

УДК 551.7(574)

DOI: 10.24930/1681-9004-2026-26-4-900-914

Биостратиграфия тавдинского горизонта в Тургайском прогибе

О. Н. Васильева

Институт геологии и геохимии им. академика А.Н. Заварицкого УрО РАН, 620110, г. Екатеринбург,
ул. Академика Вонсовского, 15, e-mail: vasilyeva@igg.uran.ru

Поступила в редакцию 22.12.2025 г., принята к печати 02.02.2026 г.

Объект исследования. Глинистые толщи тавдинского горизонта сформировались в результате третьего, завершающего, крупного цикла морского осадконакопления в Сибирско-Тургайском субрегионе. В течение палеогеновой эпохи Тургайский прогиб функционировал как меридиональный пролив, осуществляющий морское сообщение между бассейнами Палеоарктики, Западной Сибири и Туранским морем. Морское сообщение периодически прерывалось в эоценовую эпоху. Достоверно датированные отложения на Кустанайской седловине позволяют диагностировать периоды активного функционирования Тургайского пролива. **Цель исследования.** Биостратиграфическое изучение белинской толщи и тавдинской свиты в северной части Тургайского прогиба, которое позволяет детально датировать отложения, характеризовать обстановки морского осадконакопления, осуществлять корреляции удаленных разрезов. **Результаты исследования.** Выполнено биостратиграфическое расчленение отложений среднего эоцена на основе изучения комплексов цист динофлагеллат (органикостенного микрофитопланктона) и выделения интервал-зон в серии карьеров и скважин изучаемого региона. Выделенные зоны: 1) *Phthanoperidinium regale*–*Phthanoperidinium clithridium* и 2) *Enneadocysta arcuate* – свидетельствуют об установлении морского режима осадконакопления в течение лютетского века среднего эоцена. Активный морской режим завершился резким обмелением бассейна с формированием азолловых биофацций и закрытием “тургайских ворот” в среднем лютете. **Заключение.** Зональные виды планктонных организмов позволяют осуществлять субглобальные геологические корреляции разрезов Северо-Западной Европы, Сибирско-Тургайского субрегиона, Русской платформы, Горного Крыма. Установлены ключевые события появления эндемичных сибирских видов-маркеров, позволяющие детально сопоставлять разновозрастные морские осадки Зауральской структурно-фациальной зоны, Тургайского прогиба и Челкарской впадины. Эндемичные виды цист динофлагеллат свидетельствуют о формировании замкнутого бассейна на территории Западно-Сибирской плиты в течение лютетского века. Морские отложения, датированные бартонским и приабонским ярусами, на Кустанайской седловине в настоящее время не выявлены.

Ключевые слова: средний эоцен, лютетский ярус, цисты динофлагеллат, зональная шкала, Тургайский прогиб

Источник финансирования

Работа выполнена в рамках темы FUMZ-2023-0009 государственного задания 123011800010-5 по бюджетному финансированию Института геологии и геохимии им. академика А.Н. Заварицкого Уральского отделения Российской академии наук

Biostratigraphy of the Tavda horizon in the Turgai Trough

Olga N. Vasilyeva

A.N. Zavaritsky Institute of Geology and Geochemistry, UB RAS, 15 Academician Vonsovsky st.,
Ekaterinburg 620110, Russia, e-mail: vasilyeva@igg.uran.ru

Received 22.12.2025, accepted 02.02.2026

Research subject. The clayey strata of the Tavda horizon were formed as a result of the third, final major cycle of marine sedimentation in the Siberian-Turgai subregion. During the Paleogene period, the Turgai Trough functioned as a meridional strait, supporting maritime communications between the basins of the Paleoarctic, Western Siberia, and the Turan Sea. Maritime communication was occasionally interrupted during the Eocene epoch. Reliably dated sediments on the Kustanai Saddle make it possible to identify periods of active functioning of the Turgai Strait. **Aim.** Biostratigraphical study of the Belinskiy sequence and the Tavda Formation in the northern part of the Turgai Trough, which allows for detailed dating of deposits, characterization of marine sedimentation environments, and correlation of remote sections. **Results.** A biostratigraphic subdivision of the Middle Eocene deposits was carried out based on the study of dinoflagellate cyst assemblages (organic-walled microphytoplankton) and the identification of interval zones in a series of quarries and boreholes in the studied region. The established zones – (1) *Phthanoperidinium regale*–*Phthanoperidinium clithridium*

Для цитирования: Васильева О.Н. (2026) Биостратиграфия тавдинского горизонта в Тургайском прогибе. *Литосфера*, 26(4), 900-914. <https://doi.org/10.24930/2500-302X-2026-26-4-900-914>. EDN: YJLQGR

For citation: Vasilyeva O.N. (2026) Biostratigraphy of the Tavda horizon in the Turgai Trough. *Lithosphere (Russia)*, 26(4), 900-914. (In Russ.) <https://doi.org/10.24930/2500-302X-2026-26-4-900-914>. EDN: YJLQGR

and (2) *Enneadocysta arcuata* – indicate the onset of a marine sedimentation regime during the Lutetian of the middle Eocene. The active marine regime ended with a sharp shallowing of the basin with the formation of azollae biofacies and the closure of the “Turgai gates” in the middle Lutetian. *Conclusion.* Zonal species of planktonic organisms enable subglobal geological correlation of sections of Northwestern Europe, the Siberian-Turgai subregion, the Russian platform, and Mountainous Crimea. Key events in the emergence of endemic Siberian marker species were established, allowing detailed correlation of coeval marine sediments in the Trans-Ural structural-facies zone, the Turgai Trough, and the Chelkar depression. Endemic species of dinoflagellate cysts indicate the formation of a closed basin on the West Siberian Plate during the Lutetian. Marine sediments of Bartonian and Priabonian age have not yet been identified on the Kustanai Saddle.

Keywords: Middle Eocene, Lutetian, dinoflagellate cysts, zonal scheme, Turgai Trough

Funding information

This work was performed as part of State Assignment 123011800010-5 (topic FUMZ-2023-0009) to the Zavaritsky Institute of Geology and Geochemistry, Ural Branch, Russian Academy of Sciences. No additional grants were received to conduct the study

Acknowledgements

The author expresses gratitude to E.V. Kopylova, the chief geologist of the Krasnooktyabrsky Bauxite Ore Department (Lisakovsk) and to N.V. Kolesnikova, the chief geologist of the Krasnogorsk Bauxite Mine (Arka settlement). The gratitude is extended to the management of JSC Sokolovsko-Sarbaysky Mining and Processing Production Association (Rudny) for the opportunity to study and sample Paleogene sediments in bauxite and iron ore quarries of the Kostanay region, Republic of Kazakhstan.

ВВЕДЕНИЕ

В отложениях морского палеогена Западно-сибирской плиты выделены три крупных цикла седиментации: талицкий, люлинворский и тавдинский (Ахметьев и др., 2001). Результатом терминальной стадии морского осадконакопления явилось формирование толщи тонкослоистых алевитистых глин тавдинской свиты. Мощность свиты варьируется от 20–30 м в северных районах до 200–250 м в юго-западной части Западной Сибири. Возраст тавдинской свиты оценивается как среднеэоценовый–верхнеэоценовый (бартонский–приабонский) (Унифицированные..., 2001; Ахметьев и др., 2001, 2004, 2010). В результате изучения комплексов цист динофлагеллат во многих разрезах центрального и юго-западного районов и разработки региональной зональной шкалы по этой группе планктона обоснован средне-верхнеэоценовый возраст тавдинской свиты (Iakovleva, Kulkova, 2003; Яковлева и др., 2012; Яковлева, Александрова, 2013). В то же время имеются сведения о более древнем, лютетском, возрасте тавдинской свиты в Зауральской структурно-фациальной зоне (Васильева, 2015, 2016, 2018).

Аналогичная по строению глинистая толща венчает разрез морского эоцена на территории Тургайского прогиба, протянувшегося в меридиональном направлении к югу от Западно-Сибирской плиты. В отдельные временные интервалы палеогенового периода происходило непрерывное морское сообщение Палеоарктического океана, шельфовых бассейнов Северо-Западной Европы и Западно-Сибирского моря через Тургайский пролив с Туранским морем. Пролив возник во время позднемеловой та-

лассократии, вызванной небывалым ростом объема океаносферы, и функционировал в позднемеловую и палеогеновую эпохи (Найдин, 2003). Тургайский пролив, соединяющий крупные морские акватории разных климатических зон, занимал территорию сложнопостроенного Тургайского прогиба. Особенности его строения являются положительная структура – Кустанайский вал (седловина) – и две впадины, обрамляющие его с севера и юга (Северо-Тургайская и Южно-Тургайская соответственно) (рис. 1). Обе впадины в отдельные интервалы геологического времени заполнялись водами соответствующих бассейнов – Западно-сибирского и Туранского, представляя собой заливы (Кустанайский и Челкарский), но морское соединение при этом могло не возникнуть (Верхнемеловые..., 1990; Найдин, 2006). Поэтому Тургайский пролив предлагается именовать Тургайскими воротами, протяженность которых в районе Кустанайской седловины составляет около 250 км, а ширина – от нескольких десятков до 200–250 км (Беньямовский, 2007). В связи с этим открытие ворот, даже при отсутствии морских отложений в его разрезах, может намечаться по находкам достоверно идентичных макро- и микрофоссилий по обе стороны ворот: как к северу, так и к югу от них (Найдин, 2006).

Детальная стратификация морских палеогеновых осадков в Тургайском прогибе на основе зонального деления по цистам динофлагеллат и сравнение состава комплексов планктона в Зауралье, Западной Сибири и Челкарской впадине могут послужить основой для анализа меридиональных морских коммуникаций в течение эоценовой эпохи. Задача данной работы заключается в анали-

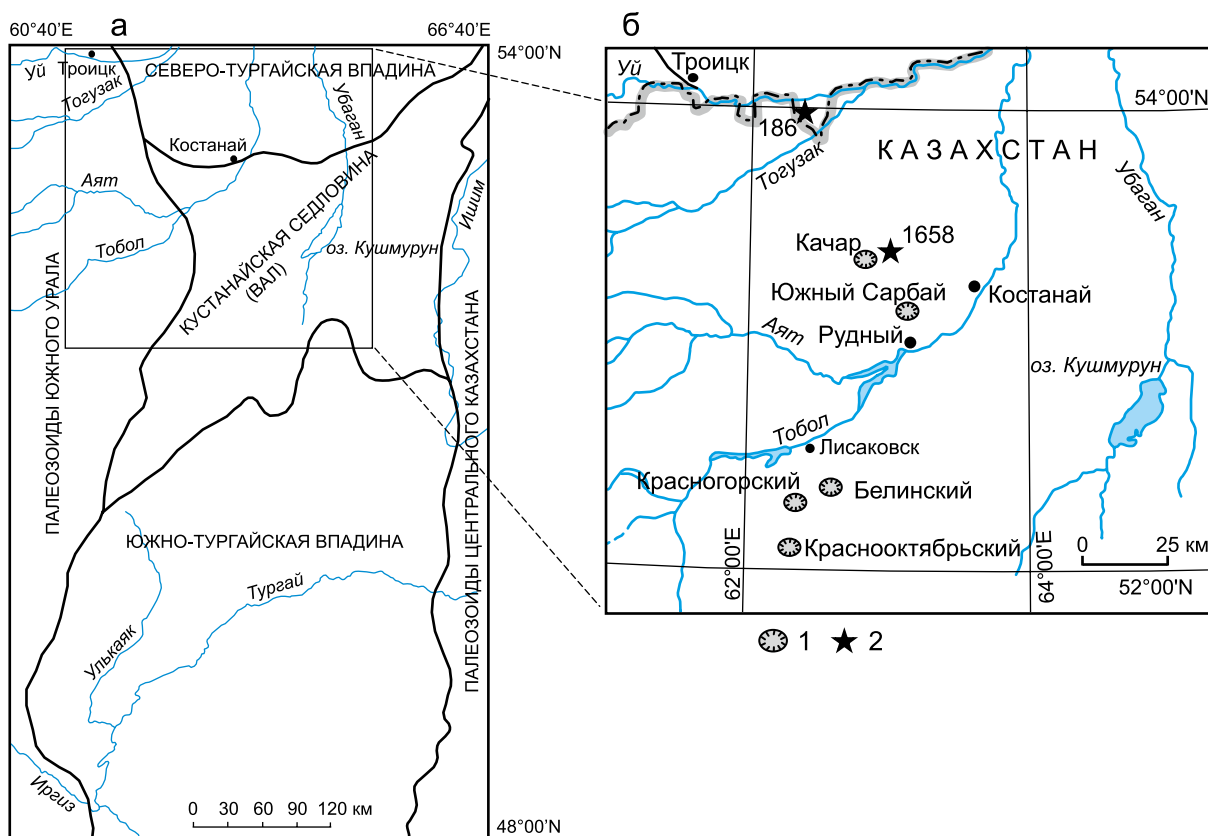


Рис. 1. Карта-схема расположения изученных разрезов.

а – тектоническое районирование Тургайского прогиба (приводится по: Беньямовский, 2007, рис. 6); б – расположение карьеров и скважин Костанайской области, Республика Казахстан. 1 – карьеры, 2 – скважины.

Fig. 1. Map-scheme of the location of the studied sections.

а – tectonic zoning of the Turgai trough (taken from: Beniamovsky, 2007, Fig. 6); б – location of quarries and boreholes in Kostanay region, Republic of Kazakhstan. 1 – quarries, 2 – boreholes.

зе ассоциаций микрофитопланктона, включающих цисты динофлагеллат в морских эоценовых отложениях Тургайского прогиба, установление биособытий появления и исчезновения стратиграфически важных видов-маркеров, разработка зональной шкалы и определение возраста тавдинской свиты в районе Кустанайской седловины.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Материалом для исследований послужили образцы, собранные в разрезе белинской толщи и тавдинской свиты в ряде карьеров в Североказахстанском районе: Качарском, Белинском, Краснооктябрьском, Южном Сарбае, карьере № 17 Красногорского бокситового рудника, а также скважин 1658 (район карьера Качар) и 186 (междуречье Уй и Тогузак) (см. рис. 1). **Белинская толща** представлена обособленной маломощной пачкой очень плотных, массивных, темных, оливково-зеленых, коричневатых плитчатых глин с присыпками але-

рита. В основании толщи залегает базальный горизонт, сложенный разнотернистыми песками с галькой, гравием, окатанными фосфоритовыми желваками, зубами акул. Общая мощность белинской толщи от 1 до 10 м. Белинская толща залегает на ипрских песчано-глинистых отложениях качарской толщи или тасаранской свиты. **Тавдинская свита** образована светлыми, оливково-зелеными, тонкоплитчатыми, листоватыми глинами с линзовидными прослоями крупнозернистого песка и караваеобразными стяжениями сидеритовых алевролитов. В основании свиты – базальный горизонт, сформированный песками глауконитово-кварцевыми, гравием, мелкой галькой, фосфоритовыми желваками, зубами акул. Мощность тавдинской свиты в изученных разрезах 10–26 м. Тавдинская свита перекрывается мощной толщей чередующихся прослоев шоколадно-коричневых, светло-серых тонкоплитчатых алевролитистых глин и песчано-алевровитовых пачек, относящихся к **челкарнуриинской свите** олигоцена, либо более молодых отложений.

Весь разрез глинистых отложений среднего эоцена, включающий белинскую толщу и тавдинскую свиту, а также подстилающие песчано-глинистые толщи ипрского возраста и перекрывающие осадки олигоцена, изучен на органикостенный микрофитопланктон, включая прежде всего цисты динофлагеллат. Из глинистых осадков белинской толщи и тавдинской свиты исследовано 58 образцов. Для подготовки мацератов применялась стандартная методика с последовательной обработкой пород 10%-м раствором пирофосфата натрия ($\text{Na}_4\text{P}_2\text{O}_7$) для удаления глинистых компонентов и последующей декантацией осадка до нейтральной среды. Затем осадок подвергался обработке 40%-м раствором фтористоводородной кислоты (HF) с последующим просеиванием через 15-микронное сито. Временные препараты изучались под световым микроскопом с увеличением 400 и 600 в глицериновой среде.

Диагностика видов цист динофлагеллат в данной работе принята в соответствии с Индексом ископаемых динофлагеллат (Williams et al., 2017), за исключением таксономии ветцелиеллоидных, которые диагностированы согласно каталогу DINOFLAJ2 (Fensome et al., 2008). В систематике надвидовых таксонов использована современная классификация (Fensome et al., 1993).

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Практически все изученные образцы из белинской толщи и тавдинской свиты содержат насыщенные комплексы цист динофлагеллат, что позволяет выделить интервал-зоны и проследить стратиграфически важные биособытия появления новых видов, полезные как для корреляции отложений со смежными регионами, так и удаленными разрезами юга Русской платформы, Крыма и Северно-Западной Европы.

Наиболее полный разрез и насыщенные, представительные ассоциации цист динофлагеллат установлены в железорудном карьере Качар, расположенном в 50 км к северо-западу от г. Костанай (см. рис. 1). В этом разрезе на песчано-кремнистых и песчано-глинистых отложениях качарской толщи ипрского возраста нижнего эоцена (слои 1–5) залегают глины белинской толщи и тавдинской свиты (рис. 2).

Средний эоцен. Лютетский ярус. Белинская толща

Слой 6. Пески с мелким гравием кварца, черными пиритизированными конкрециями и зубами акул. Выше – глины и алевроиты с прослоями тонкозернистого песка. Мощность 3 м.

Слой 7. Глины оливково-зеленые, массивные, очень плотные. По плоскостям напластования – присыпки алевроита и слюды. Мощность 7 м.

Тавдинская свита

Слой 8. Пески тонкозернистые с неровными тонкими прослойками оливково-зеленых глин. Мощность 1 м.

Слой 9. Глины оливково-зеленые, тонкослоистые, листоватые, со слабыми присыпками алевроита и тонкого глауконитово-кварцевого песка. В слое содержатся караваеобразные стяжения сидеритолитов. Мощность 13 м.

Слой 10. Глины темно-синие, слоистые, с гнездами и линзами песка и гравием. Мощность 12 м. Выше залегают песчаные и алевроитистые породы неогенового возраста.

Скважина 1658 пробурена в северо-восточном борту Качарского карьера и повторяет данную литологическую последовательность. В скв. 1658 белинская толща, представленная песчаниками рыхлыми, глинистыми и глинами зеленовато-серыми, вскрыта в интервале 26.5–33.6 м. Последовательно залегающая тавдинская свита образована тонколистоватыми, алевроитистыми, песчанистыми глинами в интервале 7.5–26.5 м. Карьер Южный Сарбай расположен в 50 км к северу от г. Рудный. В этом разрезе на мощной опоково-песчаной толще залегают плотные вязкие глины белинской толщи мощностью 4–5 м, которые перекрываются оливково-серыми тонкоплитчатыми алевроитистыми глинами тавдинской свиты мощностью около 10 м.

Белинский бокситовый карьер расположен в 30 км южнее г. Лисаковск и вскрывает разрез палеогена западного склона в средней части Тургайского прогиба. Разрез построен аналогичным образом с тем отличием, что маломощная белинская толща имеет здесь локальное линзовидное залегание на слабокарбонатных песчано-глинистых породах тасаранской свиты ипрского возраста.

В разрезе карьеров Краснооктябрьский и Красногорский, расположенных в 50 км к югу от г. Лисаковск, глины белинской толщи и тавдинской свиты залегают на бокситоносной краснооктябрьской свите верхнего мела (кампан) и перекрываются мощными континентальными отложениями олигоцена. Скважиной 186 пройден типичный по строению разрез тавдинской свиты в интервале 9.4–19.0 м вблизи слияния рек Уй и Тогузак. В последовательности белинской толщи и тавдинской свиты северной части Тургайского прогиба выделены следующие зоны.

Зона *Phthanoperidinium regale*–*Phthanoperidinium clithridium* установлена по первому появлению вида *Phthanoperidinium regale* Bujak 1994. Последовательное появление *Phthanoperidinium clithridium* Bujak 1994 происходит внутри интервала зоны. Верхняя граница зоны определяется появлением в разрезе *Enneadocysta arcuata* Eaton 1971. Зона распространена в белинской и большей части тавдинской свиты и установлена в разрезе карьеров

Условные обозначения здесь и на рис. 3, 4: 1 – глины, 2 – глины песчанистые, 3 – глины опоковидные, 4 – опоки, 5 – песчаники, 6 – пески, 7 – размыв, 8 – бокситоносная толща, 9 – образец, 10 – эласмобранхии, 11 – микроостатки *Azolla* sp. Сокращения: W. meck. – *Wetzelia meckelfeldensis*; Charlesd. coleothrypa. – *Charlesdownia coleothrypa*.

Fig. 2. Lithological sequence, distribution of the main taxa of dinoflagellate cysts and fragments of azolla in the Kachar quarry. Legend here and in Fig. 3, 4: 1 – clay, 2 – sandy clay, 3 – opoka-like clay, 4 – opoka, 5 – sandstone, 6 – sand, 7 – erosion, 8 – bauxite-bearing strata, 9 – sample, 10 – Elasmobranchs. Abbreviations: W. meck. – *Wetzelia meckelfeldensis*; Charlesd. coleothrypa. – *Charlesdownia coleothrypa*.

Качар (слои 6–9), Белинский (слои 5, 6), Южный Сарбай (слои 5, 6), Красногорский № 17 (слои 2, 3), Краснооктябрьский (слой 3) – скважинах 1658 (интервал 5.0–33.6 м) и 186 (гл. 19.0 м).

Замечания по комплексу. Зональный интервал охарактеризован насыщенными и разнообразными по систематическому составу комплексами цист динофлагеллат (до 60 видов). Наиболее характерными являются космополитные виды: *Achilleodinium biformoides* (Eisenack 1954), *Turbiosphaera magnifica* (Eaton 1976), *Araneosphaera araneosa* (Eaton 1976), *Areosphaeridium diktyoplokum* (Klumpp 1953), *Dapsilidinium simplex* (White 1842), *Cleistosphaeridium diversispinosum* Davey et al. 1966, *Corrudinium incompositum* (Drugg 1970), *Samlandia chlamydophora* Eisenack 1954, *Pentadinium laticinctum* Gerlach, 1961, *Charlesdownia tenuivirgula* (Will. and Downie 1966), *Costacysta bucina* Heilmann-Clausen and Van Simaeys 2005. В единичных экземплярах встречаются *Diphyes pseudoficusoides* Bujak 1994, *Hystriosphaeopsis costae* Bujak 1994, *H. rectangularis* Bujak 1980, *Cerebrocysta magna* Bujak 1994, *Impagidinium? simplicium* (Cookson and Eisenack 1961), *Cerodinium depressum* (Morgenroth 1966), *Pyxidiniopsis densepunctata* De Coninck 1985, *Cordosphaeridium cantharellus* (Brossius 1963). По количеству экземпляров в карьере Белинский обычно доминирует *Deflandrea phosphoritica* Eisenack 1938, а в разрезе Качар дополнительно – *Apteodinium* spp.

Интервал зоны характеризуется последовательным появлением характерных сибирских эндемичных видов: *Kisselevia ornata* Vozzh. 1967 – в основании зоны и *Wetzelia irtyschensis* Alberti 1961 – в нижней части тавдинской свиты (рис. 3). Другие эндемичные таксоны постоянно участвуют в составе планктонных ассоциаций – представители родов *Thalassiphora*, *Rhombodinium*, *Cerodinium*.

В комплексах отмечается обильный спектр таксонов зеленых водорослей и акритарх (около 5–7 таксонов), но доминируют обычно наземные палиноморфы. Встречаются крупные фрагменты эпидермиса, трахеиды, корроидированные экземпляры диноцист (*Deflandrea*, *Rhombodinium*) с перфорированной перифрагмой.

Зона *Enneadocysta arcuata* установлена по первому появлению вида-индекса в верхней части тавдинской свиты в разрезе карьеров Качар (слой 10), Белинский (обр. 18), карьере № 17 Красногорского бокситового рудника (обр. 56 и 43). Комплекс мик-

рофитопланктона изобилует зелеными водорослями, особенно группы *Tasmanites*-*Tythodiscus*, мегаспорами, микроспорангиями водного папоротника *Azolla* и спорами *Hydropteris indutus* Kond. 1960. Расцвету папоротника *Azolla* предшествует вспышка численности диноцист *Phthanoperidinium geminatum* Bujak 1980, *Phthanoperidinium stockmansii* (De Coninck 1975) и появление других видов этого рода. В разрезе карьера № 17 Красногорского рудника в комплексе планктонной ассоциации совместно с находками *Enneadocysta arcuata* отмечены обильные *Phthanoperidinium* spp., *Homotriblium abbreviatum* Eaton 1976, сделаны находки *Distatodinium ellipticum* Cookson 1965, *Selenopemphix selenoides* Benedek 1972, *Selenopemphix nephroides* Benedek 1972, *Areosphaeridium ebdonii* Bujak 1994, *Dinopterigium cladoides* sensu Morgenroth 1966, *Glaphyrocysta laciniiforme* (Gerlach 1961), *Glaphyrocysta intricata* (Eaton 1971).

Ассоциация цист динофлагеллат с *Enneadocysta arcuata* установлена в ограниченном стратиграфическом интервале верхней части тавдинской свиты, которая перекрывается песчано-глинистыми континентальными осадками челкарнуринской свиты с богатым комплексом пыльцы хвойно-широколиственных растений, содержащим *Carya spackmania* Trav.

ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

Виды *Phthanoperidinium regale* и *Phthanoperidinium clithridium* формально описаны J.P. Bujak (1994) для маркировки зональной шкалы по цистам динофлагеллат эоцена бассейна Северного моря (Bujak, Mudge, 1994). Эти таксоны с успехом использованы в биособытийной последовательности для расчленения разреза эоцена в центральной части Датского бассейна (Heilmann-Clausen, Van Simaeys, 2005). Согласно этим исследованиям, диапазон стратиграфического распространения двух морфологически близких видов охватывает среднюю часть лютетского яруса и соответствует наннопланктонной зоне NP15 шкалы Мартини (Martini, 1971). Стратиграфический интервал распространения комплекса видов *Phthanoperidinium regale-clithridium* совпадает с магнитозоной C20r в разрезе среднего эоцена Норвежско-Гренландского моря, что также калибруется наннопланктонной зоной NP15 (Eldrett et al., 2004).

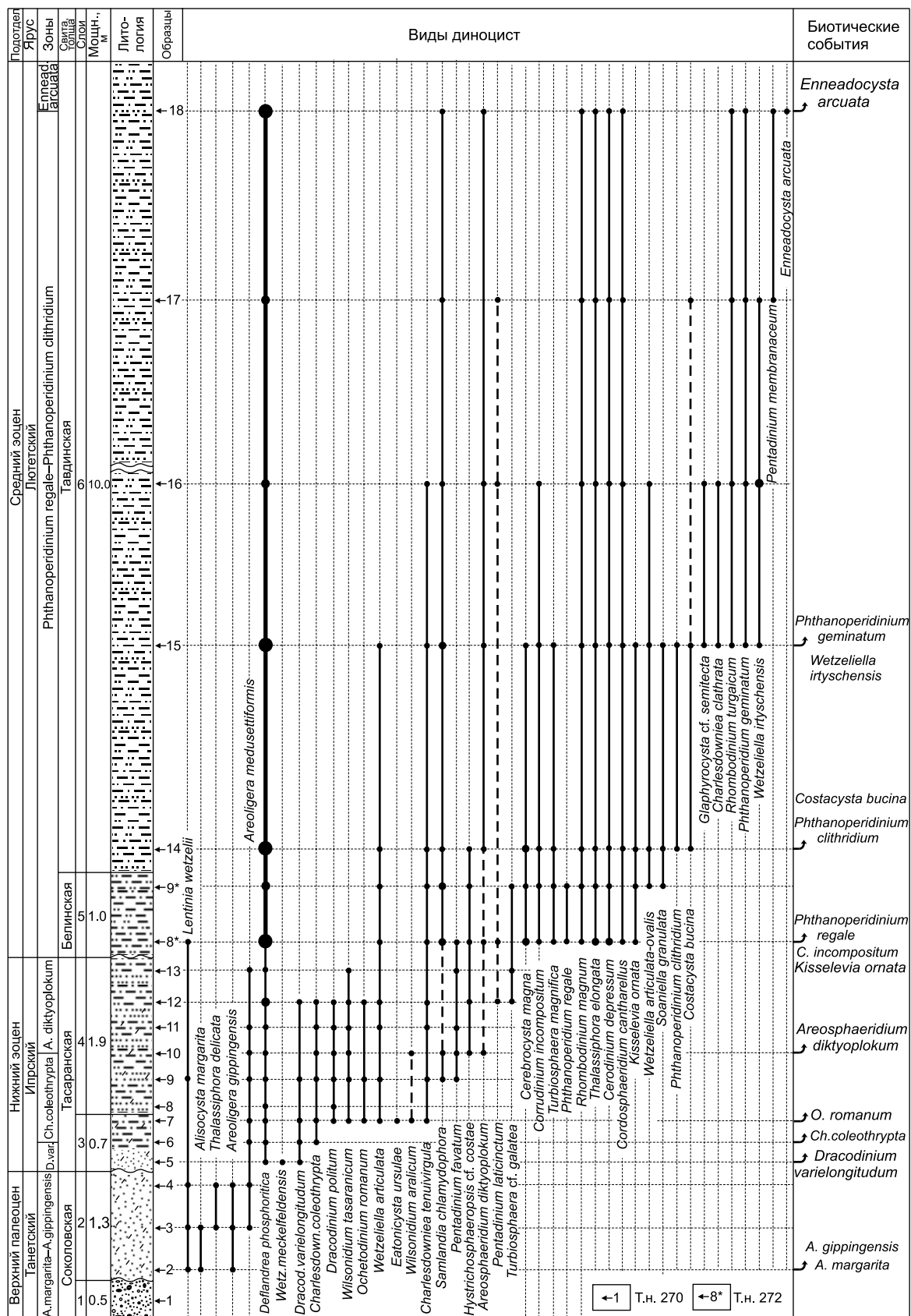


Рис. 3. Строение разреза и распространение основных таксонов цист динофлагеллат в карьере Белинский.

Сокращения: D. var. – *Dracodinium var. elongitutum*. Т.н. – точка наблюдения.

Fig. 3. Lithological sequence and the distribution of the main taxa of dinoflagellate cysts in the Belinsky quarry.

Abbreviations: D. var. – *Dracodinium varielongitudum*. Т.н. – Observation point.

Важно отметить, что последовательная цепочка биособытий *Phthanoperidinium regale*, *P. clithridium*, *P. geminatum* и вспышка численности последнего вида, предшествующая появлению *E. arcuata*, прослеживается в лютетских разрезах Северо-Западной Европы (Bujak, Mudge, 1994; Eldrett et al., 2004; Heilmann-Clausen, Van Simaey, 2005). С наибольшей вероятностью эта последовательность появлений видов ограничена уровнем наннопланктонной зоны NP15 (Heilmann-Clausen, Van Simaey, 2005, p. 194). Стратиграфически важное биособытие появления в разрезе *Enneadocysta arcuata* в разрезах Северо-Западной Европы находится на уровне магнитозоны C20n, т. е. расположено вблизи границы наннопланктонных зон NP15 и NP16 (Heilmann-Clausen, Van Simaey, 2005). Следует подчеркнуть, что первые находки вида *Enneadocysta arcuata* в кровле тавдинской свиты на Кустанайском вале сопровождаются многочисленными фрагментами глохий и спорами водного папоротника *Azolla* (см. рис. 2) – индикатора опресненных обстановок. Это свидетельствует о снижении уровня морского бассейна, усилении стока пресных вод с континента, формировании азолловых фитоценозов. Стратиграфически выше морские осадки в изученных разрезах на Кустанайской седловине не установлены.

В Курганском Зауралье аналогичная последовательность появлений видов-маркеров обнаружена в тавдинской свите в скважинах ВК-49 (с. Степное) и ВК-37 (с. Меншиково), где мощности свиты составляют 99 и 44 м соответственно (Васильева, 2016). В курганской скважине ВК-49 последовательность появлений таксонов в разрезе *Phthanoperidinium clithridium*–*Kisselevia ornata*–*Wetzeliiella irtyschensis*–*Enneadocysta arcuata*–*Azolla* spp. (споры) уверенно повторяет тургайскую “цепочку” и свидетельствует о синхронности стратиграфического уровня осадков (рис. 4).

Интересно отметить, что в разрезе скв. Комсомольская К-14, расположенной в верховьях р. Конда (северная часть Зауральской структурно-фациальной зоны), в зеленовато-серых массивных плитчатых глинах (интервал 146.0–142.0 м), отнесенных к ирбитскому горизонту, Л.Б. Бакиевой (2005) выделен комплекс цист динофлагеллат *Enneadocysta arcuata*–*Heteraulacacysta porosa* лютетского возраста. Ассоциация сменяется слоями с *Azolla* spp. и *Soaniella granulata*, выделенными в плитчатых зеленовато-серых глинах тавдинской свиты. В комплексе с *Enneadocysta arcuata* преобладают дефландровые и ветцелиелловые, акритархи и прازیнофиты составляют до 23.9% (Бакиева, 2005). На территории северной части Западно-Сибирской плиты это единственный опорный разрез,

который корректно сопоставляется с зональной последовательностью Курганского Зауралья и Северного Тургай.

Виды-индексы *Phthanoperidinium regale* и *Phthanoperidinium clithridium* устойчиво встречаются в среднеэоценовых отложениях на юге Русской платформы и в Крыму. В разрезе Бахчисарай зона *Phthanoperidinium regale*–*Phthanoperidinium clithridium* выделена нами в мергелях новопавловской свиты (слои 1, 2) (Васильева и др., 2022). В крымском разрезе эта зона (по данным В.А. Мусатова) соответствует зонам CNE9–CNE11 (= часть зоны NP15 шкалы Мартини) современной наннопланктонной шкалы, разработанной в разрезах Атлантики (Agnini et al., 2014). Биостратиграфическое изучение среднего эоцена Нижнего Поволжья в скв. 13 Гремячинской площади свидетельствует о лютетском возрасте зоны *Phthanoperidinium regale*–*Phthanoperidinium clithridium*, которая выделена в мечеткинской свите (Александрова и др., 2011). В разрезе поволжской скважины Равнинная Р-43 одноименная зона цист динофлагеллат установлена в мечеткинской и куберлинской свитах вместе с комплексом наннопланктона зон CNE9–CNE11 (Vasil'eva, Musatov, 2026, in press.) Можно с уверенностью полагать, что находки зональных видов *Phthanoperidinium* в бескарбонатных глинах тавдинской свиты Тургайского прогиба соответствуют части лютетского яруса среднего эоцена.

Анализ стратиграфического распространения сопутствующих таксонов цист динофлагеллат в зональном комплексе не противоречит этому заключению. Состав ассоциаций цист динофлагеллат в белинской толще в карьерах Качар (см. рис. 2) и Белинский (см. рис. 3) несколько различается по доминантам и насыщенности. Однако во всех изученных разрезах ассоциация включает вновь появившиеся виды *Corrudinium incompositum*, *Glaphyrocysta semitecta* Bujak 1980, *Araneosphaera araneosa*, *Turbiosphaera magnifica*, *Cordosphaeridium cantharellus*, *Costacysta bucina*, известные с лютетского века (рис. 5) (Eaton, 1976; Bujak et al., 1980; Islam, 1983; Heilmann-Clausen, Van Simaey, 2005). Присутствуют также таксоны *Diphyes pseudoficusoides*, *Hystrichosphaeropsis costae*, *Cerebrocysta magna*, *Phthanoperidinium clithridium*, последние находки которых ограничены лютетским ярусом (Heilmann-Clausen, 1993; Bujak, 1994).

Цепочка диагностических биособытий в изученных разрезах Тургайского прогиба совмещается с последовательным появлением эндемичных сибирских видов *Kisselevia ornata*, *Wetzeliiella irtyschensis*, *Thalassiphora elongata* Vasil. 2011, *T. kacharica* Vasil. 2011, *Rhombodinium magnum* Vasil. 2011,

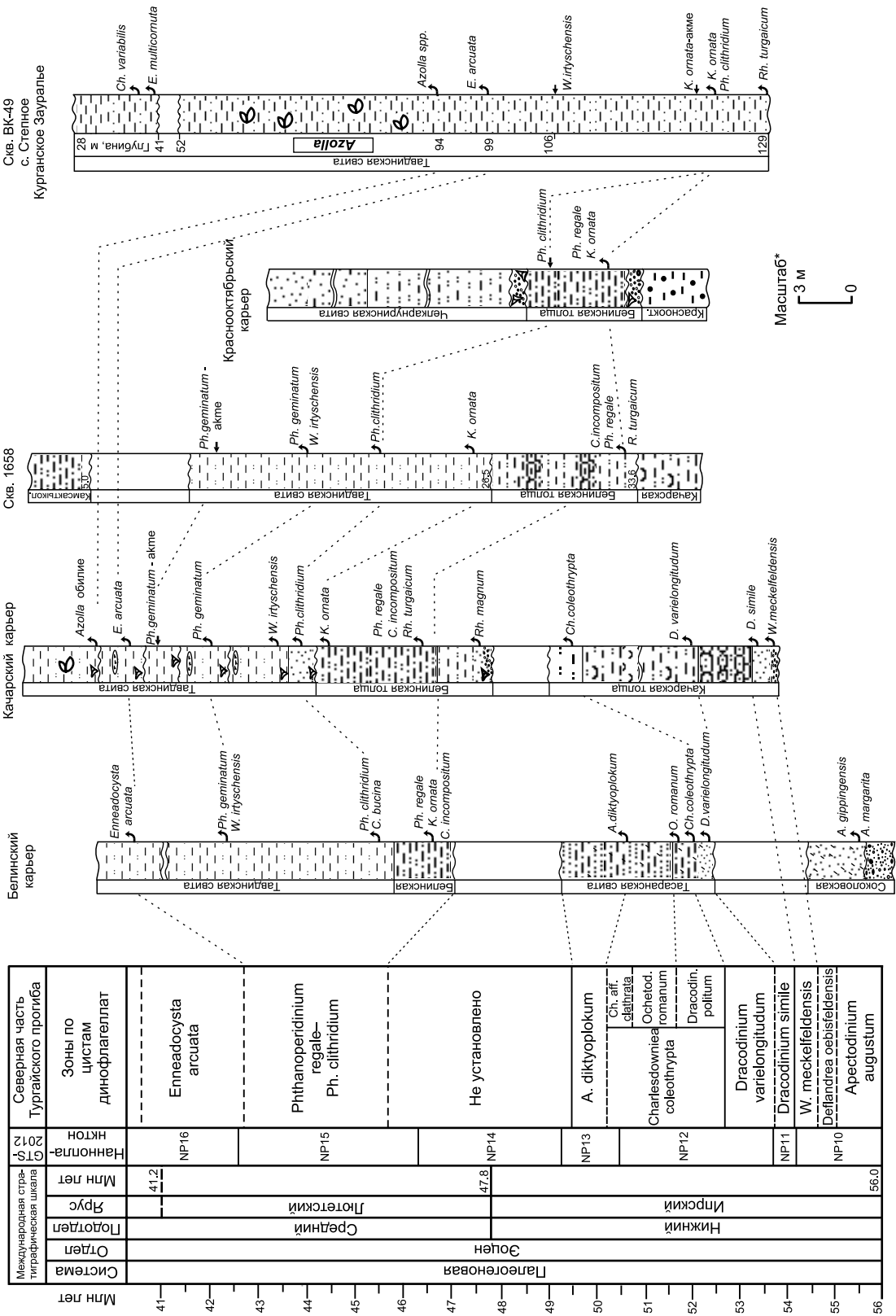


Рис. 4. Зональная шкала по цистам динофлагеллат и корреляция отложений тавдинского горизонта в разрезах Тургайского прогиба (карьеры Белинский, Качарский, Краснооктябрьский, скв. 1658) и Курганского Зауралья (скв. ВК-49, с. Степное).

Сокращения: Краснооктяб. – свита краснооктябрьская, Камсактыкол. – свита камсактыкольская. *Вертикальный масштаб указан для карьеров.

Fig. 4. Zonal scheme for dinoflagellate cysts and correlation of the Tavda horizon deposits in the sections of the Turgai trough (Belinsky, Kacharsky, Krasnooktyabrsky quarries, borehole 1658) and the Kurgan Trans-Urals (borehole VK-49, Stepnoye village).

Abbreviations: Krasnooktyab. – Krasnooktyabrskaya Formation, Kamsaktykol. – Kamsaktykolskaya Formation. *The vertical scale is given for quarries.

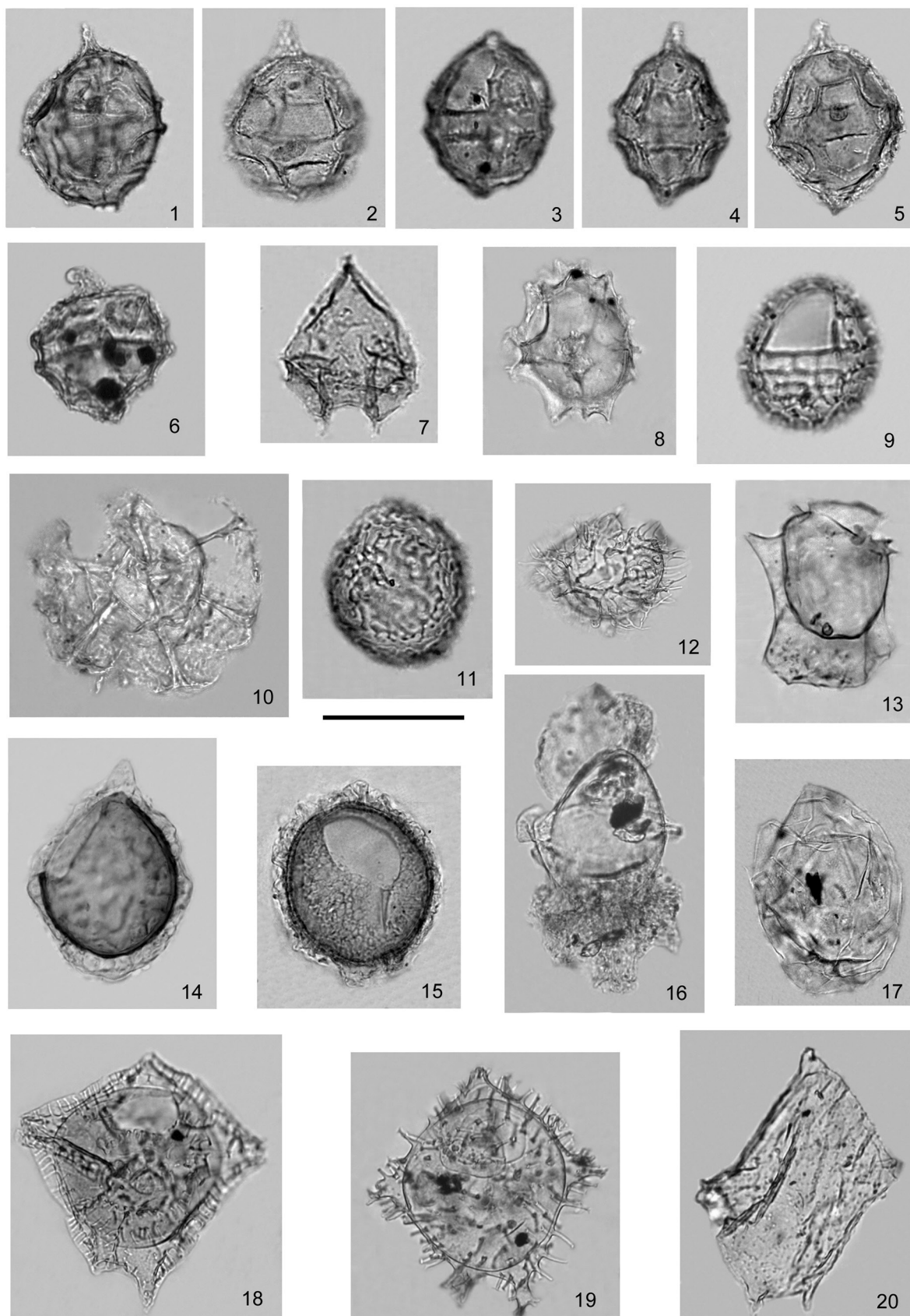


Рис. 5. Цисты динофлагеллат тавдинского горизонта в разрезах северной части Тургайского прогиба. Масштабная линейка 40 мкм.

1, 4, 5, 10, 15, 17 – карьер Белинский; 2, 3, 7, 8, 11, 13, 14 – карьер Качар; 6, 9, 12, 16, 18–20 – карьер № 17, Красногорский бокситовый рудник.

Fig. 5. Dinoflagellate cysts from the Tavda Horizon in sections of the northern Turgai Trough. Scale bar 40 μ m.

1, 4, 5, 10, 15, 17 – Belinsky quarry; 2, 3, 7, 8, 11, 13, 14 – Kachar quarry; 6, 9, 12, 16, 18–20 – quarry No. 17, Krasnogorsk bauxite mine.

1, 2, 6. *Phthanoperidinium regale* Bujak, 1 – sample 272/9, 2 – sample 29, 6 – sample 30.

3, 4. *Phthanoperidinium clithridium* Bujak, 3 – sample 31, 4 – sample 270/14.

5. *Phthanoperidinium geminatum* Bujak, sample 270/15.

7. *Lentinia serrata* Bujak in Bujak et al., 1980, sample 30.

8. *Impagidinium? simplicium* (Cookson and Eisenack) Stover and Evitt, sample 29.

9. *Corrudinium incompositum* (Drugg) Stover and Evitt, sample 30.

10. *Cordosphaeridium cantharellus* (Brosius) Gocht, sample 14.

11. *Cerebrocysta magna* Bujak, sample 34.

12. *Cleistosphaeridium diversispinosum* Davey et al., sample 30.

13. *Hystriochosphaeropsis rectangularis* Bujak, sample 34.

14. *Samlandia chlamydophora* Eisenack, sample 32.

15. *Samlandia* aff. *delicata* Wilson, sample 270/7.

16. *Turbiosphaera magnifica* Eaton, sample 56.

17. *Costacysta bucina* Heilmann-Clausen and Van Simaeys, sample 270/15.

18. *Charlesdownia clathrata* (Eisenack) Lentin and Vozzhennikova, sample 28.

19. *Wetzeliella articulata* – *Wetzeliella ovalis* sensu De Coninck, 1977, sample 28.

20. *Wetzeliella irtyschensis* Alberti, sample 56.

R. pentagonum Vozzh. 1967, *R. turgaicum* Vasil. 2011, *Cerodinium markovae* Vozzh. 1967, используемых для корреляции в пределах сибирского и тургайского регионов (рис. 6). Зона *Kisselevia ornata* впервые установлена И.А. Кульковой в глинах тавдинского горизонта Западной Сибири (Кулькова, 1987; Кулькова, Шацкий, 1990). Эта зона выделена в тавдинской свите Зауралья и Тургайского прогиба по вновь появившемуся и обильному виду-индексу (Васильева, 1990, 2016).

На основании приведенных сопоставлений полагаем, что первое появление таксонов *Kisselevia ornata* в белинской толще и *Wetzeliella irtyschensis* в тавдинской свите Тургайского прогиба соотносится с лютетским веком среднего эоцена, а не с бартоном, как это определялось нами ранее (Васильева, 1990; Беньямовский и др., 1995). Отметим, что сибирские эндемики цист динофлагеллат обнаружены в единичных экземплярах в разрезах южной части Тургайского прогиба (Челкарская впадина). В частности, вид *Wetzeliella irtyschensis* установлен в ассоциации с *Costacysta bucina*, *Corrudinium incompositum*, *Pentadinium favatum* Edwards 1982 в низах чеганской свиты в скв. 85 в бассейне р. Тургай (Васильева, 2014). Корреляция изученных разрезов и зональная шкала эоцена по цистам динофлагеллат на севере Тургайского прогиба приводятся на рис. 4.

На основании анализа состава комплекса органикостенного микрофитопланктона белинской толщи и тавдинской свиты в северной части Тургайского прогиба, включающей Кустанайский вал, можно сделать вывод, что отложения тавдинского горизонта сформировались в течение лютетского века среднего эоцена. Принимая во внимание тектоническое строение прогиба, вполне обоснованным представляется утверждение, что одно-

возрастные морские отложения тавдинского горизонта были распространены как к северу, так и к югу от приподнятой структуры Тургайского прогиба – Кустанайской седловины. Морские акватории, захватившие обширные регионы Западно-Сибирской низменности, включая Зауралье, а также Тургайский прогиб, Южно-Тургайскую (Челкарскую) впадину, были распространены именно в лютетском веке. По всей вероятности, морской бассейн наибольшей акватории сформировался в период трансгрессивных циклов максимальной амплитуды в течение лютетского века.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Детальная биостратиграфия бескарбонатных глинистых последовательностей бореального палеогена и северной окраины Восточного Перитетиса базируется на группе органикостенного микрофитопланктона – цистах динофлагеллат, корреляционный потенциал которой основан на зональном методе. Белинская толща и тавдинская свита в северной части Тургайского прогиба отражают формирование последнего цикла морского осадконакопления в Западно-Сибирском и Северо-Тургайском регионах. Изученные осадки охарактеризованы разнообразными и насыщенными комплексами цист динофлагеллат, принадлежащими зонам 1) *Phthanoperidinium regale*–*Phthanoperidinium clithridium* и 2) *Enneadocysta arcuata* лютетского яруса среднего эоцена. Состав планктонных ассоциаций свидетельствует о формировании нормальных морских обстановок в районе Кустанайского вала и функционирующего меридионального пролива в течение части лютетского века, характеризующегося максимальным уровнем палеобассейна в регионе. Стратиграфический уровень

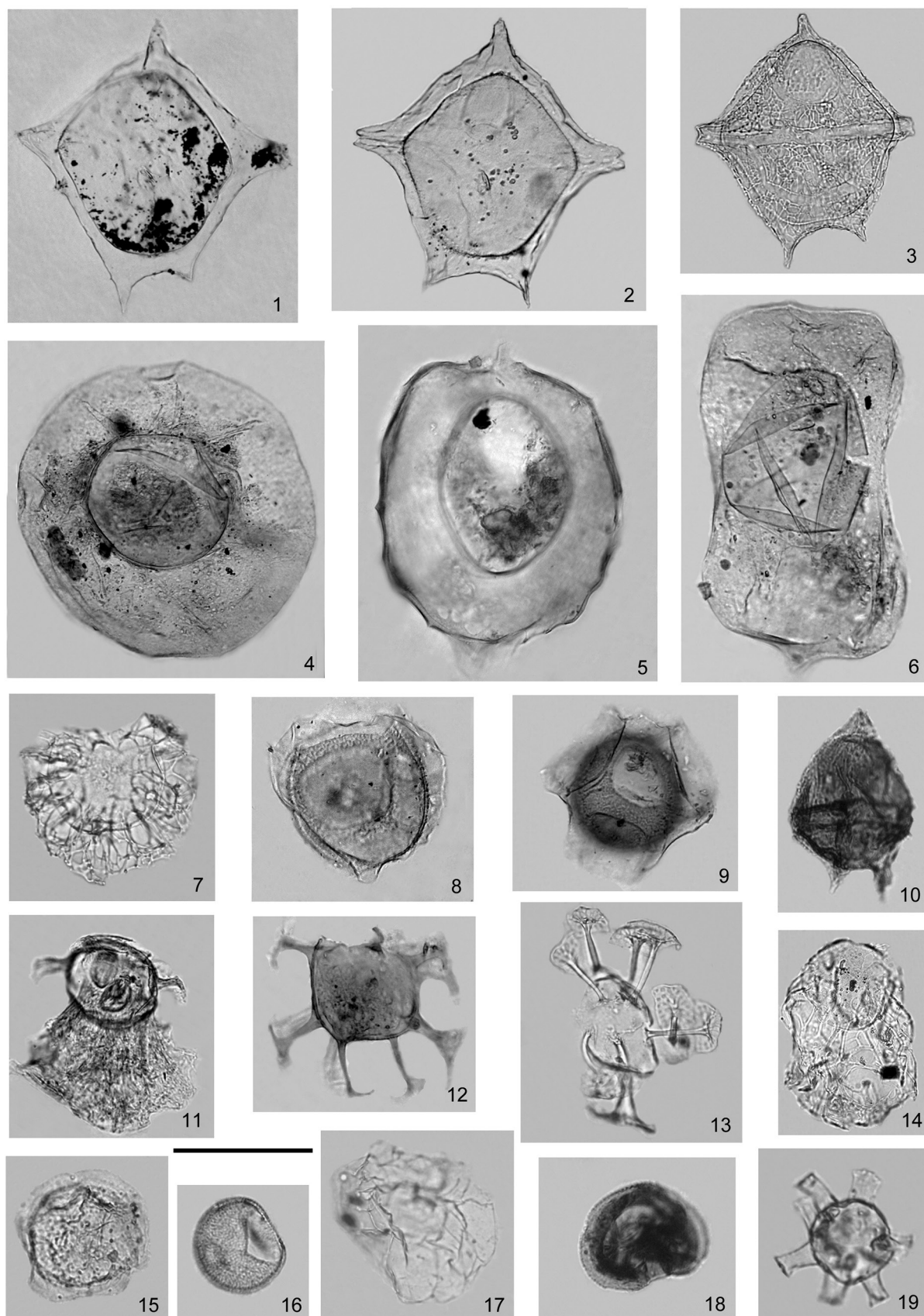


Рис. 6. Цисты динофлагеллат тавдинского горизонта в разрезах северной части Тургайского прогиба. Масштабная линейка 70 мкм.

1, 2, 9, 14 – скв. 1658; 3, 5, 11, 12 – карьер Качар; 4, 6, 8 – карьер Белинский; 7, 10, 13, 15–19 – карьер № 17, Красногорский рудник.

Fig. 6. Dinoflagellate cysts from the Tavda Horizon in sections of the northern Turgai Trough. Scale bar 70 μ m.

1, 2, 9, 14 – borehole 1658; 3, 5, 11, 12 – Kachar quarry; 4, 6, 8 – Belinsky quarry; 7, 10, 13, 15–19 – quarry No. 17, Krasnogorsk bauxite mine.

1. *Rhombodinium magnum* Vasilyeva, sample 8.
2. *Rhombodinium turgaicum* Vasilyeva, sample 8.
3. *Kisselevia ornata* Vozzhennikova, sample 32.
4. *Thalassiphora pelagica* (Eisenack) Eisenack and Gocht, sample 270/15.
5. *Thalassiphora kacharica* Vasilyeva, sample 29.
6. *Thalassiphora elongata* Vasilyeva, sample 270/16.
7. *Glaphyrocysta exuberans* (Deflandre and Cookson) Stover et Evitt, sample 43.
8. *Pentadinium favatum* Edwards, sample 270/9.
9. *Pentadinium membranaceum* Edwards, sample 8.
10. *Lentinia? wetzelii* (Morgenroth) Bujak in Bujak et al., 1980, sample 28.
11. *Araneosphaera araneosa* Eaton, sample 30.
12. *Enneadocysta arcuata* Eaton, sample 35.
13. *Areosphaeridium diktyoplokum* (Klumpp) Eaton, sample 31.
14. *Glaphyrocysta semitecta* Bujak in Bujak et al. 1980, sample 8.
15. *Heteraulacacysta pustulata* Jan du Chene et Adediran, sample 56.
16. *Pyxidopsis densepunctata* De Coninck, sample 56.
17. *Thalassiphora delicata* Williams and Downie, sample 30.
18. *Selenopemphix selenoides* Benedek, sample 30.
19. *Homotribium abbreviatum* Eaton, sample 56.

появления *Enneadocysta arcuata* маркируется стремительным снижением уровня моря, формированием азолловых фитоценозов и опреснением водной среды. С наибольшей вероятностью “тургайские ворота” были закрыты к концу лютетского века. Залегающая выше челкарнуринская свита принадлежит континентальному циклу осадконакопления нижнего-среднего олигоцена и охарактеризована богатым комплексом спор и пыльцы наземных растений хвойно-широколиственного типа, содержащего пыльцу гикори *Carya spackmanii*.

Благодарности

Автор благодарит главного геолога Краснооктябрьского бокситорудного управления Е.В. Копылову (г. Лисаковск) и главного геолога Красногорского бокситового рудника Н.В. Колесникову (пос. Арка), а также руководство АО “Соколовско-Сарбайского горно-обогатительного производственного объединения” (г. Рудный) за предоставленную возможность изучения и опробования палеогеновых осадков в бокситовых и железорудных карьерах Костанайской области, Республика Казахстан.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Александрова Г.Н., Беньямовский В.Н., Запорожец Н.И., Застрожных А.С., Застрожных С.И., Табачникова И.П., Орешкина Т.В., Закревская Е.Ю. (2011) Палеоген юго-запада Волгоградской области (скважина 13, Гремячинская площадь). Статья 1. Биостратиграфия. *Стратиграфия. Геол. корреляция*, **19**(3), 70–95.
- Ахметьев М.А., Александрова Г.Н., Амон Э.О., Беньямовский В.Н., Бугрова Э.М., Васильева О.Н., Глезер З.И., Железко В.И., Запорожец Н.И., Козлова Г.Э., Николаева И.А., Орешкина Т.В., Панова Л.А., Радионова Э.П., Стрельникова Н.И., Яковлева А.И. (2001) Биостратиграфия морского палеогена Западно-Сибирской плиты. *Стратиграфия. Геол. корреляция*, **9**(2), 30–57.
- Ахметьев М.А., Александрова Г.Н., Беньямовский В.Н., Витухин Д.И., Глезер З.И., Гнибиденко З.Н., Дергачев В.Д., Доля Ж.А., Запорожец Н.И., Козлова Г.Э., Кулькова И.А., Николаева И.А., Овечкина М.Н., Радионова Э.П., Стрельникова Н.И. (2004) Новые данные по морскому палеогену Западно-Сибирской плиты. Статья 2. *Стратиграфия. Геол. корреляция*, **12**(5), 65–86.
- Ахметьев М.А., Запорожец Н.И., Яковлева А.И., Александрова Г.Н., Беньямовский В.Н., Орешкина Т.В., Гнибиденко З.Н., Доля Ж.А. (2010) Сравнительный анализ разрезов и биоты морского палеогена Западной Сибири и Арктики. *Стратиграфия. Геол. корреляция*, **18**(6), 1–26.
- Бакиева Л.Б. (2005) Палинология и стратиграфия палеогена Зауральского и Центрального литолого-фациальных районов Западной Сибири. Тюмень: Тюм-ГНГУ, 190 с.
- Беньямовский В.Н. (2007) Палеогеновые меридиональные проливы Северной Евразии. Проливы Северного полушария в мелу и палеогене. М.: Геол. фак-т МГУ, 80–118.
- Беньямовский В.Н., Васильева О.Н., Левина А.П., Пронин В.Г. (1995) Палеоген Южного Зауралья. Статья II. Палеоген в центральной, северной частях Тургайского прогиба и Курганском Зауралье. *Изв. вузов. Геология и разведка*, (2), 3–15.
- Васильева О.Н. (2016) Диноцисты морского палеогена Зауралья. *Тр. ИГГ УрО РАН*, вып. 163, 8–17.
- Васильева О.Н. (2014) Зональная последовательность диноцист эоцена южной части Тургайского прогиба (Челкарская впадина, Казахстан). *Литосфера*, (6), 132–140.
- Васильева О.Н. (2018) Корреляция отложений среднего и верхнего эоцена в Сибирско-Тургайском субрегионе по диноцистам. *Тр. ИГГ УрО РАН*, вып. 165, 3–11.

- Васильева О.Н. (2015) О возрасте тавдинской свиты в Тургайском прогибе. *Тр. ИГТ УрО РАН*, вып. 162, 8-20.
- Васильева О.Н. (1990) Палинология и стратиграфия морских отложений палеогена Южного Зауралья. Препринт. Свердловск: УрО РАН, 55 с.
- Васильева О.Н., Мусатов В.А., Малышкина Т.П. (2022) Новые данные по биостратиграфии среднего эоцена Крыма. *Палеонтология и стратиграфия: современное состояние и пути развития*. Мат-лы LIVIII сессии палеонтол. общества при РАН, посвящ. 100-летию со дня рождения А.И. Жамойды. СПб.: ВСЕГЕИ, 24-25.
- Верхнемеловые отложения Южного Зауралья. (1990) Свердловск: УрО РАН СССР, 265 с.
- Кулькова И.А. (1987) Стратиграфия палеогеновых отложений Западной Сибири по палинологическим данным. *Геология и геофизика*, (6), 11-16.
- Кулькова И.А., Шацкий С.Б. (1990) Зональное деление морского палеогена Западно-Сибирской равнины по диноцистам. *Геология и геофизика*, (1), 25-32.
- Найдин Д.П. (2006) Разрез верхнего мела Кушмурун, Тургайский пролив. *Вестн. МГУ. Сер. 4. Геология*, (4), 3-9.
- Найдин Д.П. (2003) Тургайский пролив в системе меридионального соединения позднемеловых морей Северного полушария. *Бюлл. МОИП. Отд. геол.*, **78**(4), 49-55.
- Унифицированные региональные стратиграфические схемы неогеновых и палеогеновых отложений Западно-Сибирской равнины. (2001) Объяснит. записка. Новосибирск: СНИИГГиМС, 84 с. Прил. 11 л.
- Яковлева А.И., Александрова Г.Н. (2013) К вопросу об уточнении зонального деления по диноцистам палеоцен-эоценовых отложений Западной Сибири. *Бюлл. МОИП. Отд. геол.*, **88**(2), 59-82.
- Яковлева А.И., Александрова Г.Н., Гнибиденко З.Н. (2012) Уточнение возраста люлинворской свиты палеогена на юге Западной Сибири по палинологическим и палеомагнитным данным. *Бюлл. МОИП. Отд. геол.*, **87**(3), 53-87.
- Agnini C., Fornaciari E., Raffi I., Catanzariti R., Pälke H., Backman J., Rio D. (2014) Biozonation and biochronology of Paleogene calcareous nannofossils from low and middle latitudes. *Newslett. Stratigr.*, **47**(2), 131-181.
- Bujak J.P. (1994) New dinocyst taxa from the Eocene of the North Sea. *J. Micropaleontol.*, **13**, 119-131.
- Bujak J.P., Downie C., Eaton G.L., Williams G.L. (1980) Dinoflagellate cysts and Acritarchs from the Eocene of Southern England. *Spec. Pap. Palaeontol.*, **24**, 100.
- Bujak J.P., Mudge D. (1994) A high-resolution North Sea Eocene dinocyst zonation. *J. Geol. Soc. Lond.*, **151**, 449-462.
- Eaton G.L. (1976) Dinoflagellate cysts from the Bracklesham Beds (Eocene) of the Isle of Wight, southern England. *Bull. British Mus. (Nat. History) Geol.*, **26**, 332.
- Eldrett J.S., Harding I.C., Firth J.V., Roberts A.P. (2004) Magnetostratigraphic calibration of Eocene-Oligocene dinoflagellate cyst biostratigraphy from the Norwegian-Greenland Sea. *Mar. Geol.*, **204**(1-2), 91-127.
- Fensome R.A., MacRae R.A., Williams G.L. (2008) DINOFLAJ2, Version 1. *Amer. Assoc. Stratigr. Palinol. Found. Data Ser. 1*, 939.
- Fensome R.A., Taylor F.J.R., Norris G., Sarjeant W.A.S., Wharton D.I., Williams G.L. (1993) A classification of living and fossil dinoflagellates. *American Museum of Natural History. Micropaleontol. Spec. Publ.*, (7), 351.
- Heilmann-Clausen C. (1993) Gradual morphological changes in some dinoflagellate cysts from the Eocene (Lower Tertiary) of the North Sea basin. *Palynology*, **17**, 91-100.
- Heilmann-Clausen C., Van Simaey S. (2005) Dinoflagellate cysts from the Middle Eocene to ?Lowermost Oligocene succession in the Kysing research borehole, Central Danish basin. *Palynology*, **29**, 143-204.
- Iakovleva A.I., Kulkova I.A. (2003) Paleocene-Eocene dinoflagellate zonation of Western Siberia. *Rev. Palaeobot. Palynol.*, **123**, 185-197.
- Islam M.A. (1983) Dinoflagellate cyst taxonomy and biostratigraphy of the Eocene Bracklesham Group in southern England. *Micropaleontology*, **29**(3), 328-353.
- Martini E. (1971) Standard Tertiary and Quaternary Calcareous Nannoplankton Zonation. (Ed. A. Farinacci) *Proc. of the Second Planktonic Conf. Roma*, **2**, 739-785.
- Vasil'eva O.N., Musatov V.A. (2026) Micropalaeontological stratigraphy and palaeoecology of the Middle Eocene of the Lower Volga region, southwest Russia. *Palynology*. (In press.)
- Williams G.M., Fensome R.A., MacRae R.A. (2017) The Lentin and Williams Index of fossil Dinoflagellates 2017 Edition. *Amer. Assoc. Stratigr. Palynol. Contrib. Ser.* **48**, 1097 p.

REFERENCES

- Bakieva L.B. (2005) Palynology and stratigraphy of the Paleogene from the Trans-Ural and Central lithofacies regions of Western Siberia. Tyumen, TyumGNGU Publ., 190 p. (In Russ.)
- Beniamovsky V.N. (2007) Paleogene meridional straits of Northern Eurasia. *Straits of the Northern Hemisphere in the Cretaceous and Paleogene*. Moscow, Publishing House of the Geological Faculty of Moscow State University, 80-118. (In Russ.)
- Beniamovsky V.N., Vasil'eva O.N., Levina A.P., Proinin B.G. (1995) Paleogene of the Southern Trans-Urals. Paper 2. Paleogene in the central and northern parts of the Turgai trough and the Kurgan Trans-Urals. *Izv. Vuzov. Geologiya i Razvedka*, (2), 3-15. (In Russ.)
- Bujak J.P. (1994) New dinocyst taxa from the Eocene of the North Sea. *J. Micropaleontol.*, **13**, 119-131.
- Bujak J.P., Downie C., Eaton G.L., Williams G.L. (1980) Dinoflagellate cysts and Acritarchs from the Eocene of Southern England. *Spec. Pap. Palaeontol.*, **24**, 100.
- Bujak J.P., Mudge D. (1994) A high-resolution North Sea Eocene dinocyst zonation. *J. Geol. Soc. Lond.*, **151**, 449-462.
- Eaton G.L. (1976) Dinoflagellate cysts from the Bracklesham Beds (Eocene) of the Isle of Wight, southern England. *Bull. British Mus. (Nat. History) Geol.*, **26**, 332 p.
- Eldrett J.S., Harding I.C., Firth J.V., Roberts A.P. (2004) Magnetostratigraphic calibration of Eocene–Oligocene dinoflagellate cyst biostratigraphy from the Norwegian–Greenland Sea. *Mar. Geol.*, **204**(1–2), 91-127.
- Fensome R.A., MacRae R.A., Williams G.L. (2008) DINOFLAJ2, Version 1. *Amer. Assoc. Stratigr. Palinol. Found. Data Ser. 1*, 939.
- Fensome R.A., Taylor F.J.R., Norris G., Sarjeant W.A.S., Wharton D.I., Williams G.L. (1993) A classification of living and fossil dinoflagellates. American Museum of Natural History. *Micropaleontol. Spec. Publ.*, (7), 351.
- Heilmann-Clausen C. (1993) Gradual morphological changes in some dinoflagellate cysts from the Eocene (Lower Tertiary) of the North Sea basin. *Palynology*, **17**, 91-100.
- Heilmann-Clausen C., Van Simaey S. (2005) Dinoflagellate cysts from the Middle Eocene to ?Lowermost Oligocene succession in the Kysing research borehole, Central Danish basin. *Palynology*, **29**, 143-204.
- Iakovleva A.I., Kulkova I.A. (2003) Paleocene-Eocene dinoflagellate zonation of Western Siberia. *Rev. Palaeobot. Palynol.*, **123**, 185-197.
- Islam M.A. (1983) Dinoflagellate cyst taxonomy and biostratigraphy of the Eocene Bracklesham Group in southern England. *Micropaleontology*, **29**(3), 328-353.
- Kul'kova I.A. (1987) Stratigraphy of Paleogene deposits of Western Siberia based on palynological data. *Geol. Geofiz.*, (6), 11-16. (In Russ.)
- Kul'kova I.A., Shatskii S.B. (1990) Zonal division of the marine Paleogene of the West Siberian Plain based on dinocysts. *Geol. Geofiz.*, (1), 25-32. (In Russ.)
- Martini E. (1971) Standard Tertiary and Quaternary Calcareous Nannoplankton Zonation. (Ed. A. Farinacci) *Proc. of the Second Planktonic Conf.* Roma, **2**, 739-785.
- Naidin D.P. (2003) The Turgai Strait in the system of meridional connections of the Late Cretaceous seas of the Northern Hemisphere. *Bull. MOIP. Otd. Geol.*, **78**(4), 49-55. (In Russ.)
- Naidin D.P. (2006) Upper Cretaceous section of Kushmurun, Turgai Strait. *Vestn. MGU. Ser. 4. Geologiya*, (4), 3-9. (In Russ.)
- Unified regional stratigraphic schemes of Neogene and Paleogene deposits of the West Siberian Plain. 2001) Explanatory note. Novosibirsk, SNIIGiMS, 84 p., appendix 11 sheets. (In Russ.)
- Upper Cretaceous deposits of the Southern Trans-Urals. (1990) Sverdlovsk, UrO RAN SSSR Publ., 265 p. (In Russ.)
- Vasil'eva O.N. (2018) Correlation of Middle and Upper Eocene deposits in the Siberian-Turgai subregion based on dinocysts. *Tr. IGG UrO RAN*, vyp. 165, 3-11. (In Russ.)
- Vasil'eva O.N. (2016) Dinocysts of the marine Paleogene of the Trans-Urals. *Tr. IGG UrO RAN*, vyp. 163, 8-17. (In Russ.)
- Vasil'eva O.N. (2015) On the age of the Tavda Formation in the Turgai trough. *Tr. IGG UrO RAN*, vyp. 162, 8-20. (In Russ.)
- Vasil'eva O.N. (1990) Palynology and stratigraphy of marine Paleogene sediments of the Southern Trans-Urals. Preprint. Sverdlovsk, UrO RAN Publ., 55 p. (In Russ.)
- Vasil'eva O.N. (2014) Zonal sequence of Eocene dinocysts from the southern part of the Turgai trough (Chelkar depression, Kazakhstan). *Lithosphere (Russia)*, (6), 132-140. (In Russ.)
- Vasil'eva O.N., Musatov V.A. (2026) Micropalaeontological stratigraphy and palaeoecology of the Middle Eocene of the Lower Volga region, southwest Russia. *Palynology*. (In press.)
- Vasil'eva O.N., Musatov V.A., Malysheva T.P. (2022) New data on the biostratigraphy of the Middle Eocene of Crimea. *Paleontology and stratigraphy: current state and ways of development*. Materials of the LIVIII session of the paleontological society at the Russian Academy of Sciences, dedicated to the 100th anniversary of the birth of A.I. Zhamoydy. St.Petersburg, VSEGEI Publ., 24-25. (In Russ.)
- Yakovleva A.I., Aleksandrova G.N. (2013) On the issue of clarifying the zonal division of Paleocene-Eocene deposits of Western Siberia based on dinocysts. *Bull. MOIP. Otd. Geol.*, **88**(2), 59-82. (In Russ.)
- Yakovleva A.I., Aleksandrova G.N., Gnibidenko Z.N. (2012) Clarification of the age of the Lyulinvor Formation of the Paleogene in the south of Western Siberia based on palynological and paleomagnetic data. *Bull. MOIP. Otd. Geol.*, **87**(3), 53-87. (In Russ.)
- Williams G.M., Fensome R.A., MacRae R.A. (2017) The Lentin and Williams Index of fossil Dinoflagellates 2017 Edition. *Amer. Assoc. Stratigr. Palynol. Contrib. Ser.* 48, 1097 p.