

УДК 551.77(571.1)

ДИНОЦИСТЫ СРЕДНЕГО–ВЕРХНЕГО ЭОЦЕНА РАЗРЕЗА АКТУМСУК, УСТЮРТ, УЗБЕКИСТАН: БИОСТРАТИГРАФИЯ И ПАЛЕООБСТАНОВКИ

© 2019 г. А. И. Яковлева*, Е. А. Щербинина,
Н. Г. Музылев, Г. Н. Александрова

Геологический институт РАН, Москва

**e-mail: alina.iakovleva@gmail.com*

Поступила в редакцию 06.04.2018 г.
Получена после доработки 08.05.2018 г.
Принята к публикации 25.10.2018 г.

Представлены результаты палинологического изучения средне-верхнеэоценовых отложений опорного разреза Актумсук (плато Устюрт, Узбекистан), сопоставленные с данными изучения известкового наннопланктона. Изучение распространения диноцист в разрезе выявило 5 диноцистовых зон шкалы Пери-Тетиса: *Costacysta bucina*, *Enneadocysta pectiniformis*, *Rhombodinium draco*, *Rhombodinium perforatum*, *Thalassiphora reticulata*. Прямое сопоставление с зонами известкового наннопланктона позволило уточнить уровни появления ключевых видов диноцист. На основе данных изучения диноцист и наннопланктона установлены два существенных стратиграфических перерыва внутри разреза, отвечающих верхнему ипру и верхней части бартона–низам приабона. Анализ количественных флуктуаций различных групп палиноморф по разрезу свидетельствует об изменениях в обстановках осадконакопления этой части бассейна Пери-Тетиса в лютете–приабоне: в начале лютета начался существенный трансгрессивный этап; в середине лютета произошло относительное углубление бассейна; после перерыва в осадконакоплении в конце бартона–начале приабона осадконакопление вновь происходило в открытоморской внешней неритической обстановке.

Ключевые слова: биостратиграфия, диноцисты, палиноморфы, наннопланктон, эоцен, Узбекистан, Устюрт, Пери-Тетис

DOI: <https://doi.org/10.31857/S0869-592X27678-102>

ВВЕДЕНИЕ

Плато Устюрт, Северное Приаралье и Тургайский прогиб занимают северо-восточную часть Туранской плиты. На северо-западе этот регион граничит с Прикаспийской впадиной, представляющей юго-восточную краевую часть древней Восточно-Европейской платформы, и с южным окончанием Урала, а на севере – с Кустанайской седловиной. В палеогене территория региона представляла собой восточную окраину обширного эпиконтинентального бассейна Северо-Восточного Пери-Тетиса, примыкающую к юго-западной части Центрально-Азиатского материка, что и определило специфику эоценовых отложений. Палеогеновые отложения формировались в типично платформенных условиях. Они характеризуются сравнительно небольшой общей мощностью (сотни метров), субгоризонтальным залеганием, мелководно-морским, прибрежно-морским и континентальным генезисом.

Наиболее представительные разрезы обнажены на поверхности в чинках¹ Устюрта, в Северном Приаралье и Южном Тургае.

Первые сведения о палеогеновых отложениях Устюрта появились в результате работ Н.И. Андрусова и М.В. Баярунаса в конце XIX–начале XX вв. на Мангышлаке и Западном чинке плато Устюрт. В 1930-х, а затем в 1950–1960-х годах обнажения пород палеогена в чинках Устюрта изучались и описывались многими исследователями, прежде всего О.С. Вяловым, А.Л. Яншиным, Н.К. Овечкиным, а также В.А. Вахрамеевым, Н.Ф. Кузнецовой, И.А. Коробковым, Р.Г. Гарецким и многими другими (Геология..., 1970).

¹ Чинки – региональный термин Средней Азии, обозначающий обрывистые труднодоступные уступы (обрывы) высотой до 350 м, ограничивающие приподнятые плоские участки земной поверхности.

Морские палеогеновые отложения широко развиты в Северном Приаралье. Они с размывом залегают на горизонтах верхнего и нижнего мела, а близ Мугуджар иногда непосредственно на породах палеозоя и отсутствуют лишь в местах выхода на поверхность пород мела в сводах крупных поднятий. Впервые сведения о присутствии в Северном Приаралье отложений морского палеогена опубликованы в 1826 г. Х.И. Пандером, а затем в начале XX в. А.Г. Абигом, Г.А. Траутшольдом, А. Кененом, Э.И. Эйхвальдом, Л.С. Бергом и др. (Яншин, 1953). После 1917 г. исследования в регионе проводились еще более широко и были продолжены после войны В.А. Вахрамеевым, Л.Н. Формозовой, П.А. Мчедлишвили и др. В 1953 г. вышла монография А.Л. Яншина “Геология Северного Приаралья”, в которой впервые была предложена наиболее полная и четкая стратиграфическая схема палеогеновых отложений Северного Приаралья и Примугуджарья. В этой основополагающей работе А.Л. Яншин подразделил морской палеоген на три свиты (снизу вверх): тасаранскую, саксаульскую и чеганскую. Позже, в работах Н.К. Овечкина, Е.П. Бойцовой, М.Е. Воскобойникова, Р.Х. Липман, Г.И. Немкова и многих других (Стратиграфия..., 1975) была уточнена стратиграфия морских палеогеновых толщ региона.

Первые находки диноцист в регионе были сделаны Р.Я. Абузаровой (1962) в ряде скважин Северного Приаралья и Северного Устюрта, а также в ряде обнажений и скважин в районах балки Ащайрык, горы Терменбес, Сырдарьинской впадины, разреза Актумсык в Казахстане. Более детальные исследования диноцист в дальнейшем были проведены К.Е. Аристовой (1971а, 1971б, 1971в, 1972, 1973), Н.Г. Шарифутдиновой (1981), А.С. Андреевой-Григорович (1991). В конце XX в.—начале XXI в. изучением диноцист в регионе занимались Н.И. Запорожец (Запорожец, 1991; Ахметьев, Запорожец, 1992; Крашенинников, Ахметьев, 1998), О.Н. Васильева (1994, 2014а, 2014б), А.И. Яковлева (Яковлева, 1998, 2017; King et al., 2013; Орешкина и др., 2015).

Опорный разрез Актумсык (рис. 1, 2) расположен в Северо-Западном Узбекистане, в южной части плато Устюрт, на западном побережье Аральского моря (44°36' с.ш., 58°18' в.д.) и известен советским геологам с середины XX в. (Гарецкий и др., 1959; Стратиграфия..., 1975). Палеогеновые отложения (самая верхняя часть танета–низы ипра) в этом разрезе с несогласием перекрывают кампанские породы. Актумсык является одним из ключевых разрезов Перитетиса, в котором были выявлены сапропелевые прослои, датированные в настоящее время самым началом эоцена (событие ПЭТМ; Гаврилов,

Музылев, 1991; Гаврилов и др., 1997). С конца 1990-х годов все исследования в этом разрезе были сосредоточены на его нижней части, непосредственно связанной с интервалом ПЭТМ и перекрывающими его породами. Здесь изучались фораминиферы, наннопланктон, проводились изотопные исследования (Pardo et al., 1999; Bolle et al., 2000; Gavrilov et al., 2003). Первые результаты детального расчленения разреза по наннопланктонной шкале были представлены И.П. Табачниковой (1979). В более поздних работах в низах разреза был выявлен интервал зон NP9–NP12 по наннопланктону и интервал зон P5–P6 по фораминиферам (Pardo et al., 1999; Bolle et al., 2000). Анализ распределения наннопланктона и планктонных фораминифер в средне-верхнеэоценовых горизонтах разреза Актумсык содержится в работах (Shcherbinina, 2000; Beniamovski et al., 2003). Что касается диноцист, то они изучались только из 5-метровой толщи в низах разреза, непосредственно связанной с интервалом, отвечающим событию ПЭТМ (1 м ниже сапропеля, 1 м сапропеля и 4 м перекрывающих мергелей; Crouch et al., 2003).

Цель настоящей работы – детальный комплексный палиогеографический анализ средне-верхнеэоценовых отложений разреза Актумсык, сопоставление диноцистовых данных с результатами изучения известкового нанно-



— Государственные границы

Рис. 1. Географическое расположение разреза Актумсык.

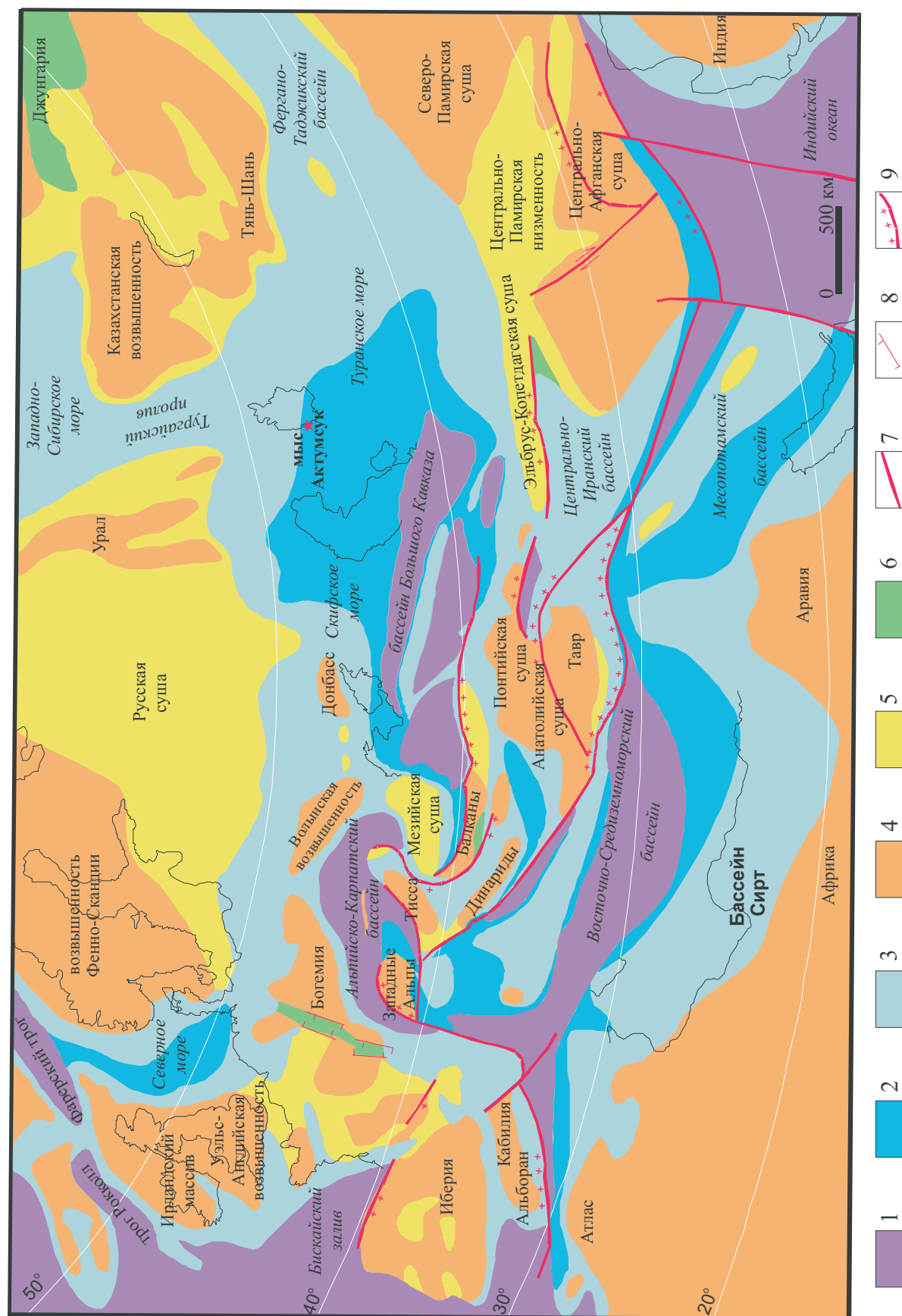


Рис. 2. Разрез Актумука на палинogeографической карте Западной Евразии в приобоне (Попов и др., 2009, с сокращениями). 1–3 — морские условия: 1 — склон и батигаль; 2 — глубоководный шельф; 3 — мелководный шельф; 4–6 — континентальные условия: 4 — возвышенности; 5 — низменности; 6 — пресноводные озера и лагуны; 7 — разломы; 8 — сбросы и флексуры, современные с седиментациями; 9 — синседиментационные надвиги.

планктона, корреляция эоценовых отложений Южного Устюрта и смежных регионов, восстановление обстановок осадконакопления.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

В рамках настоящей работы было изучено 72 образца из средне-верхнеэоценовой части разреза Актумсук. Все образцы происходят из коллекции, собранной Н.Г. Музылевым в 1987 г., препараты хранятся в Лабораториях палеофлористики и микропалеонтологии Геологического института РАН (Москва). Следует отметить, что расчленение разреза Актумсук на свиты до сих пор однозначно не проведено и единой точки зрения на выделение местных стратонов в этом районе пока не существует, поскольку разрез представляет собой наиболее глубоководную часть бассейна и сильно отличается от окружающих мелководных отложений этой части Восточного Пери-Тетиса. В связи с этим нами принято условное деление отложений на литологические пачки.

Изученный интервал разреза представлен снизу вверх пачкой А (~70 м), сложенной чередованием дециметровых прослоев светлых зеленовато-серых известняков и мергелей с прослоями (~3 м) очень характерных сапропелеподобных ржаво-бурых бентонитов в средней части; пачкой Б (~40 м) — довольно монотонной толщиной темно-серых мергелей; пачкой В (~35 м), представленной светлыми мергелями.

Обработка палинологических образцов проводилась в соответствии со стандартной методикой, принятой в Лаборатории палеофлористики ГИН РАН, включающей (1) воздействие на образец 10%-ной соляной кислотой (HCl) для удаления карбонатов; (2) воздействие горячим раствором пиррофосфата натрия ($\text{Na}_4\text{P}_2\text{O}_7 \times 10\text{H}_2\text{O}$) для дисперсии глинистого материала, а затем отмывка каждые 2 часа с целью удаления глинистых частиц; (3) центрифугирование образцов в тяжелой жидкости (K_2CdI_4) с плотностью 2.25 с целью отделения органической фракции от более тяжелых минеральных частиц; (4) воздействие 70%-ной плавиковой кислотой (HF) для растворения кремнистых компонентов; (5) воздействие 10%-ной соляной кислотой для удаления флюоро-силикатных гелей; (6) отмывку образца в дистиллированной воде и заливку глицерином. Просеивание мацерата через сита не проводилось.

Таксономия диноцист соответствует индексу DINOFLAJ3 (Williams et al., 2017). Количественное палинологическое изучение материала проводилось в 2 этапа: (1) подсчет в каждом образце минимум 200–250 морских и наземных палиноморф (цисты динофлагеллат,

акритархи, празинофиты групп *Crassosphaera*/*Tyrtodiscus*, *PterospERMella*, другие водоросли, пыльца покрытосеменных и хвойных растений); (2) дальнейший подсчет минимум 200 диноцист, после чего препарат просматривался до конца с целью обнаружения редко встречаемых таксонов. Палеоэкологическая интерпретация количественных флуктуаций в палинокомплексах основана на работах (Brinkhuis, 1994; Powell et al., 1996; Sluijs et al., 2005; Crouch, Brinkhuis, 2005; Torricelli et al., 2006). Для интерпретации возможных палеообстановок цисты динофлагеллат были объединены в 25 групп морфологически близких таксонов: (1) *Deflandrea*-группа (*Deflandrea*, *Senegalinium*); (2) *Wetzelielloids*, (3) Gen. Spec. Indet 1 sensu Heilmann-Clausen et Costa, 1989; (4) *Lingulodinium*-группа (*Lingulodinium*, *Homotryblum*, *Heteraulacacysta*, *Polysphaeridium*); (5) *Thalassiphora*; (6) *Areoligera*-группа (*Areoligera*, *Glaphrocysta*, *Adnatosphaeridium*, *Membranophoridium*); (7) *Schematophora*/*Hemiplacophora*-группа; (8) *Cleistosphaeridium diversispinosum*, (9) *Enneadocysta*-группа (*Enneadocysta*, *Areosphaeridium*); (10) *Cribroperidinium*; (11) *Costacysta bucina*; (12) *Samlandia chlamydophora*; (13) *Achilleodinium biformoides*, (14) *Spiniferites ramosus*-группа; (15) *Spiniferites pseudofurcatus*; (16) переходная группа *Spiniferites*–*Impagidinium*; (17) *Pentadinium*; (18) *Hystriocholpoma*; (19) *Eisenackia scrobiculata*; (20) *Batiacasphaera compta*; (21) *Batiacasphaera* spp.; (22) *Microdinium reticulatum*; (23) *Impagidinium*; (24) мелкие гониаулакоидные (*Corrudinium*, *Cerebrocysta*, *Puxidinopsis* etc.); (25) остальные гониаулакоидные.

Стратиграфическое распределение видов диноцист сопоставлено с данными изучения известкового наннопланктона. При описании палинологических результатов используется термин “диноцистовый интервал”, под которым понимается часть изученного разреза с определенным комплексом диноцист (присутствие стратиграфических маркеров и количественные характеристики палинологических ассоциаций).

РЕЗУЛЬТАТЫ

Результаты палинологического анализа представлены на рис. 3–6. Почти все изученные образцы содержали количественно представительные комплексы палиноморф. Следует отметить, что в изученной части разреза наблюдаются существенные изменения как в соотношениях различных групп палиноморф, так и внутри комплексов диноцист. Так, большая часть пачки А характеризуется абсолютным (95–100%) доминированием диноцист, и лишь на отдельных уровнях в нижней части выявлены пики в содержании акритарх и пыльцы наземных растений.

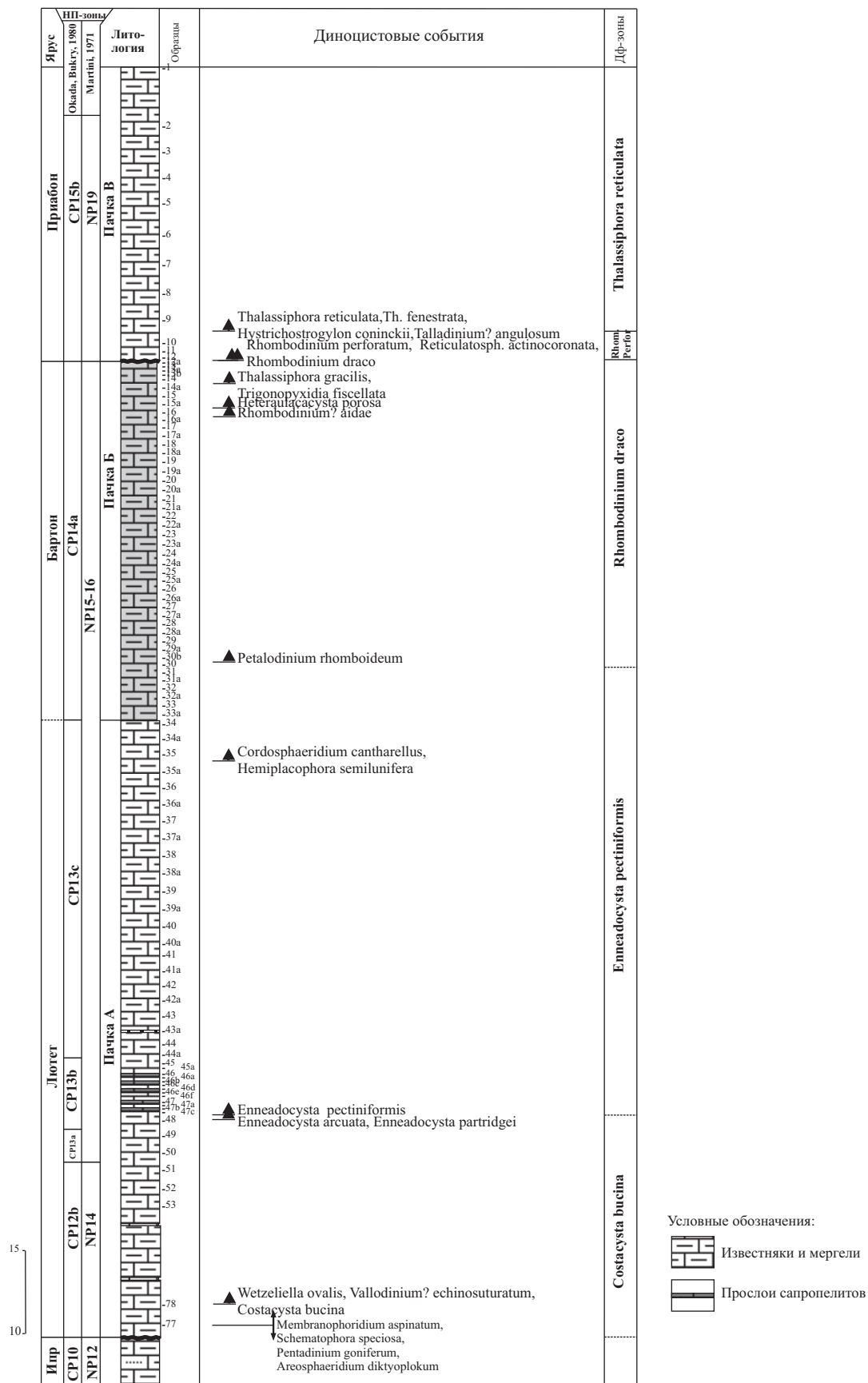


Рис. 3. Сопоставление диноцистовых событий (датумов) и диноцистовых зон с зонами по наннопланктону в разрезе Актумсук. НП-зоны – зоны по наннопланктону, Дф-зоны – диноцистовые зоны.

| Ярус | | Прибон | Бартон | Лютег | Диноцистовые интервалы |
|------------------------------|--|---------|--------------------|----------------------------|------------------------|
| НП-зоны (Okada, Vukry, 1980) | | CP15b | CP14a | CP13c | 6 |
| НП-зоны (Martini, 1971) | | NP19-20 | Rhombodinium draco | NP15-16 | |
| Дф-зоны (Яковлева, 2017) | | Rh. per | Пачка С | Enneadocysta pectiniformis | 5 |
| Литостратоны | | Пачка С | Пачка Б | Пачка А | |
| Образцы | | 2 | 2 | 2 | 4 |
| | | 3 | 3 | 3 | |
| | | 4 | 4 | 4 | 3 |
| | | 6 | 6 | 6 | |
| | | 9 | 9 | 9 | 2 |
| | | 12 | 12 | 12 | |
| | | 12a | 12a | 12a | 1 |
| | | 13 | 13 | 13 | |
| | | 13a | 13a | 13a | 1 |
| | | 14 | 14 | 14 | |
| | | 14a | 14a | 14a | 1 |
| | | 15a | 15a | 15a | |
| | | 16 | 16 | 16 | 1 |
| | | 17 | 17 | 17 | |
| | | 17a | 17a | 17a | 1 |
| | | 18 | 18 | 18 | |
| | | 18a | 18a | 18a | 1 |
| | | 19 | 19 | 19 | |
| | | 20 | 20 | 20 | 1 |
| | | 20a | 20a | 20a | |
| | | 21 | 21 | 21 | 1 |
| | | 21a | 21a | 21a | |
| | | 22 | 22 | 22 | 1 |
| | | 22a | 22a | 22a | |
| | | 23 | 23 | 23 | 1 |
| | | 24 | 24 | 24 | |
| | | 24a | 24a | 24a | 1 |
| | | 24b | 24b | 24b | |
| | | 25 | 25 | 25 | 1 |
| | | 25a | 25a | 25a | |
| | | 25b | 25b | 25b | 1 |
| | | 26 | 26 | 26 | |
| | | 27 | 27 | 27 | 1 |
| | | 27a | 27a | 27a | |
| | | 28 | 28 | 28 | 1 |
| | | 28a | 28a | 28a | |
| | | 29 | 29 | 29 | 1 |
| | | 30b | 30b | 30b | |
| | | 30 | 30 | 30 | 1 |
| | | 30a | 30a | 30a | |
| | | 31 | 31 | 31 | 1 |
| | | 32 | 32 | 32 | |
| | | 33 | 33 | 33 | 1 |
| | | 34 | 34 | 34 | |
| | | 34a | 34a | 34a | 1 |
| | | 35 | 35 | 35 | |
| | | 36 | 36 | 36 | 1 |
| | | 37 | 37 | 37 | |
| | | 38 | 38 | 38 | 1 |
| | | 39 | 39 | 39 | |
| | | 40 | 40 | 40 | 1 |
| | | 42 | 42 | 42 | |
| | | 43 | 43 | 43 | 1 |
| | | 43a | 43a | 43a | |
| | | 44 | 44 | 44 | 1 |
| | | 44a | 44a | 44a | |
| | | 45a | 45a | 45a | 1 |
| | | 46 | 46 | 46 | |
| | | 46a | 46a | 46a | 1 |
| | | 46d | 46d | 46d | |
| | | 47a | 47a | 47a | 1 |
| | | 47b | 47b | 47b | |
| | | 47c | 47c | 47c | 1 |
| | | 47d | 47d | 47d | |
| | | 47e | 47e | 47e | 1 |
| | | 48 | 48 | 48 | |
| | | 50 | 50 | 50 | 1 |
| | | 51 | 51 | 51 | |
| | | 52 | 52 | 52 | 1 |
| | | 53 | 53 | 53 | |
| | | 78 | 78 | 78 | 1 |
| | | 77 | 77 | 77 | |

Рис. 4. Стратиграфическое распределение видов диноцист в разрезе Актумсук. Указанные в таблице количества означают число подсчитанных экземпляров, 0 – присутствие таксона после окончания подсчета. НП-зоны – зоны по наннопланктону, Дф-зоны – диноцистовые зоны.

| Ярус | | Приобн | Бартон | Лютет | Пачка С | Пачка Б | Пачка А | Образцы | Диноцистовые интервалы |
|--|-------------------------|--------------------------|--------------------|---------|----------------------------|----------------------------|-------------------|---------|------------------------|
| NP-зоны (Окада, Вукгу, 1980) | NP-зоны (Martini, 1971) | CP15b | CP14a | CP13c | CP13b | CP13a | CP12b | 2-77 | 6-1 |
| Дф-зоны (Яковлева, 2017) | | NP19-20 | Rhombodinium draco | NP15-16 | Enneadocysta pectiniformis | Enneadocysta pectiniformis | Costacycla bucina | | |
| Литостратоны | | Thalassiphora reticulata | | | | | | | |
| Образцы | | Rh. per | | | | | | | |
| Wetzeliella articulata | | | | | | | | | |
| Wetzeliella ovalis | | | | | | | | | |
| Valloadinium? echinosuturatum | | | | | | | | | |
| Areosphaeridium diktyoplokum | | | | | | | | | |
| Areosphaeridium michoudii | | | | | | | | | |
| Spiniferites pseudofurcatus/bentorii-group | | | | | | | | | |
| Corrudinium incompositum | | | | | | | | | |
| Impagidinium maculatum | | | | | | | | | |
| Impagidinium sp. A in Van Mourik et Brinkhuis | | | | | | | | | |
| Wilsonidium tabulatum | | | | | | | | | |
| Chateaufurcacycla moesica | | | | | | | | | |
| Hystrichosphaeropsis sp. in Brinkhuis et Bliff | | | | | | | | | |
| Cordosphaeridium gracile | | | | | | | | | |
| Eisenackia scrobiculata | | | | | | | | | |
| Enneadocysta arcuata | | | | | | | | | |
| Enneadocysta partridgei | | | | | | | | | |
| Oligosphaeridium complex | | | | | | | | | |
| Enneadocysta pectiniformis | | | | | | | | | |
| Homotrybium abbreviatum | | | | | | | | | |
| Hystrichokolpoma spinosum | | | | | | | | | |
| Operculodinium centrocarpum | | | | | | | | | |
| Thalassiphora? pansa | | | | | | | | | |
| Impagidinium sp. 1 | | | | | | | | | |
| Spiniferites sp. 1 | | | | | | | | | |
| Lanternosphaeridium lanosum | | | | | | | | | |
| Pterodinium cingulatum | | | | | | | | | |
| Achomosphaera alcornu | | | | | | | | | |
| Pentadinium favatum | | | | | | | | | |
| Areoligera undulata | | | | | | | | | |
| Enneadocysta robusta | | | | | | | | | |
| Spiniferites ramosus granomembranaceus | | | | | | | | | |
| Areoligera coronata | | | | | | | | | |
| Areosphaeridium ebdonii | | | | | | | | | |
| Cordosphaeridium cantharellus | | | | | | | | | |

Рис. 4. Продолжение

| Лютет | | Бартон | | Приабон | | Ярус | |
|-------------------|----------------------------|--------------------|--------------------|--------------------------|--------------------------|---------------------------------|---------------------------------|
| CP12b | CP13b | CP14a | CP14a | CP15b | CP15b | NP-зоны (Okada, Вукру, 1980) | NP-зоны (Okada, Вукру, 1980) |
| NP14b | NP15-16 | NP15-16 | NP15-16 | NP19-20 | NP19-20 | NP-зоны (Martini, 1971) | NP-зоны (Martini, 1971) |
| Costacysta bucina | Enneadocysta pectiniformis | Rhombodinium draco | Rhombodinium draco | Thalassiphora reticulata | Thalassiphora reticulata | Дф-зоны (Яковлева, 2017) | Дф-зоны (Яковлева, 2017) |
| Пачка А | | Пачка Б | | Пачка С | | Литостратоны | |
| CP13a | | | | | | | |
| 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | Corradinium cf. cristatum | Corradinium cf. cristatum |
| 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | Hemiplacophora semilunifera | Hemiplacophora semilunifera |
| 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | Pentadinium polypodum | Pentadinium polypodum |
| 6 | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 | Schematophora obscura | Schematophora obscura |
| 9 | 9 | 9 | 9 | 9 | 9 | Hyrtrichokolpoma bulbosum | Hyrtrichokolpoma bulbosum |
| 12 | 12 | 12 | 12 | 12 | 12 | Areoligera sentosa-group | Areoligera sentosa-group |
| 12a | 12a | 12a | 12a | 12a | 12a | Puxidinopsis densepunctata | Puxidinopsis densepunctata |
| 13 | 13 | 13 | 13 | 13 | 13 | Cordosphaeridium funiculatum | Cordosphaeridium funiculatum |
| 13a | 13a | 13a | 13a | 13a | 13a | Hyrtrichokolpoma salacium | Hyrtrichokolpoma salacium |
| 14 | 14 | 14 | 14 | 14 | 14 | Impagidinium sp. B in Gedl | Impagidinium sp. B in Gedl |
| 14a | 14a | 14a | 14a | 14a | 14a | Impagidinium sp. A in Al et CHC | Impagidinium sp. A in Al et CHC |
| 15a | 15a | 15a | 15a | 15a | 15a | Phthanooperidium crenulatum | Phthanooperidium crenulatum |
| 16 | 16 | 16 | 16 | 16 | 16 | Petalodinium rhomboideum | Petalodinium rhomboideum |
| 17 | 17 | 17 | 17 | 17 | 17 | Operculodinium eisenackii | Operculodinium eisenackii |
| 17a | 17a | 17a | 17a | 17a | 17a | Cribroperidium tenuitubulatum | Cribroperidium tenuitubulatum |
| 18 | 18 | 18 | 18 | 18 | 18 | Nematosphaeropsis reticulensis | Nematosphaeropsis reticulensis |
| 18a | 18a | 18a | 18a | 18a | 18a | Cordosphaeridium? callosum | Cordosphaeridium? callosum |
| 19 | 19 | 19 | 19 | 19 | 19 | Cordosphaeridium inodes | Cordosphaeridium inodes |
| 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | Operculodinium divergens | Operculodinium divergens |
| 20a | 20a | 20a | 20a | 20a | 20a | Adnatosphaeridium robustum | Adnatosphaeridium robustum |
| 21 | 21 | 21 | 21 | 21 | 21 | Hafniasphaera septata | Hafniasphaera septata |
| 21a | 21a | 21a | 21a | 21a | 21a | Dapsilodinium pseudocolligerum | Dapsilodinium pseudocolligerum |
| 22 | 22 | 22 | 22 | 22 | 22 | Rottnesia borussica | Rottnesia borussica |
| 22a | 22a | 22a | 22a | 22a | 22a | Cordosphaeridium biarmatum | Cordosphaeridium biarmatum |
| 23 | 23 | 23 | 23 | 23 | 23 | Heteraulacacysta campanula | Heteraulacacysta campanula |
| 24 | 24 | 24 | 24 | 24 | 24 | Heteraulacacysta leptalea | Heteraulacacysta leptalea |
| 24a | 24a | 24a | 24a | 24a | 24a | Rhombodinium? aidaea | Rhombodinium? aidaea |
| 24b | 24b | 24b | 24b | 24b | 24b | Spiniferella cornuta | Spiniferella cornuta |
| 25 | 25 | 25 | 25 | 25 | 25 | Echinidinium? lucidum | Echinidinium? lucidum |
| 25a | 25a | 25a | 25a | 25a | 25a | Heteraulacacysta porosa | Heteraulacacysta porosa |
| 25b | 25b | 25b | 25b | 25b | 25b | Thalassiphora patula | Thalassiphora patula |
| 26 | 26 | 26 | 26 | 26 | 26 | Calligodinium amiculum | Calligodinium amiculum |
| 27 | 27 | 27 | 27 | 27 | 27 | Distatodinium sp. | Distatodinium sp. |
| 27a | 27a | 27a | 27a | 27a | 27a | Fibrocysta vectensis | Fibrocysta vectensis |
| 28 | 28 | 28 | 28 | 28 | 28 | | |
| 28a | 28a | 28a | 28a | 28a | 28a | | |
| 29 | 29 | 29 | 29 | 29 | 29 | | |
| 29a | 29a | 29a | 29a | 29a | 29a | | |
| 30 | 30 | 30 | 30 | 30 | 30 | | |
| 30a | 30a | 30a | 30a | 30a | 30a | | |
| 31 | 31 | 31 | 31 | 31 | 31 | | |
| 32 | 32 | 32 | 32 | 32 | 32 | | |
| 33 | 33 | 33 | 33 | 33 | 33 | | |
| 34 | 34 | 34 | 34 | 34 | 34 | | |
| 34a | 34a | 34a | 34a | 34a | 34a | | |
| 35 | 35 | 35 | 35 | 35 | 35 | | |
| 36 | 36 | 36 | 36 | 36 | 36 | | |
| 37 | 37 | 37 | 37 | 37 | 37 | | |
| 38 | 38 | 38 | 38 | 38 | 38 | | |
| 39 | 39 | 39 | 39 | 39 | 39 | | |
| 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | | |
| 42 | 42 | 42 | 42 | 42 | 42 | | |
| 43 | 43 | 43 | 43 | 43 | 43 | | |
| 43a | 43a | 43a | 43a | 43a | 43a | | |
| 44 | 44 | 44 | 44 | 44 | 44 | | |
| 44a | 44a | 44a | 44a | 44a | 44a | | |
| 45a | 45a | 45a | 45a | 45a | 45a | | |
| 46 | 46 | 46 | 46 | 46 | 46 | | |
| 46a | 46a | 46a | 46a | 46a | 46a | | |
| 46d | 46d | 46d | 46d | 46d | 46d | | |
| 47a | 47a | 47a | 47a | 47a | 47a | | |
| 47b | 47b | 47b | 47b | 47b | 47b | | |
| 47c | 47c | 47c | 47c | 47c | 47c | | |
| 47d | 47d | 47d | 47d | 47d | 47d | | |
| 47e | 47e | 47e | 47e | 47e | 47e | | |
| 48 | 48 | 48 | 48 | 48 | 48 | | |
| 50 | 50 | 50 | 50 | 50 | 50 | | |
| 51 | 51 | 51 | 51 | 51 | 51 | | |
| 52 | 52 | 52 | 52 | 52 | 52 | | |
| 53 | 53 | 53 | 53 | 53 | 53 | | |
| 78 | 78 | 78 | 78 | 78 | 78 | | |
| 77 | 77 | 77 | 77 | 77 | 77 | | |
| | | | | | | Образцы | Образцы |
| | | | | | | 0 | 0 |
| | | | | | | 1 | 1 |
| | | | | | | 2 | 2 |
| | | | | | | 3 | 3 |
| | | | | | | 4 | 4 |
| | | | | | | 5 | 5 |
| | | | | | | 6 | 6 |
| | | | | | | 7 | 7 |
| | | | | | | 8 | 8 |
| | | | | | | 9 | 9 |
| | | | | | | 10 | 10 |
| | | | | | | 11 | 11 |
| | | | | | | 12 | 12 |
| | | | | | | 13 | 13 |
| | | | | | | 14 | 14 |
| | | | | | | 15 | 15 |
| | | | | | | 16 | 16 |
| | | | | | | 17 | 17 |
| | | | | | | 18 | 18 |
| | | | | | | 19 | 19 |
| | | | | | | 20 | 20 |
| | | | | | | 21 | 21 |
| | | | | | | 22 | 22 |
| | | | | | | 23 | 23 |
| | | | | | | 24 | 24 |
| | | | | | | 25 | 25 |
| | | | | | | 26 | 26 |
| | | | | | | 27 | 27 |
| | | | | | | 28 | 28 |
| | | | | | | 29 | 29 |
| | | | | | | 30 | 30 |
| | | | | | | 31 | 31 |
| | | | | | | 32 | 32 |
| | | | | | | 33 | 33 |
| | | | | | | 34 | 34 |
| | | | | | | 35 | 35 |
| | | | | | | 36 | 36 |
| | | | | | | 37 | 37 |
| | | | | | | 38 | 38 |
| | | | | | | 39 | 39 |
| | | | | | | 40 | 40 |
| | | | | | | 41 | 41 |
| | | | | | | 42 | 42 |
| | | | | | | 43 | 43 |
| | | | | | | 44 | 44 |
| | | | | | | 45 | 45 |
| | | | | | | 46 | 46 |
| | | | | | | 47 | 47 |
| | | | | | | 48 | 48 |
| | | | | | | 49 | 49 |
| | | | | | | 50 | 50 |
| | | | | | | 51 | 51 |
| | | | | | | 52 | 52 |
| | | | | | | 53 | 53 |
| | | | | | | 54 | 54 |
| | | | | | | 55 | 55 |
| | | | | | | 56 | 56 |
| | | | | | | 57 | 57 |
| | | | | | | 58 | 58 |
| | | | | | | 59 | 59 |
| | | | | | | 60 | 60 |
| | | | | | | 61 | 61 |
| | | | | | | 62 | 62 |
| | | | | | | 63 | 63 |
| | | | | | | 64 | 64 |
| | | | | | | 65 | 65 |
| | | | | | | 66 | 66 |
| | | | | | | 67 | 67 |
| | | | | | | 68 | 68 |
| | | | | | | 69 | 69 |
| | | | | | | 70 | 70 |
| | | | | | | 71 | 71 |
| | | | | | | 72 | 72 |
| | | | | | | 73 | 73 |
| | | | | | | 74 | 74 |
| | | | | | | 75 | 75 |
| | | | | | | 76 | 76 |
| | | | | | | 77 | 77 |
| | | | | | | 78 | 78 |
| | | | | | | 79 | 79 |
| | | | | | | 80 | 80 |
| | | | | | | 81 | 81 |
| | | | | | | 82 | 82 |
| | | | | | | 83 | 83 |
| | | | | | | 84 | 84 |
| | | | | | | 85 | 85 |
| | | | | | | 86 | 86 |
| | | | | | | 87 | 87 |
| | | | | | | 88 | 88 |
| | | | | | | 89 | 89 |
| | | | | | | 90 | 90 |
| | | | | | | 91 | 91 |
| | | | | | | 92 | 92 |
| | | | | | | 93 | 93 |
| | | | | | | 94 | 94 |
| | | | | | | 95 | 95 |
| | | | | | | 96 | 96 |
| | | | | | | 97 | 97 |
| | | | | | | 98 | 98 |
| | | | | | | 99 | 99 |
| | | | | | | 100 | 100 |

Рис. 4. Продолжение

| Лютет | | Бартон | | Приабон | Ярус |
|--------------------|---------------------------|---------|--------------------|---------|------------------------------------|
| CP12b | CP13b | CP13c | CP14a | CP15b | НП-зоны (Okada, Вукчу, 1980) |
| NP14b | NP15-16 | | NP19-20 | | НП-зоны (Martini, 1971) |
| Costacysta buccata | Eppseudocysta rectiformis | | Rhombodinium draco | | Дф-зоны (Яковлева, 2017) |
| Пачка А | | Пачка Б | | Пачка С | |
| 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | Образцы |
| 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | Microdinium ornatum |
| 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | Phthanoperidinium distinctum |
| 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | Fibrocysta essentialis |
| 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | Hologinella? pentagonalis |
| 12a | 13 | 14 | 15 | 16 | Kallosphaeridium nigerense |
| 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | Nematosphaeropsis labirinthus |
| 13a | 14 | 15 | 16 | 17 | Senegalinium dilwynense |
| 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | Thalassiphora gracilis |
| 14a | 15 | 16 | 17 | 18 | Trigonopyxididta fuscillata |
| 15a | 16 | 17 | 18 | 19 | Cribreridinium giuseppeii |
| 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | Lanternosphaeridium sp.1 CHC et VS |
| 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | Operculodinium nanaconulum |
| 17a | 18 | 19 | 20 | 21 | Talladinium? clathratum |
| 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | Impagidinium paradoxum |
| 18a | 19 | 20 | 21 | 22 | Impagidinium sphaericum |
| 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | Impagidinium sp. A in Gedl |
| 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | Reticulatosphaera actinocoronata |
| 20a | 21 | 22 | 23 | 24 | Rhombodinium draco |
| 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | Rhombodinium perforatum |
| 21a | 22 | 23 | 24 | 25 | Cerebrocysta magna |
| 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | Talladinium? angulosum |
| 22a | 23 | 24 | 25 | 26 | Talladinium? rotundata |
| 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | Charlesdownlea? fasciata |
| 24 | 25 | 26 | 27 | 28 | Charlesdownlea? rotundata |
| 24a | 25 | 26 | 27 | 28 | Glaphrocysta semitecta |
| 24b | 25 | 26 | 27 | 28 | Hystrichokolpoma rigaudiae |
| 25 | 26 | 27 | 28 | 29 | Hystrichostrogylon coninckii |
| 25a | 26 | 27 | 28 | 30 | Meitiasphaeridium pseudorecurvatum |
| 25b | 26 | 27 | 28 | 31 | Membranophoridium perforatum |
| 26 | 27 | 28 | 29 | 32 | Thalassiphora delicata |
| 27 | 28 | 29 | 30 | 33 | Thalassiphora fenestrata |
| 27a | 28 | 29 | 30 | 34 | Thalassiphora reticulata |
| 28 | 29 | 30 | 31 | 35 | Wilsonidium ornatum |
| 28a | 29 | 30 | 31 | 36 | Deflandrea truncata |
| 29 | 30 | 31 | 32 | 37 | |
| 30 | 31 | 32 | 33 | 38 | |
| 30a | 31 | 32 | 33 | 39 | |
| 31 | 32 | 33 | 34 | 40 | |
| 32 | 33 | 34 | 35 | 42 | |
| 33 | 34 | 35 | 36 | 43 | |
| 34 | 35 | 36 | 37 | 43a | |
| 34a | 35 | 36 | 37 | 44 | |
| 35 | 36 | 37 | 38 | 44a | |
| 36 | 37 | 38 | 39 | 45a | |
| 37 | 38 | 39 | 40 | 46 | |
| 38 | 39 | 40 | 41 | 46a | |
| 39 | 40 | 41 | 42 | 46d | |
| 40 | 41 | 42 | 43 | 47a | |
| 42 | 43 | 44 | 45 | 47b | |
| 43 | 44 | 45 | 46 | 47c | |
| 43a | 44 | 45 | 46 | 47d | |
| 44 | 45 | 46 | 47 | 47e | |
| 44a | 45 | 46 | 47 | 48 | |
| 45a | 46 | 47 | 48 | 50 | |
| 46 | 47 | 48 | 49 | 51 | |
| 46a | 47 | 48 | 49 | 52 | |
| 46d | 47 | 48 | 49 | 53 | |
| 47a | 48 | 49 | 50 | 78 | |
| 47b | 48 | 49 | 50 | 77 | |
| 47c | 48 | 49 | 50 | | |
| 47d | 48 | 49 | 50 | | |
| 47e | 48 | 49 | 50 | | |
| 48 | 49 | 50 | 51 | | |
| 50 | 51 | 52 | 53 | | |
| 51 | 52 | 53 | 54 | | |
| 52 | 53 | 54 | 55 | | |
| 53 | 54 | 55 | 56 | | |
| 78 | 79 | 80 | 81 | | |
| 77 | 78 | 79 | 80 | | |
| | | | | | Диноцистовые интервалы |
| | | | | 6 | |
| | | | | 5 | |
| | | | | 4 | |
| | | | | 3 | |
| | | | | 2 | |
| | | | | 1 | |

Рис. 4. Окончание.

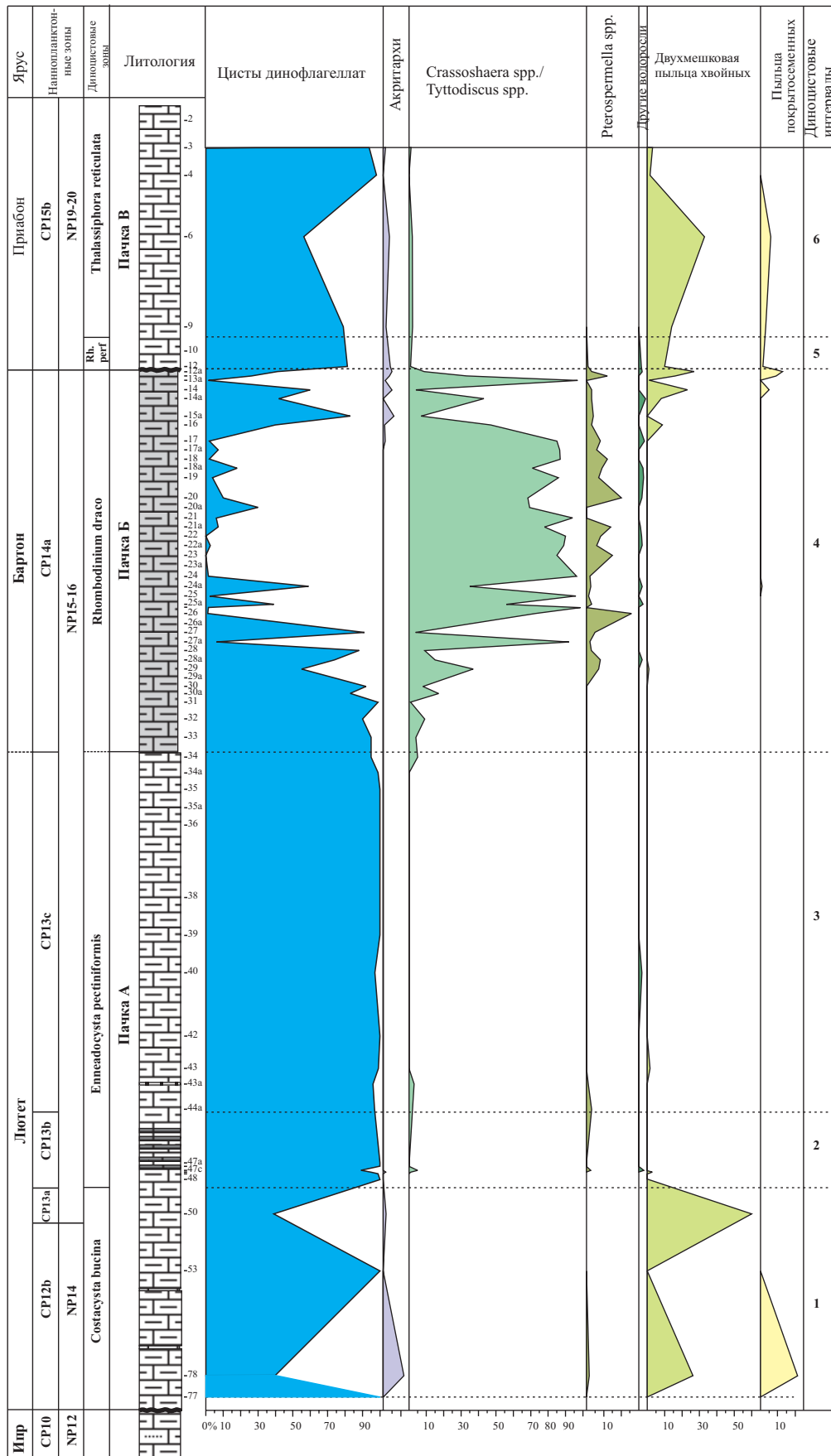


Рис. 5. Количественное распределение основных групп палиноморф в разрезе Актумсук.

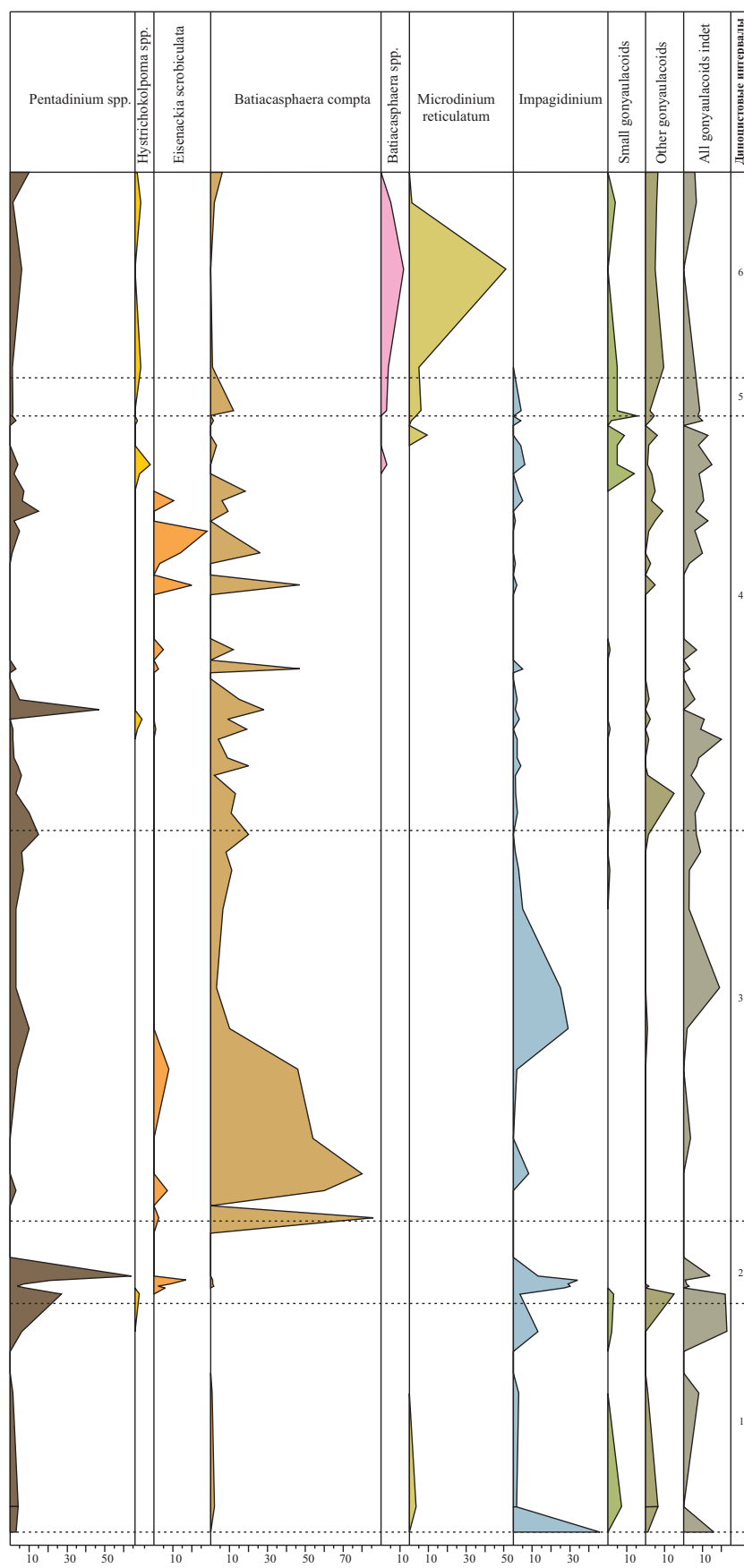


Рис. 6. Окончание

В пачке Б отмечается чередование доминирования диноцист и зеленых водорослей. Наконец, пачка В в целом отличается преобладанием диноцист, но с заметным пиком в содержании пыльцы в ее средней части.

Последовательное распределение стратиграфически важных видов диноцист, а также количественные флуктуации внутри палинологических ассоциаций позволяют выделить в разрезе Актумсук 6 диноцистовых интервалов:

Первый диноцистовый интервал (нижняя часть пачки А, обр. 77–50). Характеризуется присутствием (с основания толщи) видов *Membranophoridium aspinatum*, *Schematophora speciosa*, *Pentadinium goniferum*, *Areosphaeridium diktyoplokum*, а с уровня образца 78 (~1 м выше) — появлением стратиграфически важных видов *Wetzeliella ovalis*, *Costacysta bucina*, *Vallodinium? echinosuturatum*. Исходя из состава комплекса диноцист, этот интервал отвечает **зоне Costacysta bucina** шкалы Восточного Пери-Тетиса (Яковлева, 2017). Согласно данным по наннопланктону, эта часть разреза сопоставляется с интервалом лютетских зон NP14b–низы NP15/16 (Martini, 1971) и подзон CP12b–CP13a (Okada, Bukry, 1980). Вид *Costacysta bucina*, описанный из отложений Дании (верхи Lillebælt Clay Formation и низы Søvind Marl Formation; Heilmann-Clausen, Van Simaey, 2005), также имеет лютетский интервал распространения в бассейне Северного моря и на шельфе Фарерских островов (Waagstein, Heilmann-Clausen, 1995). Виды *Wetzeliella ovalis*, *Castellodinium compactum*, *Vallodinium? echinosuturatum* ранее отмечались в западноевропейских разрезах и на юге бывшего СССР с лютета (NP15) (Андреева-Григоревич и др., 2011). Основываясь на данных по наннопланктону и диноцистам, возраст нижней части пачки А в разрезе Актумсук — ранний лютет.

Палинологический комплекс нижней части пачки А внутри интервала зоны *Costacysta bucina* характеризуется чередованием абсолютного доминирования диноцист и существенных всплесков акритарх (до 10%) и пыльцы наземных растений (до 60%) (обр. 78, 50). Внутри диноцистового комплекса в основании интервала (обр. 77) наблюдается доминирование видов *Impagidinium* (46%), заметно присутствие групп *Areoligera* (15%) и *Spiniferites ramosus* (15%). Выше по разрезу практически полностью исчезают *Impagidinium* и *Areoligera*, наблюдается пик в перидиниоидной группе дефландроидных (45%), выше по разрезу доминируют группы *Hemiplacophora/Schematophora* и *Cleistosphaeridium diversispinosum*, а к концу интервала вновь появляются (до 10%) *Impagidinium*, при этом количество перидиниоидных дефландроидных и ветзелиеллоидных — порядка 30%. Вполне возможно, что столь значительное количество *Impagidinium* совместно

с группой *Areoligera* в основании толщи отражает начало существенного трансгрессивного цикла и углубления этой части бассейна, а временная смена доминантов (всплески перидиниоидных, толерантных к пониженной солености воды) совместно с пиками присутствия акритарх и наземных палиноморф выше по разрезу может свидетельствовать о периодической смене обстановок, например о затоплении прибрежных участков суши в моменты высокого стояния воды, сопровождавшемся привносом пресной воды и питательных веществ. Соотношения групп диноцист к концу интервала свидетельствуют о постепенной нормализации солености воды.

Второй диноцистовый интервал (средняя часть пачки А, обр. 48–45а). Выявлен по появлению стратиграфически важных видов *Enneadocysta partridgei* и *Enneadocysta pectiniformis* и соответствует части диноцистовой **зоны Enneadocysta pectiniformis** шкалы Восточного Пери-Тетиса (Яковлева, 2017). В разрезах Северо-Западной Европы вид *E. pectiniformis* известен с бартона (Köthe, 2012), однако в разрезе Актумсук, согласно данным изучения наннопланктона, эта часть пачки А соответствует интервалу подзоны CP13b (Okada, Bukry, 1980), что позволяет с уверенностью отнести ее к средней части лютета.

Палинологический комплекс характеризуется здесь полным преобладанием диноцист при минимальном участии других групп палиноморф. В этой части пачки А, представленной чередованием мергелей и сапропелевых прослоев, удалось получить количественно представительные комплексы только из половины изученных образцов. В них можно отметить полное исчезновение перидиниоидных групп, а также чередование в доминировании таких групп, как *Pentadinium* (3–64%), *Impagidinium* (3–30%), *Cleistosphaeridium diversispinosum* (0–31%), *Schematophora/Hemiplacophora* (0–21%). Предположительно, данная часть пачки А накапливалась в условиях внешней неритической зоны с нормальной соленостью воды, при этом интервалы преобладания групп *Impagidinium* и *Pentadinium* отвечают условиям наиболее открытых морских обстановок вслед за началом трансгрессивных импульсов.

Третий диноцистовый интервал (верхняя часть пачки А, обр. 44а–34). Соответствует верхней части диноцистовой **зоны Enneadocysta pectiniformis** Пери-Тетиса (Яковлева, 2017). Внутри этого интервала появляются виды *Pentadinium favatum*, *Areoligera undulata*, *Enneadocysta robusta*, *Cordosphaeridium cantharellus*, *Hemiplacophora semilunifera*. Согласно данным изучения наннопланктона, эта часть пачки А

соответствует интервалу верхнелютетской подзоны CP13c (Okada, Bukry, 1980).

Палинологический комплекс данного интервала характеризуется абсолютным доминированием диноцист. Диноцистовый комплекс, в котором полностью отсутствуют перидиниоидные группы, отличается заметной сменой доминантов: в низах интервала существенно доминирует *Batiacasphaera compta* (87–80%) при заметном присутствии *Spiniferites pseudofurcatus*, выше по разрезу возрастает роль *Impagidinium* (29%) и группы переходных форм *Spiniferites–Impagidinium* (39%), а в конце интервала преобладают группы *Enneadocysta*, *Cleistosphaeridium diversispinosum* и *Spiniferites pseudofurcatus*. Подобные особенности палинологических ассоциаций могут указывать на существование открытых морских обстановок (внешняя неритическая зона) в течение позднего лютета в рассматриваемой части бассейна.

Четвертый диноцистовый интервал (пачка Б, обр. 33а–12а). В нижней части интервала (обр. 30б) отмечается появление стратиграфически важного вида *Petalodinium rhomboideum*, а в верхней части (обр. 16а–14) наблюдается серия последовательных появлений видов *Rhombodinium? aidae*, *Heteraulacacysta porosa*, *Trigonoporuxidia fiscellata*, *Thalassiphora gracilis*. На основании присутствия указанных видов эта часть разреза отнесена к **зоне *Rhombodinium draco*** Пери-Тетиса (Яковлева, 2017). Согласно данным по наннопланктону, пачка Б соответствует подзоне CP14а (Okada, Bukry, 1980). Вид *Petalodinium rhomboideum* известен из бартонских отложений Западной Европы (De Coninck, 1995). В бассейне Норвежско-Гренландского моря (Eldrett et al., 2004) *Petalodinium rhomboideum* отмечается с интервала магнитохрона C18n. В разрезе Хей, Северный Кавказ (Яковлева и др., в печати) этот вид выявлен внутри зоны *Rhombodinium draco*, также в интервале наннопланктонной подзоны CP14а. Исходя из данных по наннопланктону, возраст пачки Б в разрезе Актумсук – конец лютета или начало бартона. Следует отметить несколько запоздалое (выше первого появления *Petalodinium rhomboideum*) появление в разрезе Актумсук стратиграфически важных видов *Rhombodinium? aidae* и *Heteraulacacysta porosa*, что, скорее всего, свидетельствует о неполноте этой части разреза и, возможно, незначительном стратиграфическом перерыве.

Палинологический комплекс пачки Б существенно отличается от комплексов подстилающих и перекрывающих отложений заметным чередованием в доминировании диноцист и прازیнофитов (большей частью *Crassosphaera* и *Thyttodiscus*, с участием *Pterospermella*); и отсутствием пыльцы наземных растений и акри-

тарх в большей части пачки. Последние появляются только в верхах пачки (акритархи и пыльца хвойных не более 10%, пыльца покрытосеменных 0–35%). Следует отметить существенное содержание в мацерате аморфной органики или углистых частиц. Нижняя часть пачки Б характеризуется доминированием диноцист (в основном *Spiniferites pseudofurcatus* и *Spiniferites–Impagidinium*); небольшим количеством перидиниоидных (не выше 10%), периодическим увеличением содержания групп *Cleistosphaeridium diversispinosum*, *Enneadocysta*, *Batiacasphaera compta*; первыми процентами *Impagidinium*. В большей части пачки доминируют прازیнофиты *Crassosphaera*. Диноцисты представлены здесь большим количеством экогрупп с постоянной сменой доминантов, в основном отмечаются группы *Cleistosphaeridium diversispinosum*, *Enneadocysta* (до 30%), *Pentadinium* (до 47%), *Samlandia chlamydophora* (до 26%), *Achilleodinium biformoides* (до 15%), *Batiacasphaera compta* (до 46%), *Eisenackia* (до 28%). Согласно Williams (1998), отложения, в которых выявляется расцвет (“algae bloom”) тасманитовых прازیнофитов (к ним относится *Crassosphaera*), могли формироваться в условиях литорали в моменты поступления пресной воды, что вызывало снижение солености. Как альтернативный вариант рассматриваются анаэробные обстановки осадконакопления. Существует и третья точка зрения, высказывавшаяся М.А. Петросьянц (1984), о приуроченности тасманитовых водорослей к обстановкам открытого моря и гораздо меньше к мелководным, прибрежно-морским солоноватоводным условиям. Особенности пачки Б требуют дополнительных литологических и геохимических исследований, но пока чередование диноцист и прازیнофитов в пачке можно предположительно объяснить достаточно существенными периодическими изменениями обстановок, прежде всего флуктуациями солености поверхностных вод.

Пятый диноцистовый интервал (низы пачки В, обр. 12–10). Выявлен по присутствию в ее основании видов *Rhombodinium draco*, *Reticulosphaera actinocoronata*, *Rhombodinium perforatum* и соответствует **зоне *Rh. perforatum*** Пери-Тетиса (Яковлева, 2017). Согласно данным по наннопланктону, пачка В отвечает зоне NP19–20 и подзоне CP15b, что позволяет датировать ее приабномом. Самый молодой таксон в основании пачки – *Rhombodinium perforatum* – широко известен из приабонских отложений Западной Европы: его первое появление определяет основание одноименной зоны в Хэмпширском бассейне (Vujak, Mudge, 1994), Северо-Западной Европе (Köthe, 2012), штате Вирджиния в США (Edwards et al., 2010),

Польше (Gedl, Leszczynski, 2005), на Украине (Андреева-Григорович и др., 2011). Исходя из данных изучения наннопланктона и диноцист, можно сделать вывод о наличии значительного стратиграфического перерыва (порядка 3 млн лет) между пачками Б и В.

В палинологическом комплексе низов пачки В доминируют диноцисты, двухмешковая пыльца хвойных составляет порядка 15%, акритархи немногочисленны, празиофиты практически отсутствуют. Ассоциация диноцист отличается увеличением доли перидиниоидных диноцист группы *Deflandrea* (~20%) и большим количеством групп гониаулакоидных, среди которых наиболее многочисленны (5–10%) *Batiacasphaera*, *Spiniferites*, *Microdinium reticulatum*. Четкое доминирование диноцист и большое разнообразие эко-групп внутри диноцистового комплекса в низах пачки В свидетельствуют о начале крупного трансгрессивного цикла в раннем приабоне.

Шестой диноцистовый интервал (пачка В, обр. 9–2). Характеризуется появлением видов *Talladinium? angulosum*, *Charlesdowniea? rotundata*, *Charlesdowniea? fasciata*, *Glyphrocysta semitecta*, *Hystrihostrogylon coninckii*, *Thalassiphora fenestrata* и *Thalassiphora reticulata*. Присутствие наиболее молодого вида *Th. reticulata* в обр. 9 позволяет отнести эту часть разреза к интервалу **зоны *Thalassiphora reticulata*** Пери-Тетиса (Яковлева, 2017). Одноименная зона известна из Датского бассейна (Heilmann-Clausen, 1988) и, в качестве подзоны D12a, в немецком секторе Северного моря (Köthe, 2012).

Палинологический комплекс большей части пачки В характеризуется безусловным преобладанием диноцист, только на уровне обр. 6 отмечаются всплеск в содержании пыльцы хвойных (32%) и едва заметное увеличение доли акритарх и пыльцы покрытосеменных. Диноцистовый комплекс в количественном отношении значительно отличается от среднеэоценовых комплексов более заметным участием перидиниоидных (дефландроидными, прежде всего *Deflandrea phosphoritica*, до 45%), высоким разнообразием гониаулакоидных диноцист без существенных доминантов, за исключением пика (51%) вида *Microdinium reticulatum* в обр. 6, что совпадает с относительным увеличением количества *Batiacasphaera* и пиком в содержании пыльцы наземных растений. Образец 3 характеризуется пиком (50%) *Spiniferites pseudofurcatus*. Разнообразие ассоциаций диноцист и их общее доминирование в комплексе указывают на существование открытых морских обстановок; увеличение содержания пыльцы в средней части интервала может свидетельствовать о притоке пресных вод с затопляемой суши в период высокого стояния уровня моря. Доминирование

вида *Microdinium reticulatum* известно в белоглинской свите приабонского возраста Кавказа (Запорожец, Андреева-Григорович, 1998). Данные из разреза Актумсук позволяют предположить толерантность этого вида к пониженной солености поверхностных вод.

ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ И ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате детального палинологического изучения средне-верхнеэоценовых отложений в разрезе Актумсук выявлены интервалы диноцистовых зон шкалы Восточного Пери-Тетиса (Яковлева, 2017): *Costacysta bucina*, *Enneadocysta pectiniformis*, *Rhombodinium daco*, *Rhombodinium perforatum* и *Thalassiphora reticulata*. Прямое сопоставление с зонами известкового наннопланктона позволило уточнить уровни появлений ключевых видов диноцист.

Так, вид *Costacysta bucina*, описанный в Датском бассейне (Heilmann-Clausen, Van Simaey, 2005), появился в палеобассейне Северного моря в самом начале лютета. Данные изучения диноцист в разрезе Актумсук показывают, что *Costacysta bucina* в восточной части Пери-Тетиса появляется внутри интервала раннелютетских зон по наннопланктону NP14b (Martini, 1971) и CP12b (Okada, Bukry, 1980), что подтверждает изохронность его первого появления в двух различных палеобассейнах Западной Евразии и свидетельствует о важности этого диноцистового события для проведения межрегиональных корреляций. На этом же стратиграфическом уровне (низы лютета) фиксируются LOs (lowermost occurrences) стратиграфически важных видов *Wetzeliella ovalis* и *Vallodinium? echinosuturatum*. Исходя из того, что нижняя пачка А из изученной нами части разреза перекрывает отложения среднеипрского возраста (NP12 или CP10 по наннопланктону), а в низах пачки А не выявлен интервал самой ранней лютетской диноцистовой зоны Пери-Тетиса *Enneadocysta arcuata*, можно утверждать о наличии стратиграфического перерыва (минимум 3 млн лет), соответствующего интервалу зон по наннопланктону NP13–NP14a–самым низам NP14b (Martini, 1971) и CP11–CP12a–самые низы CP12b (Okada, Bukry, 1980). Особенности комплекса диноцист в низах пачки А: доминирование групп *Impagidinium* и *Aeoligera*, а также абсолютное доминирование диноцист над всеми остальными группами палиноморф – указывают на начало существенного трансгрессивного этапа в начале лютета в исследуемой части морского бассейна.

Особого внимания заслуживает 3-метровая толща переслаивающихся светлых мергелей и темных сапропелевых глин внутри пачки А (обр. 48–45).

Таблица I

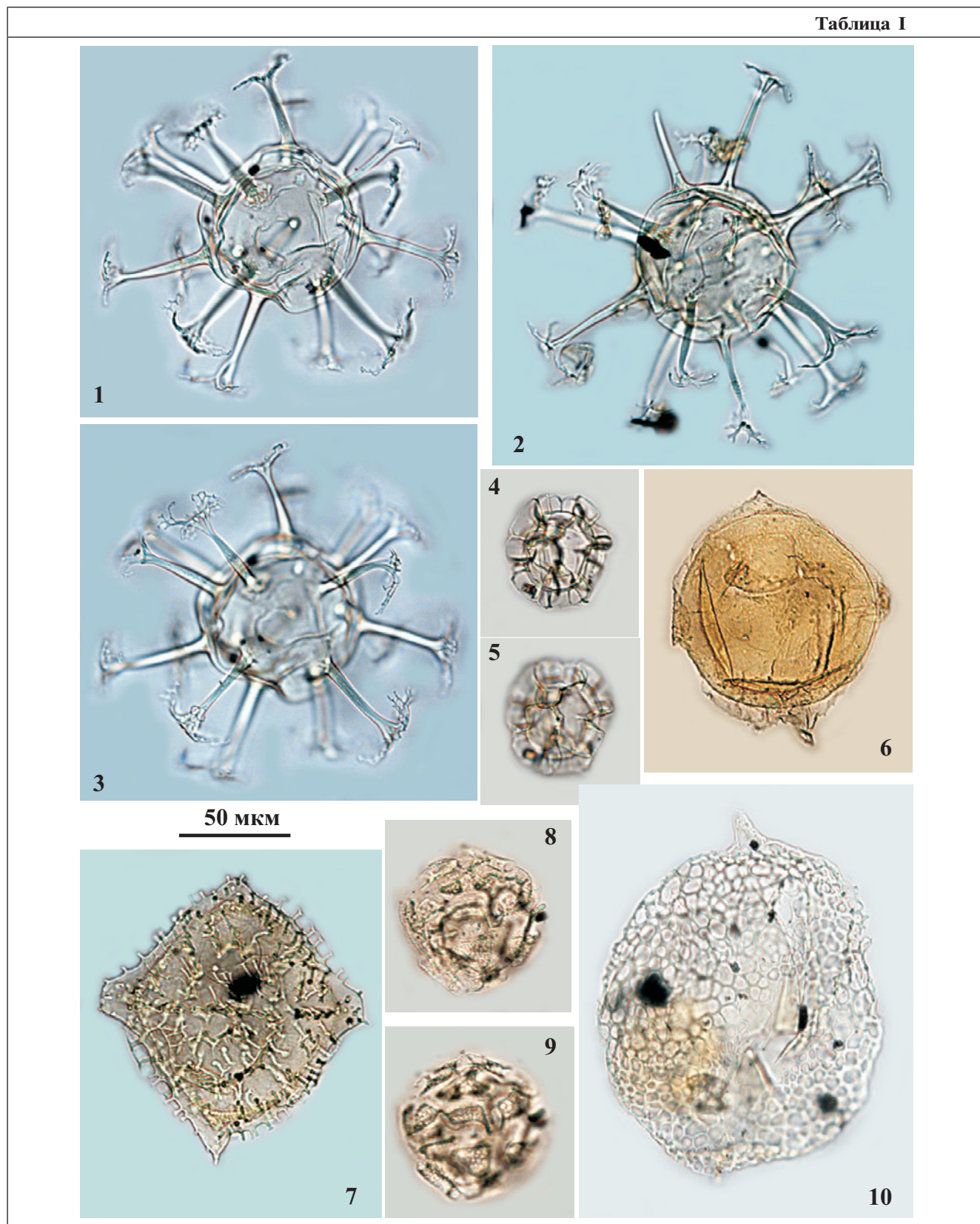


Таблица I. Диноцисты из эоценовых отложений разреза Актумсук.

1, 3 – *Areosphaeridium diktyoplokum*, обр. А-9; 2 – *Areosphaeridium michoudii*, обр. А-9; 4, 5 – *Impagidinium* sp. A in Gedl, 2005, обр. А-12; 6 – *Rhombodinium?* *aidae*, обр. А-14; 7 – *Talladinium?* *clathratum*, обр. А-12; 8, 9 – *Schematophora obscura*, обр. А-53; 10 – *Thalassiphora reticulata*, обр. А-9.

Таблица II

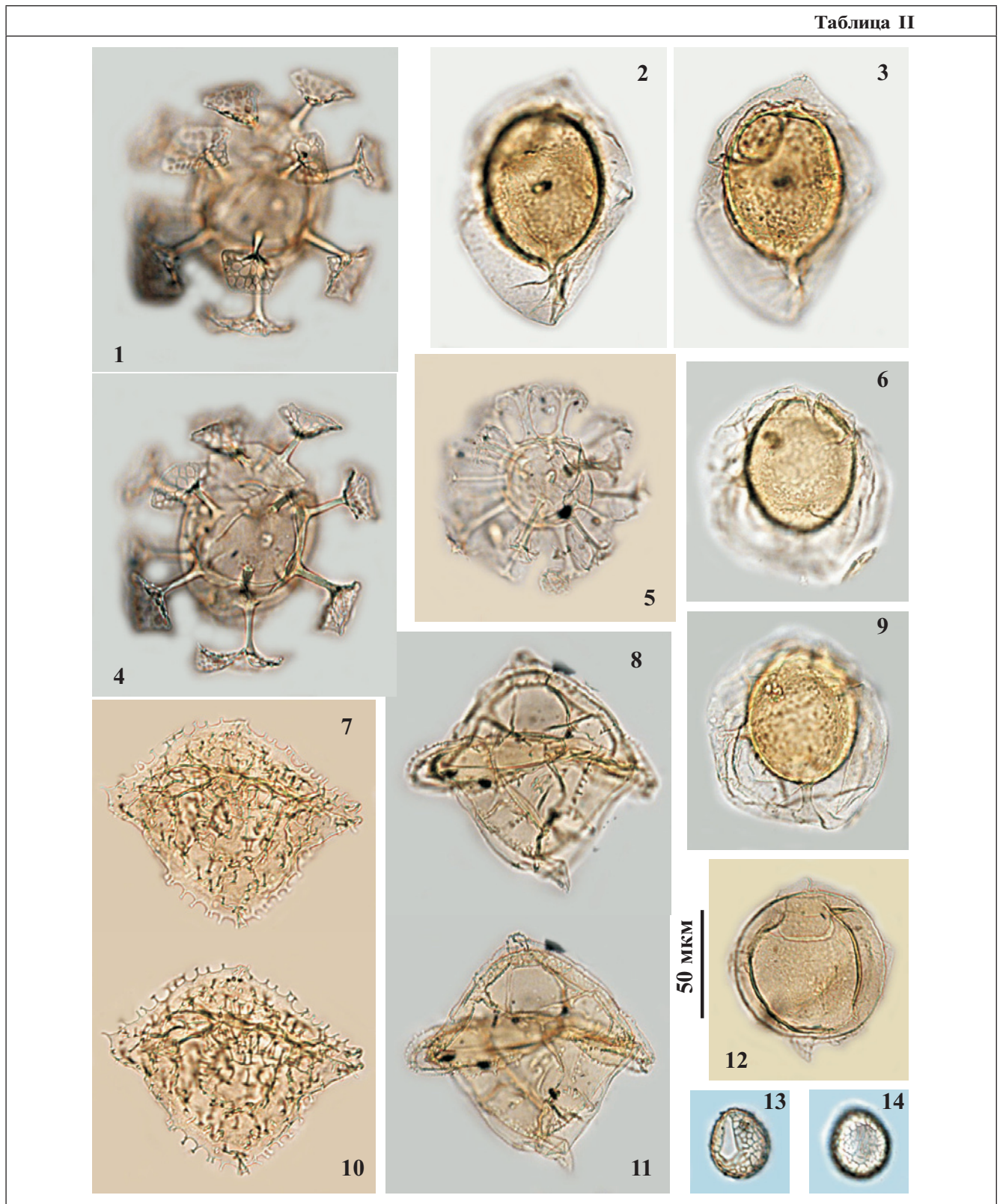


Таблица II. Диноцисты из эоценовых отложений разреза Актумсук.

1, 4 – *Areosphaeridium diktyoplokum*, обр. А-9; 2, 3 – *Costacysta bucina*, обр. А-14; 5 – *Cordosphaeridium cantharellus*, обр. А-12; 6, 9 – *Costacysta bucina*, обр. А-14; 7, 10 – *Charlesdowniea?* sp. (археопиль не идентифицируется), обр. А-9; 8, 11 – *Stichodinium? lineidentatum*, обр. А-9; 12 – *Rhombodinium? aidae*, обр. А-14; 13, 14 – *Cerebrocysta bartonensis*, обр. А-9.

Таблица III

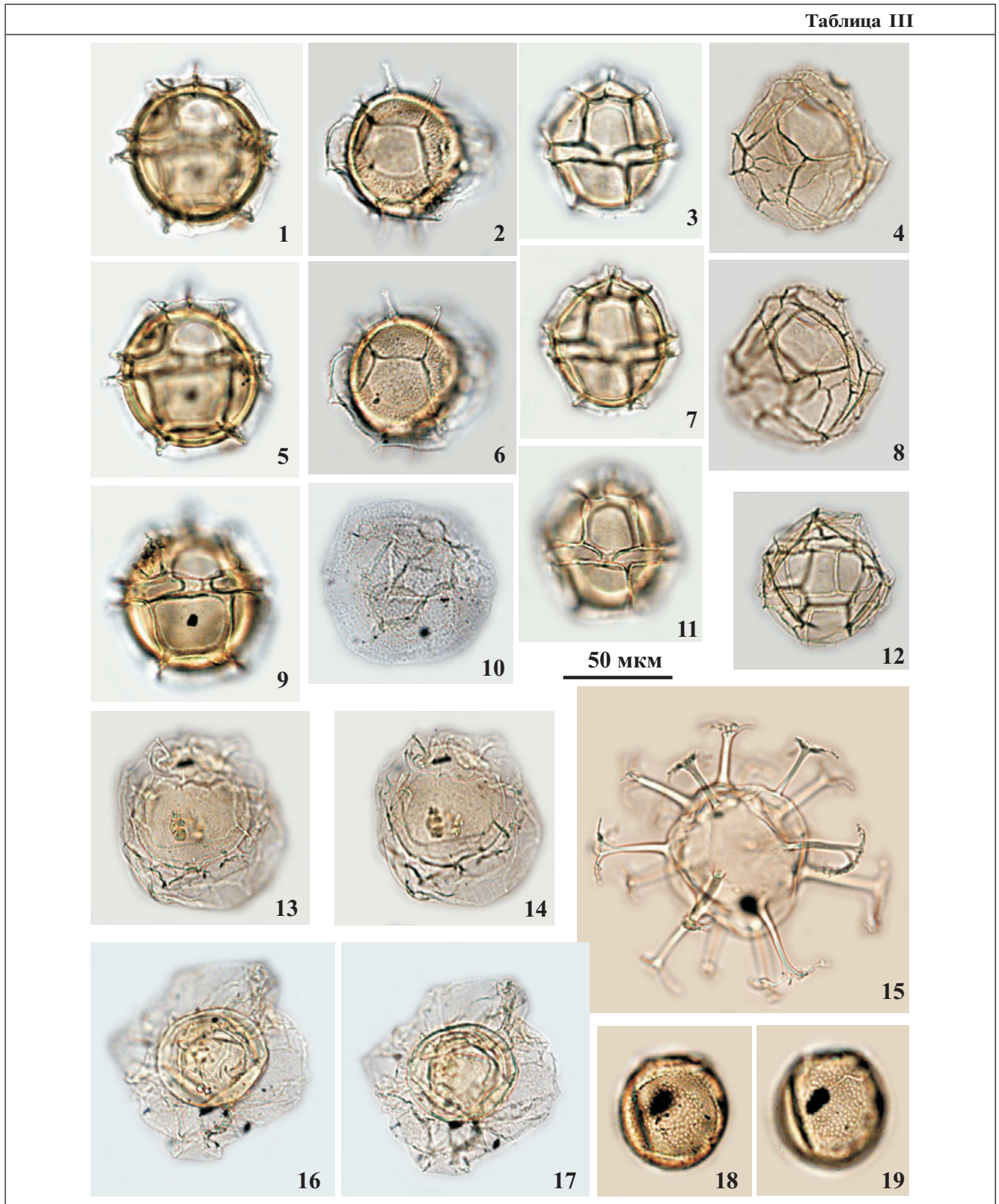


Таблица III. Диноцисты из эоценовых отложений разреза Актумсук.

1, 5, 9 – *Impagidinium victorianum*, обр. А-77; 2, 6 – *Pentadinium goniferum*, обр. А-48; 3, 7, 11 – *Impagidinium victorianum*, обр. А-77; 4, 8 – *Impagidinium* sp.1, обр. А-47а; 10 – *Heteraulacacysta porosa*, обр. А-9; 12 – *Impagidinium* sp.1, обр. А-47б; 13, 14 – *Membranophoridium aspinatum*, обр. А-14; 15 – *Areosphaeridium* aff. *Enneadocysta*, обр. А-9; 16, 17 – *Thalassiphora gracilis*, обр. А-9; 18, 19 – *Batiacasphaera compta*, обр. А-33.

Таблица IV

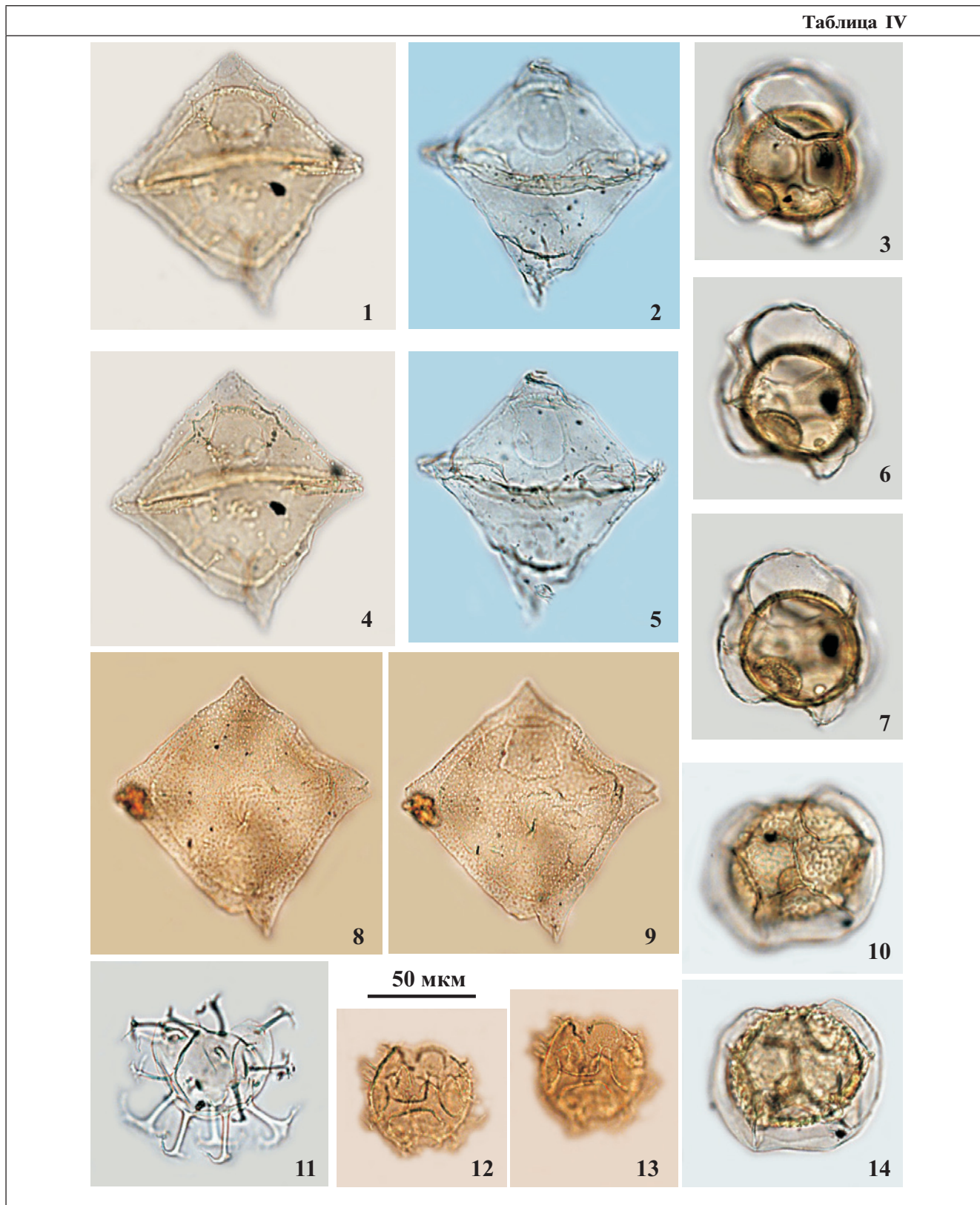


Таблица IV. Диноцисты из эоценовых отложений разреза Актумсук.

1, 4 – *Stichodinium? lineidentatum*, обр. А-9; 2, 5 – *Rhombodinium draco*, обр. А-9; 3, 6, 7 – *Pentadinium laticinctum*, обр. А-4; 8, 9 – *Rhombodinium perforatum*, обр. А-9; 10, 14 – *Pentadinium lophophorum*, обр. А-9; 11 – *Enneadocysta pectiniformis*, обр. А-12; 12, 13 – *Hemiplacophora semilunifera*, обр. А-476.

Таблица V

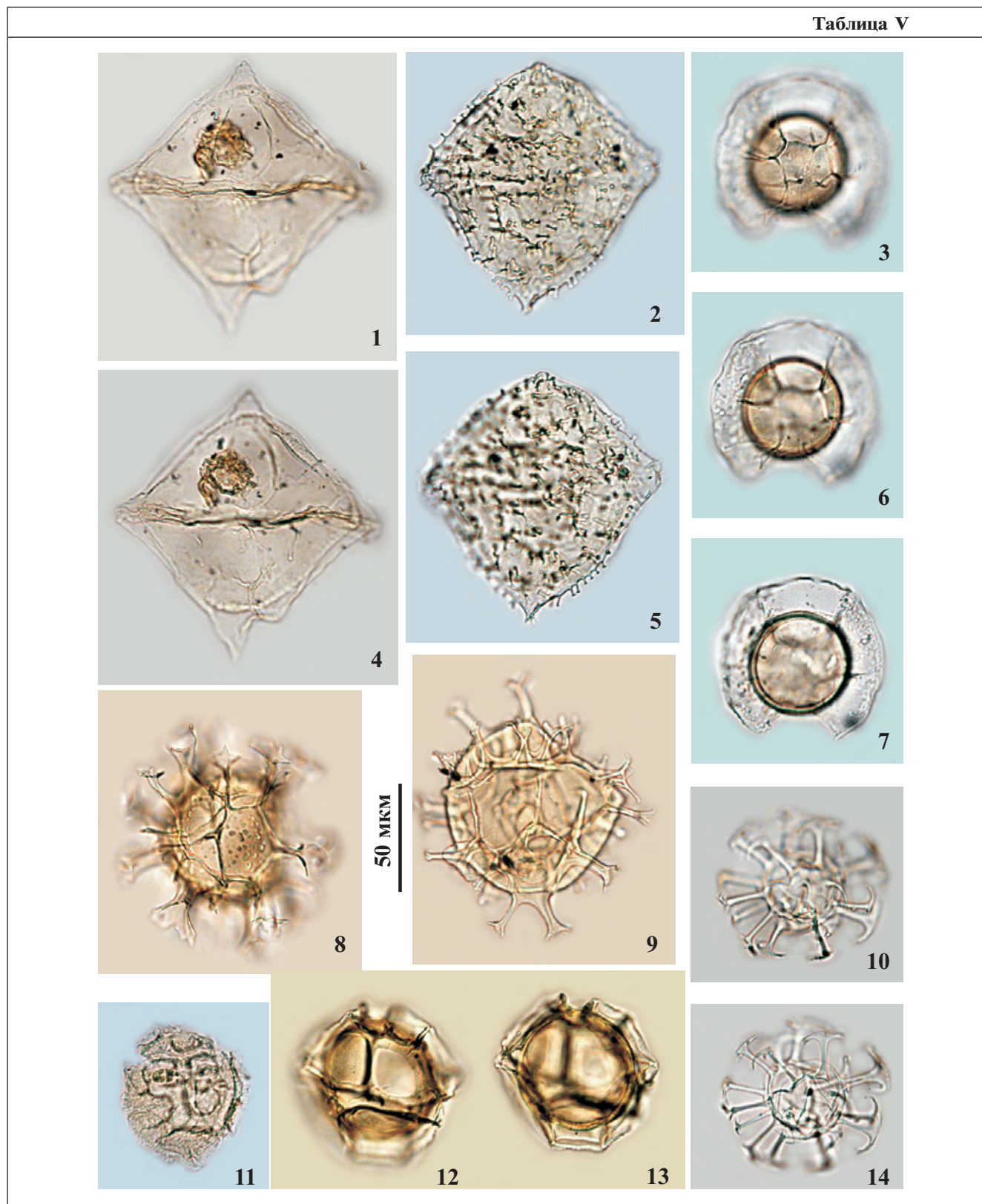


Таблица V. Диноцисты из эоценовых отложений разреза Актумсук.

1, 4 – *Rhombodinium draco*, обр. А-9; 2, 5 – *Talladinium? clathratum*, обр. А-9; 3, 6, 7 – *Pentadinium goniferum*, обр. А-31; 8 – *Spiniferites pseudofurcatus*, обр. А-4; 9 – *Spiniferites ramosus*, обр. А-4; 10, 14 – *Enneadocysta pectiniformis*, обр. А-27; 11 – *Hemiplacophora semilunifera*, обр. А-476; 12, 13 – *Impagidinium victorianum*, обр. А-38.

Таблица VI

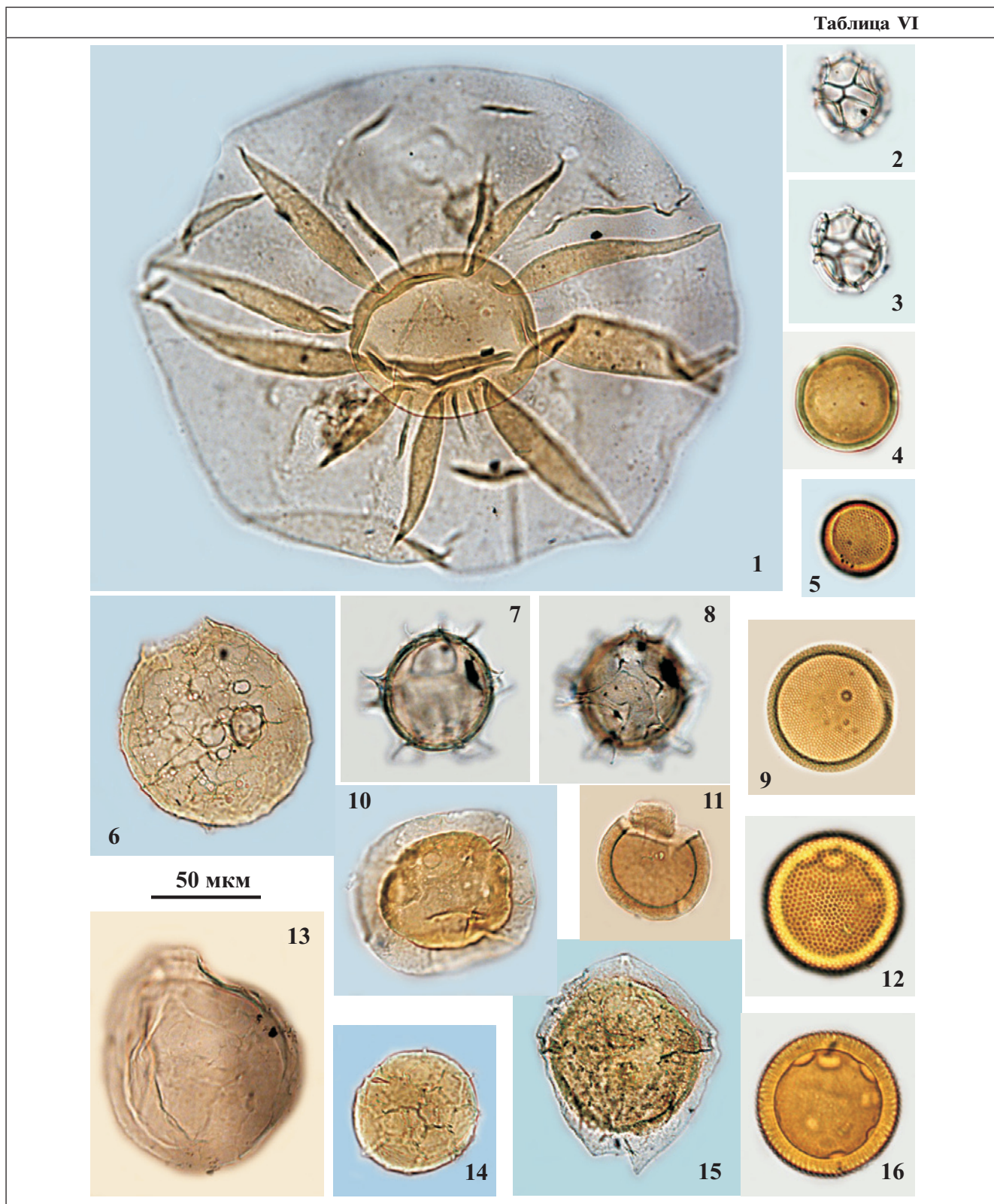


Таблица VI. Диноцисты и палиноморфы из эоценовых отложений разреза Актумсук.

1 – *Pterospermella* sp., обр. А-476; 2, 3 – *Impagidinium paradoxum*, обр. А-12; *Tyttodiscus* sp., обр. А-476; 4 – *Tyttodiscus* sp., обр. А-476; 5 – *Tyttodiscus* sp., обр. А-476; 6 – Prasinophyte, обр. А-476; 7, 8 – *Spiniferites bentorii*, обр. А-42; 9 – *Tyttodiscus* sp., обр. А-14; 10 – *Pterospermella* sp., обр. А-476; 11 – *Tectatodinium pellitum*, обр. А-9; 12, 16 – *Tyttodiscus* sp., обр. А-14; 13 – Gen. Spec. Indet 1 in Heilmann-Clausen et Costa 1989, обр. А-44a; 14 – green algae, обр. А-14; 15 – *Petalodinium rhomboideum*, обр. А-12.

Во-первых, этому интервалу соответствуют LOs видов *Enneadocysta pectiniformis* и *Enneadocysta partridgei*, первый из которых определяет основание зоны *E. pectiniformis* Пери-Тетиса (интервал наннопланктонной зоны CP13b). Согласно (Vujak et al., 1980), вид *E. pectiniformis* встречается в Хэмпширском бассейне на юге Англии внутри магнитохрона C21n, возможно, близко к границе зон NP14–NP15, что вполне согласуется с нашими данными по Восточному Пери-Тетису. Тот факт, что в Датском бассейне и Норвежско-Гренландском море виды *Enneadocysta arcuata* и *E. pectiniformis* отмечаются лишь с границы зон NP15–NP16 (сейчас середина объединенной зоны NP15–16), можно объяснить отличием обстановок осадконакопления, а именно гораздо более глубоководными условиями (Heilmann-Clausen, Van Simaеys, 2005), которые были не очень благоприятны для массового присутствия группы *Enneadocysta* в начале лютета. Во-вторых, палинологический комплекс рассматриваемой части пачки А, особенно из сапропелевых прослоев, характеризуется абсолютным доминированием диноцист (содержание диноцист настолько обильное, что именно они могли придать красноватую окраску вмещающим породам) и отсутствием перидиниоидных таксонов, толерантных к пониженной солёности, что предполагает накопление отложений в середине лютета в условиях относительного углубления бассейна, во внешней неритической зоне с нормальной морской солёностью.

Верхняя часть пачки А позднелютетского возраста (интервал зоны CP13c; вторая половина зоны *E. pectiniformis*), с продолжающимся абсолютным доминированием диноцист, отсутствием среди них перидиниоидных групп, скорее всего, накапливалась по-прежнему в открытых морских обстановках внешней неритической зоны.

Основываясь на данных изучения наннопланктона и диноцист, общий возраст пачки А в разрезе Актумсук можно определить как ранний–поздний лютет. Присутствие в комплексе диноцист видов *Wetzeliella ovalis* и *Vallodinium? echinosuturatum* позволяет сопоставлять пачку А в разрезе Актумсук с верхнетасаранской подсвитой из стратотипа тасаранской свиты – горы Тас-Аран в Северном Приаралье (Яковлева, 2017). По составу комплексов диноцист и наннопланктона пачка А является также аналогом верхов черкесской и керестинской свит Северного Кавказа.

Пачка Б, представленная в основном темно-серыми мергелями, соответствует интервалу наннопланктонной зоны CP14a и диноцистовой зоны *Rhombodinium draco*, что указывает на ее бартонский возраст. По составу палинологических ассоциаций пачка Б резко отличается от ниже- и вышележащих пород: здесь отмечает-

ся явное чередование абсолютного доминирования диноцист и прازیнофитов (большей частью *Crassosphaera* и *Tyrtodiscus*, с добавлением *Pterospermella*), при этом наибольшее количество тасманитовых водорослей наблюдается в средней части пачки. По присутствию стратиграфически важных видов диноцист и наннопланктона пачка Б является более глубоководным аналогом мелководной саксаульской свиты Приаралья, а также широко распространенной на юге России кумской свиты. Палинологический комплекс пачки Б в разрезе Актумсук сходен с комплексом из интервала А (темно-коричневые мергели кумского типа, насыщенные органикой) скв. 3006 в Северо-Западном Приаралье (Запорожец, 1991), где ассоциации палиноморф также характеризуются большим участием прازیнофитов *Crassosphaera*, *Tyrtodiscus* и *Pterospermella*. Что касается мелководной саксаульской свиты Приаралья, то в ее палинологических ассоциациях количество прازیнофитов существенно ниже, зато выявлено абсолютное доминирование акритарх *Paucilibimorpha* и пыльцы покрытосеменных, а также отмечается присутствие спор водного папоротника *Hydropteris indutus* (азолловые) (Яковлева, 1998). Наиболее полный анализ комплексов кумской свиты на юге России сделан Н.И. Запорожец (2001). Она изучила палиноморфы из разрезов на Северном Кавказе, Ростовском выступе, юге Русской платформы, в Воронежской антеклизе и на Туранской плите. Сравнивая особенности палинологических комплексов кумской свиты в этих областях с комплексом пачки Б в разрезе Актумсук, можно отметить общую для всех массовую встречаемость прازیнофитов; при этом в кумской свите отмечаются прازیнофиты неясного систематического положения (“forma А”), тогда как пачка Б в разрезе Актумсук характеризуется обилием тасманитовых водорослей. Проследить общность в распределении диноцистовых эко-групп в отложениях бартонского возраста достаточно сложно, поскольку они существенно различаются на юге России и в разрезе Актумсук в Узбекистане. В качестве их общей черты можно отметить лишь периодическое заметное присутствие групп *Enneadocysta*, *Cleistosphaeridium diversispinosum*, *Achilleodinium biformoides*, *Samlandia chlamydophora*. В отличие от комплексов кумской свиты, ассоциации пачки Б характеризуются крайне низким (вплоть до отсутствия) содержанием перидиниоидных (предположительно гетеротрофных) диноцист, но чередованием пиков групп *Spiniferites pseudofurcatus* (до 60%), *Pentadinium* (до 55%), переходных форм *Spiniferites–Impagidium* (до 35%), *Enneadocysta* (до 40%) и *Batiacasphaera compta* (до 50%).

Пачка В, отвечающая зонам по наннопланктону NP19/20 и CP15b, а также зонам по диноцистам *Rhombodinium perforatum* и *Thalassiphora reticulata*, имеет приабонский возраст. На основе полученных микропалеонтологических данных можно сделать вывод о наличии в разрезе Актумсук второго существенного стратиграфического перерыва между пачками Б и В, соответствующего части бартона—самым низам приабона (интервал наннопланктонных зон NP17—NP18—низы NP19/20 или подзон CP14b—CP15a, ~1.5 млн лет). Отметим, что пачка В является возрастным аналогом чеганской свиты Северного Приаралья (Яковлева, 1998), а также интервала В в разрезе скв. 3006 в Северо-Западном Приаралье (Запорожец, 1991). В отличие от чеганской свиты Северного Приаралья, где комплекс палиноморф характеризуется массовым присутствием акритарх *Raucilibimorpha*, пачка В в разрезе Актумсук включает палинокомплекс с абсолютным доминированием диноцист, единичным присутствием других водорослей и высоким содержанием двухмешковой пыльцы хвойных (до 30%). Как и в Северном Приаралье, в комплексе диноцист здесь доминирует перидиниоидная группа *Deflandrea* (в первую очередь вид *Deflandrea phosphoritica*, до 40%), однако в целом ассоциации диноцист гораздо разнообразней; лишь на уровне обр. 6 наблюдается пик в содержании вида *Microdinium reticulatum*, а в на уровне обр. 3 — пик *Spiniferites pseudofurcatus*. Указанные характеристики пачки В свидетельствуют о более открыто-морских и глубоководных условиях осадконакопления по сравнению с достаточно мелководной чеганской свитой Приаралья.

Благодарности. Авторы выражают благодарность рецензентам за внимательное прочтение рукописи и ценные замечания.

Источники финансирования. Работа выполнена в рамках темы гос. заданий ГИН РАН № 0135-2016-0001 и 0135-2018-0036.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Абузярова Р.Я.* Палинологические данные к эоценовой флоре Казахстана // К Первой Международной палинологической конференции, Таксон, США. Доклады советских палинологов. Москва: Изд-во АН СССР, 1962. С. 120—125.
- Андреева-Григорович А.С.* Зональная стратиграфия палеогена юга СССР по фитопланктону (диноцисты и наннопланктон). Автореф. дисс. ... докт. геол.-мин. наук. Киев, 1991. 47 с.
- Андреева-Григорович А.С., Запорожец Н.И., Шевченко Т.В., Александрова Г.Н., Васильева О.В., Яковлева А.И., Стотланд А.Б., Савицкая Н.А.* Атлас диноцист палеогена Украины, России и сопредельных стран. Киев: Наукова Книга, 2011. 221 с.
- Аристова К.Е.* Пыльца и микропланктон пограничных отложений эоцена и олигоцена Северного Приаралья, Устюрта, Крыма и их стратиграфическое значение // Бюлл. МОИП. Отд. геол. 1971а. Т. 46. Вып. 2. С. 96—105.
- Аристова К.Е.* Краткая палинологическая характеристика нижнепалеогеновых отложений Северо-Западного Прикаспия // Геология и нефтегазоносность юго-востока Русской платформы и ее обрамления. Труды ВНИГРИ. 1971б. Вып. 84. С. 106—110.
- Аристова К.Е.* Аналоги белоглинского и кызылджарского горизонтов палеогена в Северном Приаралье и Северном Устюрте (по пыльце, спорам и микропланктону) // Палинология и стратиграфия палеозоя, мезозоя и палеогена европейской части СССР и Средней Азии. Труды ВНИГРИ. 1971в. Вып. 106. С. 82—88.
- Аристова К.Е.* Палинологическая характеристика верхнеэоценовых и олигоценовых отложений некоторых районов Туранской плиты // Фораминиферы, конихоиды, споры и пыльца ископаемых растений европейской и среднеазиатской частей СССР. Труды ВНИГРИ. 1972. Вып. 83. С. 179—189.
- Аристова К.Е.* Пыльца и микропланктон из пограничных отложений эоцена и олигоцена южной части СССР // Палинология кайнофита. Москва: Наука, 1973. С. 117—121.
- Ахметьев М.А., Запорожец Н.И.* Пыльца, споры, растительные макрофоссилии и фитопланктон верхнего эоцена и олигоцена в стратотипах чеганской и ащайрыкской свит (северный Устюрт, Казахстан) // Бюлл. МОИП. Отд. геол. 1992. Т. 67. Вып. 3. С. 96—105.
- Васильева О.Н.* Диноцисты верхнего палеогена в соколовской толще Тургайского прогиба // Палинологические критерии в биостратиграфии Западной Сибири. Тюмень: Западно-Сибирский НИИ геологии, 1994. С. 109—113.
- Васильева О.Н.* Эоценовые последовательности диноцист в Южном Тургае // Ежегодник-2013. Труды ИГГ УрО РАН. 2014а. Вып. 161. С. 15—26.
- Васильева О.Н.* Зональная последовательность диноцист эоцена южной части Тургайского прогиба (Челкарская впадина, Казахстан) // Литосфера. 2014б. № 6. С. 132—140.
- Гаврилов Ю.О., Музылев Н.Г.* К геохимии сапропелитовых прослоев в палеогеновых отложениях Центрального Кавказа // Литология и полезн. ископаемые. 1991. № 6. С. 84—98.
- Гаврилов Ю.О., Кодина Л.А., Лубченко И.Ю., Музылев Н.Г.* Позднепалеогеновое аноксическое событие в эпиконтинентальных морях Пери-Тетиса и образование сапропелитового горизонта: седиментология и геохимия // Литология и полезн. ископаемые. 1997. № 5. С. 492—517.
- Гарецкий Р.Г., Самодуров В.И., Яншин А.Л.* К стратиграфии верхнемеловых отложений к Ассарминской антиклинали на западном берегу Аральского моря // Докл. АН СССР. 1959. Т. 124. № 5. С. 1109—1112.

Геология СССР. Том XXI. Западный Казахстан. Часть I. Геологическое описание. Книга 1. Москва: Недра, 1970. 979 с.

Запорожец Н.И. Палинокомплексы и фитопланктон верхнеэоценовых и олигоценовых отложений по опорной скважине № 3006 (Северо-Западное Приаралье) // Изв. АН КазССР. Сер. геол. 1991. № 1. С. 37–48.

Запорожец Н.И. Палинологические комплексы кумского горизонта среднего эоцена Кавказа и его возрастных аналогов в сопредельных регионах // Стратиграфия. Геол. корреляция. 2001. Т. 9. № 6. С. 83–103.

Запорожец Н.И., Андреева-Григорович А.С. Органический фитопланктон в отложениях верхнего эоцена–нижнего олигоцена на территории бывшего СССР // Геологические и биотические события позднего эоцена–раннего олигоцена на территории бывшего СССР. Ч. 2. Геологические и биотические события. Ред. Крашенинников В.А., Ахметьев М.А. М.: ГЕОС, 1998. С. 23–33 (Труды ГИН РАН. Вып. 507).

Крашенинников В.А., Ахметьев М.А. (Ред.). Геологические и биотические события позднего эоцена–раннего олигоцена на территории бывшего СССР. Ч. 2. Геологические и биотические события. Москва: ГЕОС, 1998. 250 с. (Труды ГИН РАН. Вып. 507).

Орешкина Т.В., Яковлева А.И., Щербинина Е.А. Комплексный микропалеонтологический анализ эоценовых отложений восточного Прикаспия (скв. 57, Шубарсайская мульда, Казахстан) // Бюлл. МОИП. Отд. геол. 2015. Т. 90. Вып. 1. С. 42–80.

Петросьянц М.А. Исследование микрофоссилий для выявления обстановок древнего осадконакопления // Изв. АН СССР. Сер. геол. 1984. № 11. С. 73–79.

Попов С.В., Ахметьев М.А., Лопатин А.В., Бугрова Э.М., Сычевская Е.К., Щерба И.Г., Андреева-Григорович А.С., Запорожец Н.И., Николаева И.А., Копп М.Л. Палеогеография и биогеография бассейнов Паратетиса. Часть 1. Поздний эоцен–ранний миоцен. М.: Научный мир, 2009. 200 с.

Стратиграфия СССР. Палеогеновая система. Ред. Гроссгейм В.А., Коробков И.А. Москва: Недра, 1975. 524 с.

Табачникова И.П. Зональное расчленение эоценовых отложений Приаралья по известковому нанопланктону // Планктон и органический мир пелагиали в истории Земли. Ленинград: Наука, 1979. С. 23–29.

Шарафутдинова Н.Г. Роль ископаемого микрофитопланктона в стратиграфическом расчленении палеогеновых отложений юго-восточной части Тургайского прогиба // Палинологические исследования в Казахстане. Алма-Ата: КАЗИМС, 1981. С. 44–49.

Яковлева А.И. Эоценовые микрофоссилии из разреза Сары-Оба (северное Приаралье) // Бюлл. МОИП. Отд. геол. 1998. Т. 73. Вып. 3. С. 51–55.

Яковлева А.И. Детализация эоценовой диноцистовой шкалы для восточного Перитетиса // Бюлл. МОИП. Отд. геол. 2017. Т. 92. Вып. 2. С. 32–48.

Яковлева А.И., Вага Д.Д., Андреева-Григорович А.С., Радионова Э.П. Новые палинологические данные по среднеэоценовым отложениям опорного разреза Хеу, Кабардино-Балкария, Северный Кавказ // Стратиграфия. Геол. корреляция (в печати).

Янишин А.Л. Геология Северного Приаралья. Стратиграфия и история геологического развития. М.: МОИП, 1953. 734 с.

Beniamovski V.N., Alekseev A.S., Ovechkina M.N., Oberhänsli H. Middle to upper Eocene dysoxic-anoxic Kuma Formation (northeast Peri-Tethys): biostratigraphy and paleoenvironments // Causes and Consequences of Globally Warm Climates in the Early Paleogene. Eds. Wing S.L., Gingerich F.D., Schmitz B., Thomas E. Geol. Soc. Am. Spec. Pap. 2003. V. 369. P. 95–112.

Bolle M.-P., Pardo A., Hinrichs K.-U., Adatte T., Von Salis K., Burns S., Keller G., Muzylev N. The Paleocene–Eocene transition in the marginal northeastern Tethys (Kazakhstan and Uzbekistan) // Int. J. Earth Sci. 2000. V. 89. P. 390–414.

Brinkhuis H. Late Eocene to early Oligocene dinoflagellate cysts from the Priabonian type-area (Northeast Italy): biostratigraphy and paleoenvironmental interpretation // Palaeogeogr. Palaeoclimatol. Palaeoecol. 1994. V. 107. P. 121–163.

Bujak J.P., Mudge D. A high-resolution North Sea Eocene dinocyst zonation // J. Geol. Soc. London. 1994. V. 151. P. 449–462.

Bujak J.P., Downie D., Eaton G.L., Williams G.L. Dinoflagellate cysts and acritarchs from the Eocene of southern England // Spec. Pap. Palaeontol. 1980. V. 24. P. 1–100.

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., Brinkhuis H., Visscher H., Adatte T., Bolle M.-P. Late Paleocene–Early Eocene Dinoflagellate cyst records from the Tethys: further observations on the global distribution of *Apectodinium* // Causes and Consequences of Globally Warm Climates in the Early Paleogene. Eds. Wing S.L., Gingerich F.D., Schmitz B., Thomas E. Geol. Soc. Am. Spec. Pap. 2003. V. 369. P. 113–131.

De Coninck J. Microfossiles à paroi organique du Bartonien, Priabonien et Rupélien inférieur dans le sondage de Kallo; espèces significatives dans les sondages de Woensdrecht, Kallo et Mol // Meded. Rijks. Geol. Dienst. 1995. № 53. P. 65–105.

Edwards L.E., Powars D.S., Horton Jr. J.W., Gohn G.S., Self-Trail J.M., Litwin R.J. Inside the crater, outside the crater: stratigraphic details of the margin of the Chesapeake Bay impact structure, Virginia, USA // Large meteorite impacts and planetary evolution IV. Eds. Reimold W.U., Gibson R.L. Geol. Soc. Am. Spec. Pap. 2010. V. 465. P. 319–393. doi: 10.1130/2010.2465(19).

Eldrett J.S., Harding I.C., Firth J.V., Roberts A.P. Magnetostratigraphic calibration of Eocene–Oligocene dinoflagellate cyst biostratigraphy from the Norwegian, Greenland Sea // Marine Geol. 2004. V. 204. P. 91–127.

Gavrilov Yu.O., Shcherbinina E.A., Oberhänsli H. Paleocene–Eocene boundary events in the northeastern Peri-Tethys // Causes and Consequences of Global Warm Climates in the Early Paleogene. Geol. Soc. Am. Spec. Pap. 2003. V. 369. P. 147–168.

Gedl P., Leszczynski S. Palynology of the Eocene–Oligocene transition in marginal zone of the Magura Nappe at

- Folusz (Polish Carpathians) // *Geol. Carpath.* 2005. V. 56. P. 155–167.
- Heilmann-Clausen C.* The Danish Subbasin, Paleogene dinoflagellates // *The Northwest European Tertiary Basin. Results of the International Geological Correlation Program Project No. 124. Geol. Jb., Hannover.* 1988. A100. P. 339–343.
- Heilmann-Clausen C., Van Simaey S.* Dinoflagellate cysts from the Middle Eocene to ?lowermost Oligocene succession in the Kysing Research borehole, central Danish Basin // *Palynology.* 2005. V. 29. P. 143–204.
- King Ch., Iakovleva A.I., Steurbaut E., Heilmann-Clausen C., Ward D.* The Aktulagay section, west Kazakhstan: a key site for northern mid-latitude early Eocene stratigraphy // *Stratigraphy.* 2013. V. 10. № 3. P. 171–209.
- Köthe A.* A revised Cenozoic dinoflagellate cyst and calcareous nannoplankton zonation for the German sector of the southeastern North Sea Basin // *Newslett. Stratigr.* 2012. V. 45. № 3. P. 189–220.
- Martini E.* Standard Tertiary and Quaternary calcareous nannoplankton zonation // *Proc. II Planktonic Conf., Roma, 1970. Rome: Edizioni Tecnoscienza, 1971. V. 2. P. 739–785.*
- Okada H., Bukry D.* Supplementary modification and introduction of code numbers of the low-latitude coccolith biostratigraphic zonation (Bukry 1973, 1975) // *Marine Micropaleontol.* 1980. V. 5. P. 321–325.
- Pardo A., Bolle M.P., Keller G.* El evento bioclimático del tránsito P-E en el Paratethys boreal: datos de $\delta^{13}\text{C}$, $\delta^{18}\text{O}$ y foraminíferos planctónicos // *Revista Española de Micropaleontología.* 1999. V. 31 (3). P. 387–392.
- Powell A.J., Brinkhuis H., Bujak J.P.* Upper Paleocene–lower Eocene dinoflagellate cyst sequence biostratigraphy of southeast England // *Correlation of the Early Paleogene in Northwest Europe. Geol. Soc. London. Spec. Publ.* 1996. V. 101. P. 145–183.
- Shcherbinina E.A.* Middle Eocene nannofossils and geological events of the northeastern Peri-Tethys // *GFF.* 2000. V. 122. P. 143–145.
- Sluijs A., Pross J., Brinkhuis H.* From greenhouse to icehouse: organic-walled dinoflagellate cysts as paleoenvironmental indicators in the Paleogene // *Earth-Sci. Rev.* 2005. V. 68. P. 281–315.
- Torricelli S., Knezaurek G., Biffi U.* Sequence biostratigraphy and paleoenvironmental reconstruction in the Early Eocene Figols Group of the Tresp–Graus Basin (south-central Pyrenees, Spain) // *Palaeogeogr. Palaeoclimatol. Palaeoecol.* 2006. V. 232 (1). P. 1–35.
- Waagstein R., Heilmann-Clausen C.* Petrography and biostratigraphy of Palaeogene volcanoclastic sediments dredged from the Faeroes shelf // *The Tectonics, Sedimentation and Palaeoceanography of the North Atlantic Region. Geol. Soc. London. Spec. Publ.* 1995. V. 90. P. 179–197.
- Williams G.L.* Dinoflagellates, Acritarchs and Tasmanitids // *Eds. Haq B.U., Boersma A. Introduction to Marine Micropaleontology. Singapore: Elsevier Science, 1998. P. 293–326.*
- Williams G.L., Fensome R.A., MacRae R.A.* The Lentin and Williams index of fossil dinoflagellates 2017 edition // *Am. Assoc. Stratigr. Palynol. Contrib. Ser.* 2017. № 48.

Рецензенты М.А. Ахметьев,
О.Н. Васильева, Н.К. Лебедева

DINOCYSTS FROM THE MID–UPPER EOCENE AKTUMSUK SECTION, USTYURT, UZBEKISTAN: BIOSTRATIGRAPHY AND PALEOENVIRONMENTS

A. I. Iakovleva, E. A. Shcherbinina, N. G. Muzylev, G. N. Aleksandrova

Geological Institute, Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia

The results of palynological study of the Mid–Upper Eocene sediments of the Aktumsuk key-section (Ustyurt Plateau, Uzbekistan), calibrated with nannoplankton data, are presented. Dinocyst stratigraphical distribution permitted to recognize five Dinoflagellate zones from the Peri-Tethys zonation: *Costacysta bucina*, *Enneadocysta pectiniformis*, *Rhombodinium draco*, *Rhombodinium perforatum*, and *Thalassiphora reticulata*. First-order calibration with nannoplankton zones permitted to precise the lowermost occurrences of the key dinocyst species. Based on the dinocyst and nannoplankton data, two important stratigraphic hiatuses, corresponding to the upper Ypresian and Upper Bartonian–Lower Priabonian, were recognized. Analysis of quantitative fluctuations of different groups of palynomorphs through the section indicates paleoenvironmental changes in this part of the Peri-Tethys during the Lutetian–Priabonian: the beginning of significant transgressive phase in the early Lutetian, relative deepening in the Mid Lutetian; after the break in sedimentation at the end of Bartonian–beginning of Priabonian the sedimentation continues again in the open-marine (outer neritic) environment.

Keywords: biostratigraphy, dinocysts, palynomorphs, nannoplankton, Eocene, Uzbekistan, Ustyurt, Peri-Tethys.

DOI: <https://doi.org/10.31857/S0869-592X27678-102>