А., Харвуд Д.М. Морфология, таксономия и система классификации центральных диатомовых водорослей. СПб.: Наука, 2002. 118 с.
- Орешкина Т.В., Александрова Г.Н. Терминальный палеоцен Среднего Поволжья: биостратиграфия и палеообстановки // Стратиграфия. Геол. корреляция. 2007. Т. 15. № 2. С. 93–118.
- Орешкина Т.В., Яковлева А.И. Новые данные по палеонтологической характеристике бучакской, киевской и обуховской свит северного борта Днепровско-Донецкой впадины (скв. 230, пос. Стрелечье) // Палеонтологічні дослідження в Україні: історія, сучасний стан та перспективи. Збірник наукових праць інституту геологічних наук НАН України. Київ, 2007. С. 233–237.
- Орешкина Т.В., Яковлева А.И., Александрова Г.Н. Прямая корреляция зональных шкал бореального палеогена по диатомеям и диноцистам (по материалам скв. 19-У, пос. Усть-Манья, восточный склон Северного Урала) // Новости палеонтологии и стратиграфии. Вып. 10–11. С. 347–350. Приложение к журналу “Геология и геофизика”. 2008. Т. 49.
- Парамонова Н.В. Материалы по диатомовым водорослям из палеогеновых отложений Западной Сибири // Палеофитологический сборник. Тр. ВНИГРИ. 1964. Вып. 289. С. 232–246.
- Пушкарь В.С., Черепанова М.В. Диатомовые комплексы и корреляция четвертичных отложений северо-западной части Тихого океана. Владивосток: Дальнаука, 2008. 174 с.
- Рассказов А.А., Скобелев С.Ф., Стукалова И.Е. Особенности влияния длительно развивающихся разломов на формирование угольных месторождений (на примере Восточного Урала) // Урал: фундаментальные проблемы геодинамики и стратиграфии. М.: Наука, 1998. С. 60–72 (Тр. ГИН РАН. Вып. 500).
- Рубина Н.В. Палеоальгологическое обоснование стратиграфии морских и континентальных отложений палеогеновых и неогеновых отложений Западно-Сибирской низменности // Морской и континентальный палеоген Сибири. Новосибирск: Наука, 1973. С. 87–95.
- Рубина Н.В., Дрознес М.А. Эоценовые отложения Нижнего Приобья // Решения и труды Межведомственного совещания по доработке и уточнению стратиграфических схем Западно-Сибирской низменности. Л.: Гостоптехиздат, 1961. С. 264–271.
- Тезисы докладов на Межведомственном совещании по разработке унифицированных схем Сибири. Секция стратиграфии мезозойских и третичных отложений. Л.: ВСЕГЕИ, 1956. 46 с.
- Стрельникова Н.И. Диатомовые водоросли и кремневые жгутиковые из палеогеновых отложений Обско-Пурского междуречья // Тр. ВНИГРИ. 1960. Вып. 158. С. 33–45.
- Стрельникова Н.И. Палеогеновые диатомовые водоросли. СПб.: Изд-во Санкт-Петербургского ун-та, 1992. 312 с.
- Унифицированные региональные стратиграфические схемы палеогеновых и неогеновых отложений Западно-Сибирской плиты и объяснительная записка к ним. Ред. Бабушкин А.Е., Волкова В.С. Новосибирск: СНИИГиМС и ИГНиГ СО РАН, 2001. 83 с.
- Aleksandrova G.N., Radionova E.P. On the late Paleocene stratigraphy of the Saratov Volga Region: micropaleontological characteristics of the Kamyshin Formation, Dyupa Gully section // Paleontol. J. 2006. V. 40. Suppl. 5. P. 543–557.
- Aubry M.P., Ouda K., Dupuis C., Van Couvering J.A. and the members of the working group on Paleocene/Eocene boundary. The Global Standard Stratotype-section and Point (GSSP) for the base of the Eocene Series in the Dababiya section (Egypt) // Episodes. 2007. V. 30. № 4. P. 271–286.
- Bujak J., Mudge D. A high-resolution North Sea Eocene dinocyst zonation // J. Geol. Soc. London. 1994. V. 151. P. 449–462.

- Cheneviere E.* Sur un depot fossile marin a diatomees situe a Kamishev (Russie Centrale) // Bulletin de la Societe Francaise de microscopie. 1934. V. 3. № 3. P. 103–107.
- Crouch E.M., Brinkhuis H.* Environmental change across the Paleocene–Eocene transition from eastern New Zealand: a marine palynological approach // Marine Micropaleontology. 2005. V. 56. P. 138–160.
- Crouch E.M., Heilmann-Clausen C., Brinkhuis H. et al.* Global dinoflagellate event associated with the Late Paleocene Thermal Maximum // Geology. 2001. V. 29. P. 315–318.
- De Coninck J.* Diachronism of the Deflandrea oebisfeldensis acme towards southern margin of the Belgian Basin // Bull. Soc. Belge de Geol. 1994. V. 102. № 1–2. P. 105–115.
- Fensome R.A., Williams G.L.* The Lentin and Williams Index of fossil dinoflagellates 2004 Edition // Am. Assoc. Stratigraphic Palynologists. Contributions Ser. 2004. № 42. 909 p.
- Heilmann-Clausen C.* Dinoflagellate stratigraphy of the uppermost Danian to Ypresian in the Viborg I borehole, central Jylland, Denmark // Danmarks Geologiske Undersogelse. 1985. Ser. A. № 7. 69 p.
- Heilmann-Clausen C.* The Danish Subbasin, Paleogene dinoflagellates // The Northwest European Tertiary Basin. Results of the International Geological Correlation Programme Project № 124. Geol. Jahrb. 1988. Reihe A. Heft 100. P. 339–343.
- Heilmann-Clausen C.* Review of Paleocene dinoflagellates from the North Sea region // Meeting Proceedings “Stratigraphy of the Paleocene”. GFF. 1994. V. 116. P. 51–53.
- Homann M.* Die Diatomeen der Fur Formation // Geol. Jahrb. 1991. Reihe A. Heft 123. P. 1–285.
- Iakovleva A.I., Kulkova I.A.* Paleocene–Eocene dinoflagellate zonation of Western Siberia // Rev. Palaeobot. Palynol. 2003. V. 123. Iss. 3–4. P. 185–197.
- Iakovleva A.I., Oreshkina T.V., Alekseev A.S., Rousseau D.-D.* A new Paleogene micropaleontological and palaeogeographical data in the Petchora Depression, northeastern European Russia // Comptes Rendus de l’Academie des Sciences de France. 2000. V. 330. № 7. P. 485–491.
- Iakovleva A.I., Brinkhuis H., Cavagnetto C.* Late Palaeocene–Early Eocene dinoflagellate cysts from the Turgay Strait, Kazakhstan: correlations across ancient seaways // Palaeogeogr. Palaeoclimatol. Palaeoecol. 2001. V. 172. Iss. 3–4. P. 243–268.
- Iwai M., Winter D.* Data report: Taxonomic notes of Neogene diatoms from the western Antarctic peninsula: Ocean Drilling Program Leg 178 // Proc. ODP. Sci. Results. 2002. V. 178 ([http://www-odp.tamu.edu/publications/178\\_SR/chap\\_35/chap\\_35.htm](http://www-odp.tamu.edu/publications/178_SR/chap_35/chap_35.htm)).
- Köthe A., Piesker B.* Stratigraphic distribution of Paleogene and Miocene dinocysts in Germany // Rev. Paleobiol. 2007. V. 26. № 1. P. 1–39.
- Lefebure P., Cheneviere E.* Description et iconographie de diatomees rares ou nouvelles // Bulletin de la Societe Francaise de microscopie. 1938. № 19. V. 6–8. P. 8–12.
- Locker S., Martini E.* Silicoflagellaten aus einigen russischen Palaogen-Vorkommen // Senckenberg. Lethaea. 1987. V. 68. № 1–4. P. 21–67.
- Luterbacher H.P., Ali J.R., Brinkhuis H. et al.* The Paleogene period // A Geologic Time Scale 2004. Eds. Gradstein F.M. et al. Cambridge: Cambridge University Press, 2004. P. 384–408.
- Martini E.* Standard Tertiary and Quaternary calcareous nannoplankton zonation // Ed. Farinacci A. Proc. 2nd Int. Conf. on Planktonic Microfossils. Roma: Tecnoscienza, 1971. V. 2. P. 739–785.
- McQuoid M.R., Hobson L.A.* Assessment of palaeoenvironmental conditions on Southern Vancouver Island, British Columbia, Canada, using the marine tychoplanker Paralia sulcata // Diatom Research. 1998. V. 13. № 2. P. 311–321.
- Meister Fr.* Seltene und neue Kieselalgen. II. // Bericht der Schweizerischen Botanischen Gesellschaft. 1937. Bd. 47. P. 248–276.
- Mitlehner A.G.* Palaeoenvironments in the North Sea Basin around the Paleocene–Eocene boundary: evidence from diatoms and other siliceous microfossils // Geol. Soc. London. Spec. Publ. 1996. V. 101. P. 255–273.
- Mudge D.C., Bujak J.P.* Paleocene biostratigraphy and sequence stratigraphy of the UK central North Sea // Marine Petrol. Geol. 1996. V. 13. P. 295–312.
- Oreshkina T.V., Oberhansli H.* Diatom turnover in the early Paleogene diatomites of the Sengiley section, Middle Povolzhie, Russia: a response to the Initial Eocene Thermal Maximum? // Causes and Consequences of Globally Warm Climates in the Early Paleogene. Eds. Wing S.L. et al. Geol. Soc. Am. Spec. Pap. 2003. V. 369. P. 169–179.
- Oreshkina T.V., Aleksandrova G.N., Kozlova G.E.* Early Eocene marine planktonic record of the East Urals margin (Sverdlovsk region): biostratigraphy and palaeoenvironments // N. Jb. Geol. Paläontol. Abh. 2004. Band 234. Heft 1–3. P. 201–222.
- Perch-Nielsen K.* Silicoflagellates // Plankton Stratigraphy. Cambridge: Cambridge University Press, 1985. P. 811–846.
- Powell A.J.* Dinoflagellates cysts of the Tertiary system // A stratigraphic index of dinoflagellates cysts. Ed. Powell A.J. British Micropaleontol. Soc. Publ. Ser. London: Chapman & Hall, 1992. P. 152–251.
- Powell A.J., Brinkhuis H., Bujak J.P.* Upper Paleocene–Lower Eocene dinoflagellate cyst sequence biostratigraphy of SE England // Correlation of the early Paleogene in Northwest Europe. Eds. Knox R.W.O’B., Corfield R., Dunay R.E. Geol. Soc. Spec. Publ. 1996. V. 101. P. 145–183.
- Radionova E.P., Khokhlova I.E., Beniamovskiy V.N. et al.* Paleocene/Eocene transition in the Northeastern Peri-Tethys area: Sokolovskiy key section of the Turgay passage (Kazakhstan) // Bull. Soc. Geol. France. 2001. V. 172. № 2. P. 245–256.
- Radionova E.P., Beniamovski V.N., Iakovleva A.I. et al.* Early Paleogene transgressions: stratigraphical and sedimentological evidence from the northern Peri-Tethys // Causes and Consequences of Globally Warm Climates in the Early Paleogene. Eds. Wing S.L. et al. Geol. Soc. Am. Spec. Pap. 2003. V. 369. P. 239–261.

- Radionova E.P., Aleksandrova G.N., Gvartadze T.T. et al.* Analyses of Late Paleocene–Early Eocene microplankton from the Kheu river section, West Pre-Caucasus // Climatic and Biotic Events of the Paleogene (СБЕР 2009). Extended abstracts from an International Conference in Wellington, New Zealand, January 12–15, 2009. GNS Science Miscellaneous Series 18. 2009. P. 111–116.
- Sluijs A., Pross J., Brinkhuis H.* From greenhouse to ice-house: organic-walled dinoflagellate cysts as paleoenvironmental indicators in the Paleogene // Earth Sci. Rev. 2005. V. 68. P. 281–315.
- Thyberg B.I., Stabell B., Faleide Y.I., Bjorlykke K.* Upper Oligocene diatomaceous deposits in the Northern North Sea – silica diagenesis and paleogeographic implications // Norsk. Geol. Tidsskrift. 1999. № 79. P. 3–18.
- Williams G.L., Brinkhuis H., Pearce M.A. et al.* Southern Ocean and global dinoflagellate cyst events compared: index events for the Late Cretaceous–Neogene // Eds. Exon et al. Sci. Res. ODP Leg 189, College Station. 2004. [http://www-odp.tamu.edu/publications/189\\_SR/107/107.htm](http://www-odp.tamu.edu/publications/189_SR/107/107.htm)
- Zong Y.* Implications of *Paralia sulcata* abundance in Scottish isolation basins // Diatom Res. 1997. V. 12. № 1. P. 125–150.
- Рецензенты Н.И. Стрельникова, М.А. Ахметьев*