

## **НОВЫЕ БИОСТРАТИГРАФИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ ПО ПОГРАНИЧНОМУ ИНТЕРВАЛУ МАЙКОПСКИХ И ТАРХАНСКИХ ОТЛОЖЕНИЙ (МИОЦЕН) СЕВЕРНОГО АЗЕРБАЙДЖАНА**

**Л. А. Головина<sup>1,\*</sup>, М. Е. Былинская<sup>1</sup>, А. А. Ткачева<sup>1</sup>, С. В. Попов<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Геологический институт РАН, Москва

<sup>2</sup>Палеонтологический институт им. А.А. Борисяка РАН, Москва

\*e-mail: golovinal@mail.ru

Поступила в редакцию 25.11.2025 г.

После доработки 08.12.2025 г.

Принята к публикации 23.12.2025 г.

Новые данные по составу наннопланктона и планктонных фораминифер получены при детальном исследовании пограничных отложений майкопской серии и сияжинской свиты (птероподовые слои) в разрезе Исламдаг (Шемахо-Гобустанский район Азербайджана). Находки стратиграфически важных видов в ассоциациях обеих микропланктонных групп, в том числе зонального вида *Sphenolithus heteromorphus*, позволили провести точную корреляцию с зоной NN5 шкалы Мартини. Дано обоснование для определения границ и объема тарханского региояруса в разрезе Исламдаг, выполнена его корреляция со стратотипическими и опорными разрезами тарханского региояруса Восточного Паратетиса. Выделены этапы развития микропланктонных сообществ, которые коррелируются с подразделениями тарханского региояруса, что позволяет расширить микропалеонтологическую характеристику кровли майкопской серии и подошвы сияжинской свиты.

*Ключевые слова:* микропалеонтология, стратиграфия, миоцен, тархан, наннопланктон, планктонные фораминиферы, Восточный Паратетис

### **ВВЕДЕНИЕ**

Тарханский этап представляет собой особенно важный период в эволюции Восточного Паратетиса в начале среднего миоцена. Ключевым событием этого этапа стало установление широкого водообмена с соседними морскими бассейнами, что кардинально изменило экологическую ситуацию в Восточном Паратетисе вследствие миграции

разнообразных морских и океанических видов планктона и бентоса. Претерпели значительные изменения и условия осадконакопления: аноксические обстановки майкопского бассейна сменились аэробными условиями, что привело к активному развитию бентосной фауны.

Исследование микропланктона тарханских отложений имеет ключевое значение для понимания стратиграфии, палеогеографии и синхронизации геологических событий Восточного Паратетиса, так как состав и структура планктонных сообществ отражает миграционные пути и интенсивность миграций, дает возможность проследить характер и направление трансгрессии и позволяет оценить масштаб водообмена в различных частях палеобассейна. Планктонные группы являются уникальными палеоиндикаторами стратиграфических границ и палеообстановок, имеют значительный стратиграфический потенциал для прямой корреляции региональных подразделений Восточного Паратетиса со стратонами Центрального Паратетиса и Средиземноморья в межрегиональном и субглобальном масштабе (Porov et al., 2022; Попов и др., 2023). Преимущественно микропалеонтологические данные послужили основой для корреляции и оценки продолжительности тарханской трансгрессии, которая сопоставляется с относительно коротким интервалом нормальной полярности C5Bn и имеет возраст около 14.85 млн лет (Palcu et al., 2017, 2019).

Наиболее полное микропалеонтологическое изучение тарханских отложений проведено в Крымско-Кавказской области Восточного Паратетиса (Andreyeva-Grigorovich, Savytskaya, 2000; Крашенинников и др., 2003; Минашвили, Ананишвили, 2013; Palcu et al., 2017; Vernyhorova et al., 2023; Попов и др., 2023). Недостаточно изучены одновозрастные отложения из юго-восточной, наиболее глубоководной части палеобассейна, где в олигоцене и раннем–среднем миоцене формировались однообразные, преимущественно бескарбонатные глинистые толщи, накапливавшиеся при отсутствии биотурбации, трудно расчленяемые из-за полного отсутствия бентосной фауны вследствие дефицита кислорода, что служит препятствием для детальной стратиграфии и корреляции.

В отличие от стратотипических для нижнего миоцена разрезов Картлийской депрессии, Гобустан-Апшеронская часть бассейна в раннем миоцене–начале среднего миоцена была удалена от источников сноса и отличалась более тонким глинистым составом осадков и конденсированным осадконакоплением, куда почти не поступал грубый терригенный материал.

Большая часть проведенных здесь литостратиграфических и геохимических исследований была направлена на майкопскую свиту, отложения которой считались ключевыми нефтематеринскими породами в Южно-Каспийском и Куринском бассейнах

(Johnson et al., 2010; Hudson et al., 2016; Gavrilov et al., 2017; Pupp et al., 2018; Tari et al., 2018; Sachsenhofer et al., 2018, 2021). Во многих работах отмечается, что стратиграфия и корреляция олигоцен-миоценовых отложений Южно-Каспийского бассейна и за его пределами остаются проблематичными, трудности определения возраста обусловлены главным образом отсутствием бентосной фауны и скудными комплексами микрофауны. Соответственно, для более точного понимания взаимосвязи и синхронизации геологических процессов в раннем и среднем миоцене в этом регионе необходимо расширение микропалеонтологических исследований ключевых разрезов с использованием различных планктонных групп. По нашим данным, стратиграфически значимые для межрегиональной и субглобальной корреляции комплексы наннопланктона и планктонных фораминифер в миоценовых отложениях Восточного Паратетиса присутствуют в очень узких интервалах наиболее морских условий палеобассейна, среди которых тарханское время характеризуется наиболее широким морским водообменом (Попов и др., 2023). Другие группы микропланктона, такие как органикостенный фитопланктон и диатомеи, имеют более широкое распространение, однако их стратиграфический и корреляционный потенциал еще раскрыт не полностью и требует дальнейшего изучения.

Главной целью наших исследований было изучение наннопланктона и планктонных фораминифер в интервале перехода от майкопских отложений к сиякинской свите для подтверждения границ и уточнения объема тарханского региояруса в хорошо известном разрезе горы Исламдаг, расположенном у села Чайли на юго-восточном крыле Восточно-Джангинской синклинали (Шемахо-Гобустанский район, Азербайджан), где по разным склонам горы хорошо обнажается наиболее полная последовательность олигоцен-миоценовых отложений. Этот разрез известен в литературе по материалам различных исследований: получены данные по ископаемым остаткам рыб, палиноморф, наннопланктона (Попов и др., 2008), проведены петрографические, минералогические, литолого-геохимические исследования олигоцен-миоценовых отложений (Baldermann et al., 2020; Aghayeva et al., 2021, 2023), получены данные по Re–Os геохронологии (Washburn et al., 2018). Однако детального изучения наннопланктона и планктонных фораминифер с послойным отбором образцов в этом разрезе ранее не проводилось, и его результаты представлены в данной статье.

## ГЕОЛОГИЧЕСКАЯ ОБСТАНОВКА

Согласно стратиграфической схеме Северного Азербайджана, предложенной Н.С. Шатским и В.В. Вебером (1931; Вебер, 1935), тарханские отложения входят в состав сиякинской свиты, залегающей над майкопской серией и сложенной слабоизвестковистыми

и известковистыми аргиллитами с планктонными моллюсками *Limacina* (крылоногие) (=Spiratella, Spirialis), с прослоями доломита до 50 см. Средняя мощность свиты около 50 м, наиболее полно она представлена в разрезе по р. Сумгаит и разрезах Большие Сияки, Дженги, Исламдаг (Попов и др., 2008; Aghayeva et al., 2023).

При первоначальных геологических работах по изучению миоцена юго-восточного окончания Кавказа, на основании находок лимацин, Д.В. Голубятников (1904) выделил “спириалисовые слои”, которые соотнес с чокракским горизонтом. Эти слои также вошли в состав сиякинской свиты, с указанием, что в основании свиты наблюдается зеленовато-серый мергель с *Neaera* (двустворки) и *Pocilsma miocaenica* Reus (уконогие, характерная тарханская форма). Н.С. Шатский и В.В. Вебер писали: “Мергель в основании описываемой свиты, содержащей *Neaera* и *Cirripedia*, его стратиграфическое положение и постепенный переход от майкопской свиты к спириалисовым слоям указывают на наличие в нашей области и эквивалентов тарханского горизонта. Таким образом мы полагаем, что сиякинская свита соответствует чокракскому, а местами чокракскому и тарханскому горизонтам Керченского полуострова и Тамани”, хотя “в Кабристане мы не можем выделить точные эквиваленты тарханского горизонта” (Шатский, Вебер, 1931, с. 251–252).

Достоверность присутствия тарханских отложений в этом регионе была подтверждена позднее результатами исследования фораминифер, палиноморф и наннопланктона (Мамедова, 1968; Ахметьев и др., 2007; Попов и др., 2008, 2023; Байрамова и др., 2021; Aghayeva et al., 2023). Данные по наннопланктону были получены из серии разрезов олигоцен-среднемиоценовых отложений вдоль правого берега р. Сумгаит у моста к селению Чайлы (Головина в Попов и др., 2008). Здесь, в циклическом чередовании известковистых шоколадных глин с выцветами ярозита и серых карбонатных глин с мергелистыми прослоями или линзовидными конкрециями сидеритов или доломитов (до 2 м), в одном из циклов был установлен представительный комплекс наннопланктона с многочисленными *Sphenolithus heteromorphus*, *Helicosphaera waltrans* и *H. carteri* в сопровождении *Coccolithus pelagicus*, *Cyclicargolithus floridanus*, *Braarudosphaera bigelowii*, *Sphenolithus abies*, *S. moriformis*, *Reticulofenestra pseudoumbilicus*, *Rhabdosphaera sicca*, *R. procera*, *Pontosphaera multipora* и *Thoracosphaera heimi* (Головина в Попов и др., 2008). Первоначально комплекс был нами отнесен к нерасчлененному интервалу зон NN4–NN5 шкалы Мартини (Martini, 1971).

Позднее в разрезе Большие Сияки сходный комплекс наннопланктона зоны NN5 был обнаружен в тонком прослое мергеля в основании сиякинской свиты, наряду с обильными планктонными фораминиферами *Globigerina tarchanensis*, некоторыми *Miliolina* sp. и несколькими раковинами лимацин (“*Spirialis andrussovi*” в Aghayeva et al., 2023).

До недавнего времени планктонные фораминиферы в разрезах тархана Восточного Паратетиса целенаправленно не изучались. В различных работах упоминались от 1–2 до нескольких видов, в основном *Globigerina tarchanensis* (Крашенинников и др., 2003; Aghayeva et al., 2023; Vernyhorova et al., 2023 и др.). При изучении тарханских отложений из разрезов Чекох, Пшеха, Белая, Большой Зеленчук и Кубань в Северном Предкавказье было определено более 20 видов планктонных фораминифер, которые составляют своеобразный комплекс, имеющий большее или меньшее сходство с ниже- и среднемиоценовыми комплексами Центрального Паратетиса (Былинская в Попов и др., 2023).

## МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

В ходе полевых работ в 2023 г. нами была дополнена коллекция образцов, собранная в 2008 г. по разрезу Исламдаг. Для опробования был выбран овраг на северо-восточном склоне горы, где хорошо обнажаются верхнемайкопские отложения, перекрытые отложениями сиякинской свиты тархан-раннечокракского возраста (рис. 1). Образцы отбирались со свежее обнаженных поверхностей в непрерывной траншее с заглублением; две группы микропланктона изучались из одного образца. Всего было изучено 11 образцов.

Исследования наннопланктона проводились как в мазковых препаратах (smear-slides), приготовленных из необработанного образца, так и в мазковых препаратах из проб, обработанных по стандартной методике (Bown, Young, 1998). Препараты исследовались в световом и поляризационном режиме с увеличением  $\times 1600$ , при просмотре не менее 300 полей зрения (микроскоп JenaLumar Carl Zeiss). Таксономические определения опирались на исследования К. Перч-Нильсен (Perch-Nielsen, 1985), Дж. Янга (Young, 1998), И. Галович и Д. Янга (Galović, Young, 2012), дополненные материалами веб-сайта Nannotax3 (Young et al., 2022). Палеоэкологическая характеристика наннопланктонных ассоциаций интерпретировалась по преобладанию видов-индикаторов палеообстановок (Perch-Nielsen, 1985; Cachao, Moita, 2000).

Образцы для изучения фораминифер промывали через сито 100 мкм, остаток высушивали и просматривали под световым микроскопом. Для более точного определения видов использовался сканирующий микроскоп TESCAN 2300. Для идентификации таксонов использовалась классификация Уэйд (Atlas..., 2018). Из каждого образца были изготовлены петрографические шлифы для исследования в оптическом микроскопе.

## РЕЗУЛЬТАТЫ

Наше исследование было сосредоточено на интервале мощностью около 3 м, охватывающем самую верхнюю часть верхнемайкопских отложений и перекрывающие отложения сиякинской свиты, представленной чередованием известковистых, неизвестковистых и слабоизвестковистых глин с прослоями доломитов (от 0.3 до 0.5 м) мощностью 42.5 м, в отдельных прослоях присутствуют многочисленные планктонные лимацины. Выше согласно залегают отложения чикильчайской свиты, условно датируемые чокраком–караганом (рис. 1).

**Рис. 1.** Схематическая карта положения разреза Исламдаг (а) и его сопоставление с ранее изученным разрезом по правому берегу р. Сумгаит (б).

Подосва сиякинской свиты в разрезе ранее определялась по ярко выраженному светло-серому мергелю мощностью до 50 см (рис. 1), начиная с которого в разрезе появляются многочисленные *Limacina* sp. (Вебер, 1935; Попов и др., 2008; Aghayeva et al., 2023). Отбор образцов на микропланктон был начат в метре ниже этого маркирующего горизонта. Координаты точки: 40°31'15.73" с.ш., 49°28'9.34" в.д.

#### *Описание интервала*

Миоцен. Майкопская серия.

1. Пачка глин темных шоколадных, с гипсом, на выветрелой поверхности с ярозитом, с прослоями плитчатых алевролитов (0.2–0.3 м). По В.В. Веберу (1935) это пачка а3. Мощность около 15 м.

2. Пачка тех же глин с ожелезнением, складками оползания по склону палеобассейна. Мощность около 8–10 м.

3. Пачка глин темных, почти черных, перемятых, с фиолетовыми прослоями сидеритов и блоками плитчатых алевролитов (пачка b по Веберу). Мощность около 12 м.

4. Пачка серых или бурых глин преимущественно неизвестковистых, ярозитизированных, с алевролитистыми прослоями, с включениями небольших круглых конкреций, разбитых трещинами, (пачка с по Веберу). Мощность около 22 м.

Обр. 20/1 отобран в верхней части пачки, в 75 см от подошвы маркирующего пласта мергеля (рис. 2). С этой точки отбор образцов происходит максимально детально по слоям с сохранением сквозной нумерации предыдущих пачек.

Миоцен. Тарханский региоярус (кувинские слои). Сиякинская свита.

5. Слой глин плотных, темно-бурых, трещиноватых, по выветрелой поверхности мелкощебенчатых, с ярозитом, по свежему сколу первое проявление карбонатности – слабая реакция с 5%-ным раствором HCl (обр. 20/2а). Мощность 15 см.

6. Слой глин серых, трещиноватых, плотных, оскольчатых, с выраженными оттенками коричневого, рыжего цвета, по свежему сколу по поверхности не реагируют с 5%-ным раствором HCl. Мощность 10 см.

7. Слой глин плотных, темно-серых до черных, с включениями органики, по свежему сколу не реагируют с 5%-ным раствором HCl (обр. 20/2б). Мощность 10 см.

8. Слой глин светло-серых, комковатых, слабобрекчированных, со слегка скорлуповатой отдельностью, бурно вскипают с 5%-ным раствором HCl. В нижней части слоя отобран обр. 20/2в. В верхней части слоя контакт с залегающим выше мергелем согласный, в самой кровле слоя отобран обр. 20/2г. Мощность 25 см.

Миоцен. Тарханский региоярус (терские слои).

9. Мергель светло-серый, плотный, массивной текстуры, разбит трещинами выветривания с гипсом. Выделяются две части слоя: нижняя часть неяснослоистая, плотная, доломитизированная, с пятнами ожелезнения по поверхности выветривания (обр. 20/2д); верхняя часть более мягкая, разбитая на небольшие блоки глубокими трещинами выветривания (обр. 20/2е). Мощность 37 см.

Миоцен. Тарханский региоярус (?аргунские слои).

10. Слой глин плотных, почти черных (по свежему излому темно-серых), не реагирующих с 5%-ным раствором HCl, неяснослоистых, в выветрелом состоянии тонколистоватых (обр. 20/2ж). Мощность 6 см.

11. Слой глин плотных, коричневых, на свежем изломе темно-бурых, неяснослоистых, ярозитизированных, не реагирующих с 5%-ным раствором HCl (обр. 20/2з). Мощность 30 см.

Миоцен. Чокракский региоярус. Нижний чокрак.

12. Пачка чередования глин темно-серых, бурых, неяснослоистых, известковистых или слабоизвестковистых, оскольчатых (обр. 20/3, 20/4, 20/5). Мощность 11 м.

13. Переслаивание глин слабокарбонатных и некарбонатных с прослоями доломитов (0.3–0.5 м). В глинах на разных уровнях встречены отпечатки *Limacina*, а в доломитах – дырки, оставшиеся от растворенных раковинок лимацин. Мощность 13 м.

Миоцен. Верхний чокрак–караган. Чикильчайская свита.

14. Согласный переход к циклическому чередованию глин бурых, слабокарбонатных, тонкослоистых, с пропластками плитчатых известняков и линзовидных диатомитов (0.2–0.6 м) без лимацин. Мощность 40 м.

В образцах из пачек 1–4 наннопланктон не обнаружен. Первое проявление карбонатности при опробовании в поле слабым раствором HCl было установлено в слое 5 (обр. 20/2а). Однако наннопланктон здесь не найден, хотя в петрографических шлифах наблюдается наличие органического детрита до 2%. Единичные кокколиторы очень плохой сохранности, вероятно *Coccolithus pelagicus*, установлены в слое 7, в обр. 20/2б (рис. 2).

**Рис. 2.** Распределение наннопланктона и планктонных фораминифер в разрезе Исламдаг.

Слой 8 (обр. 20/2в, 20/2г) характеризуется многочисленным наннопланктоном прекрасной сохранности (табл. I). Наиболее многочисленны кокколиторы группы *Coccolithus pelagicus* вместе со *Sphenolithus heteromorphus*, *S. moriformis*, *Rhabdosphaera clavigera*, *Helicosphaera carteri*, *H. mediterranea*. Умеренно часто встречаются мелкие *Reticulofenestra* sp. с немногочисленными *Braarudosphaera bigelowii*. Отличительной особенностью ассоциации является акме *Sphenolithus heteromorphus* и видов рода *Helicosphaera*. В небольшом количестве найдены переотложенные виды палеогена (преимущественно эоцена).

В слое 9, представленном маркирующим мергелем, обр. 20/2д отобран в нижней части слоя. Наннопланктон здесь почти полностью перекристаллизован, целые кокколиторы не сохранились, очевидно разрушены вторичными процессами, невозможно выделить ни одной целой формы, в препарате осадок представлен мельчайшими карбонатными зернами.

В средней части слоя 9 (обр. 20/2) присутствуют частые *Coccolithus pelagicus*, мелкие *Reticulofenestra* spp., реже встречаются представители рода *Helicosphaera*.

В верхней части слоя (обр. 20/2е) целые формы кокколиторы немногочисленны и представлены *Coccolithus pelagicus*, *Sphenolithus moriformis*, *Helicosphaera carteri* и мелкими *Reticulofenestra* spp.

В слое 10, непосредственно над мергелем (обр. 20/2ж), наннопланктон не обнаружен. Присутствуют обильные планктонные моллюски рода *Limacina*.

В слое 11 (обр. 20/2з) наннопланктон отсутствует, но найдены полурастворенные диагенезированные обломки лимацин.

В слое 12 (обр. 20/3) наннопланктон представлен единичными *Coccolithus pelagicus*, *Cyclicargolithus floridanus*, *Reticulofenestra* sp.

**Таблица I.** Наннопланктон из тарханских отложений разреза Исламдаг (обр. 20/2в, 20/2г).



### *Планктонные фораминиферы*

В самой верхней части пачки 4 (обр. 20/1) и слоях 5–6 фораминиферы не обнаружены, первые единичные находки ювенильных *Turborotalita quinqueloba*, *Tenuitella* sp. установлены в слое 7, в обр. 20/2б (рис. 2). Часть раковин неопределима даже до рода из-за мельчайших размеров.

В слое 8 (обр. 20/2в, 20/2г) содержится довольно богатый и разнообразный комплекс планктонных фораминифер, включающий *Turborotalita quinqueloba*, *Tenuitella angustiumbilocata*, *T. munda*, *Globigerina tarchanensis*, *G. dubia*, *Globigerinita glutinata*, *G. uvula*, *Ciperoella anguliofficialis* (табл. II). Особенностью комплекса является практически полное отсутствие бентосных видов. В обр. 20/2в обнаружен планктонный вид *Cassigerinella chipolensis*, который неизвестен из тарханских разрезов Северного Предкавказья и Крыма, но упоминался в миоцене Центрального Паратетиса (Piller et al., 2007), Средиземноморья (Di Stefano et al., 2008) и Индийского океана (Fleisher, 1974).

В нижней части слоя 9 (обр. 20/2д) известковый микропланктон практически отсутствует или перекристаллизован. Угадываются остатки мельчайших раковин фораминифер. В средней части слоя (обр. 20/2) присутствуют мелкие экземпляры *Tenuitella angustiumbilocata*, *T. aff. munda*, *Globigerinita glutinata*, *Globigerina aff. dubia* и *Turborotalita quinqueloba*. Кроме того, присутствуют бентосные *Fissurina* sp.

В верхней части слоя 9 (обр. 20/2е) фораминиферы сохранились лучше и представлены набором тарханских видов *Globigerinita glutinata*, *G. uvula*, *Turborotalita quinqueloba*, *Tenuitella aff. angustiumbilocata*, *T. aff. munda*, *Globigerina dubia* и *Ciperoella aff. anguliofficialis*.

В слое 10, непосредственно над мергелем (обр. 20/2ж), установлены очень мелкие *Turborotalita quinqueloba*, *Globigerinita glutinata*, *Tenuitella aff. munda*. Присутствуют планктонные моллюски рода *Limacina*.

В слое 11 (обр. 20/2з) найдены единичные, полурастворенные, диагенизированные планктонные фораминиферы и довольно много обломков *Limacina*.

В слое 12 (обр. 20/3) довольно многочисленны очень мелкие *Turborotalita quinqueloba*, *Globigerinita glutinata*, *G. uvula*, *Tenuitella munda*, *T. aff. angustiumbilocata*, *Paragloborotalia continuosa*.

**Таблица II.** Планктонные фораминиферы из тарханских отложений разреза Исламдаг (обр. 20/2г). Длина масштабной линейки 100 мкм.

### ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

Полученные данные по наннопланктону и планктонным фораминиферам позволяют расширить микропалеонтологическую характеристику пограничного интервала отложений майкопской и сияжинской свит, уточнить нижнюю границу сияжинской свиты и представить обоснование для определения границ и объема тарханского регионаруса в разрезе Исламдаг с выделением кувинских, терских и аргунских слоев. Несмотря на малую мощность тарханских отложений в разрезе Исламдаг (разрез можно считать конденсированным), здесь наблюдаются те же закономерности развития комплексов микропланктона, что и в других ключевых разрезах Восточного Паратетиса.

Процесс становления и развития обеих групп известкового микропланктона находился в прямой зависимости от стадий эволюции тарханского палеобассейна. Контролирующим фактором выступала динамика гидрологических параметров, обусловленная изменениями уровня моря и широтой трансгрессивных связей с океаном.

На основании присутствия и развития комплексов наннопланктона и планктонных фораминифер, в разрезе Исламдаг выделено четыре подразделения, которые позволяют реконструировать и охарактеризовать этапы развития экосистемы палеобассейна в тарханское время.

#### **Первый этап (интервал слоев 5–6 (переходные слои), раннекувинское время).**

Нижняя граница этого интервала устанавливается по подошве слоя 5 – по первому проявлению известковистости пород при полевом опробовании. Присутствие рассеянного органогенного детрита наблюдается и в петрографических шлифах, но сохранных форм наннопланктона и планктонных фораминифер здесь не установлено. Причина их отсутствия, вероятно, связана с условиями седиментации в глубоководных областях стратифицированного майкопского бассейна при трансформации аноксического режима. В таких областях в самом начале тарханской трансгрессии при усилении вертикальной циркуляции формировалась переходная область, подобно субкислородной зоне в современном Черном море (Oguz et al., 2000; Kononov et al., 2006), которая характеризуется наличием слоев с различающимся химическим, биологическим и микробиологическим составом, а также отсутствием как мощного восстановителя – сероводорода, так и мощного окислителя – кислорода (Кубрякова, 2019). В этой зоне подразумевается очень малый нисходящий поток кислорода, который не может компенсировать восходящий поток сероводорода (Кубрякова, Коротаев, 2013).

Подобные условия, очевидно, были характерны для глубоководной части тарханского бассейна на протяжении большей части кувинского времени, так как нижний тархан – кувинские слои (Мерклин и др., 1964) (=камышлацкие; Носовский и др., 1976) – в целом сложен некарбонатными шоколадными глинами, литологически сходными с

глинами майкопской серии при полном отсутствии известкового микропланктона. Так, в глубоководных фациях Керченского полуострова (Малый Камышлак), Западно-Кубанского прогиба (скважина КСГ-12000) и Западной Грузии (разрез Джгали) известковый микропланктон присутствует в узком интервале в самой верхней части кувинских слоев, а в Центральном и Западном Предкавказье, где обстановки были более мелководными, этот интервал возрастает соответственно до 0.4–2 и трех метров (Головина в Попов и др., 2023). Стабилизация новых условий в таких обстановках устанавливается лишь в позднекувинское время. Так, в гипостратотипе тарханского региояруса (разрез Малый Камышлак) камышлакские слои охарактеризованы наннопланктоном и фораминиферами только в самой кровле, в очень узком интервале мощностью 2–5 см.

Совершенно иная картина наблюдается в стратотипе кувинских слоев (разрез р. Большой Зеленчук), где наннопланктон встречается повсеместно, а мощность слоев составляет 2 метра. В таком случае уровень появления наннопланктона и фораминифер в глубоководных разрезах Восточного Паратетиса маркирует не самое начало тарханской трансгрессии, а уже окончательную перестройку условий осадконакопления. Вероятно, этот переход не был синхронным с аналогичными изменениями в более мелководных зонах палеобассейна, где происходила более активная циркуляция водной толщи.

Следовательно, интервал слоев 5 и 6 в разрезе Исламдаг рассматривается нами как переходная толща, соответствующая началу трансформации гидрологического режима палеобассейна в раннекувинское время. Сигналом такой трансформации является появление карбонатности в осадках, наблюдаемое как при опробовании в поле, так и в петрографических шлифах. Этот уровень соответствует нижней границе тарханского региояруса и основанию сиякинской свиты.

**Второй этап (интервал слоев 7–8, кувинское время).** Первые единичные находки ювенильных раковин планктонных фораминифер отмечены в слое 7. Целые формы кокколитофоров здесь не обнаружены, присутствуют единичные формы очень плохой сохранности, а в вышележащем слое 8 уже наблюдается богатый комплекс обеих микропланктонных групп. Их исключительная сохранность и таксономическое разнообразие свидетельствуют о стабилизации условий тарханского бассейна, его солевого и температурного режима. Практически полное отсутствие грубообломочной терригенной примеси указывает на стабильные гидродинамические условия, обеспечивающие прозрачность поверхностного слоя, что является существенным условием для развития фотосинтезирующих кокколитофоров.

Интервал слоев 7–8 сопоставляется с кувинскими слоями нижнего тархана.

**Третий этап (слой 9, терское время).** Охватывает отложения, представленные маркирующим “тарханским” мергелем, мощностью около 50 см. Формирование мергеля и, соответственно, усиление карбонатной составляющей в осадке фиксирует очередную смену режима осадконакопления в разрезе Исламдаг. В нижней части пласта микропланктон практически не сохранился. Большая часть биогенной составляющей мергеля перекристаллизована. Такая сохранность микропланктона характерна для доломитовых мергелей и доломитистых алеврито-глинистых известняков в тарханских разрезах, например в разрезе по р. Белая, балке Яман Джалга (Головина в Крашенинников и др., 2003). В то же время в карбонатных глинах среднего тархана (как, например, в стратотипе кувинских слоев по р. Большой Зеленчук) ассоциация наннопланктона и планктонных фораминифер обычно наиболее многочисленная и разнообразная (Крашенинников и др., 2003; Головина, Былинская, 2020; Vernihorova et al., 2023; Попов и др., 2023). В средней части мергеля (обр. 20/2) наннопланктон достаточно обилен, его сохранность немного улучшается, но таксономическое разнообразие сохранившихся форм невелико, основными компонентами являются *Coccolithus pelagicus*, *Cyclocargolithus floridanus*, *Helicosphaera* sp. и *Reticulofenestra* sp. Комплекс планктонных фораминифер более разнообразен, но также отличается плохой сохранностью.

Слой 9 сопоставляется с терскими слоями среднего тархана.

**Четвертый этап (слои 10–12, аргунское время).** Резкая литологическая граница знаменует возвращение аноксических условий и очередной новый цикл осадконакопления. Тончайший (6 см) слой 7, сложенный темно-шоколадными, почти черными глинами с обильными углистыми частицами и остатками органики, перекрывающий светло-серый мергель, не охарактеризован наннопланктоном, однако встречены немногочисленные очень мелкие планктонные фораминиферы трех видов совместно с планктонными крылоногими моллюсками *Limacina*. Последние выше по разрезу встречаются почти на всем протяжении сиякинской свиты. Снижение таксономического разнообразия и численности наннопланктона наглядно демонстрирует сокращение/ограничение связи с полносоленым морским бассейном в позднетарханское время. Такая тенденция прослежена на всем протяжении тарханского бассейна и наиболее подробно исследована в гипостратотипе тарханского региояруса в разрезе Малый Камышлак (Andreyeva-Grigorovich, Savytskaya, 2000; Головина в Крашенинников и др., 2003; Golovina in Palcu et al., 2017; Vernihorova et al., 2023).

Вопрос о положении верхней границы тарханского региояруса и критериях ее определения по наннопланктону остается наиболее сложным, так как тарханский и чокракский этапы фактически представляют собой две фазы одного морского цикла,

различающиеся изменениями в функционировании пролива Карасу (Palcu et al., 2019). В гипостратотипе Малый Камышлак представительный комплекс наннопланктона присутствует только в небольшом интервале непосредственно над мергелем, далее резко сокращается. Судя по составу бентосных фораминифер, в этом же интервале еще сохраняется часть полигалинных тарханских видов, что позволяет относить эту часть разреза к верхнему тархану (Попов и др., 2023). Кровля тархана, проводимая по появлению чокракских эндемиков в составе бентосных фораминифер в разрезах Малый Камышлак и Скеля, соответствует примерно 14.8–14.85 млн лет (Porov et al., 2022, p. 1671, fig. 19). По этим данным тархан является очень коротким и его продолжительность оценивается в первые сотни тыс. лет. Соответственно, в таком конденсированном разрезе, как разрез Исламдаг, верхнюю границу тархана условно можно провести в нижней части слоя 12, а интервал слоев 10–11 соотнести с аргунскими слоям верхнего тархана.

Таким образом, хотя интервал, охарактеризованный наннопланктоном, в разрезе Исламдаг весьма маломощный, не более полутора метров, однако таксономический состав комплекса позволяет выделить слои с *Sphenolithus heteromorphus*, которые коррелируются с частью зоны NN5 *Sphenolithus heteromorphus*. При изучении в 2006 г. разреза по р. Сумгаит, расположенного в 5 км от разреза Исламдаг, присутствие наннопланктона было установлено в нескольких циклах чередования неизвестковистых шоколадных глин с выцветами ярозита и серых карбонатных глин с мергелистыми прослоями (рис. 1). Подобная цикличность может отражать как колебания подвижной границы субкислородной зоны, так и, возможно, влияние склоновых процессов подводного оползания. По таксономическому составу комплекс наннопланктона в обр. 9 (III цикл) из разреза по р. Сумгаит полностью аналогичен богатому комплексу из слоя 8 (обр. 20/2в, 20/2г) в разрезе Исламдаг и также характеризуется акме *Sphenolithus heteromorphus* (Попов и др., 2008). Другие уровни с наннопланктоном в разрезе по р. Сумгаит содержат более бедный комплекс без стратиграфически важных видов. Недостаточно детальный отбор 2006 г. не позволяет выявить полную последовательность развития комплекса наннофлоры в этом разрезе, но, очевидно, отложения циклов I–III соответствуют тарханским отложениям, а отложения циклов IV–VIII – нижнему чокраку и входят в состав сиякинской свиты.

## НЕКОТОРЫЕ АСПЕКТЫ РАЗВИТИЯ ТАРХАНСКИХ КОМПЛЕКСОВ НАННОПЛАНКТОНА И ПЛАНКТОННЫХ ФОРАМИНИФЕР

**Наннопланктон.** По таксономическому составу ассоциация наннопланктона прекрасно соотносится с ранее изученными комплексами слоев с *Sphenolithus*

*heteromorphus* из разрезов тарханского региояруса (Головина в Попов и др., 2008, 2023), коррелируемых с зоной NN5 *Sphenolithus heteromorphus* шкалы Мартини (Martini, 1971). Совместное присутствие в разрезе Исламдаг двух стратиграфически важных видов *Sphenolithus heteromorphus* и *Helicosphaera waltrans* дает уверенную корреляцию с комплексами из гипостратотипа тарханского региояруса (разрез Малый Камышлак) и из стратотипа кувинских слоев нижнего тархана (разрез р. Большой Зеленчук) (Головина в Попов и др., 2023). Вместе с тем необходимо отметить ряд особенностей ассоциации наннофлоры. Обращает на себя внимание исключительная сохранность кокколитов, отсутствие переотложенных форм и терригенной примеси, что является весьма редким для миоценовых ассоциаций Восточного Паратетиса. Другой важной особенностью является обилие тепловодных форм – сфенолитов, в частности акме вида-индекса зоны NN5 *Sphenolithus heteromorphus*. Эта особенность была отмечена ранее и при изучении разреза по правому борту р. Сумгаит (Головина в Попов и др., 2008). Следует отметить и обилие таксонов рода *Helicosphaera*, ассоциированных с шельфовыми областями апвеллинга и демонстрирующих выраженную чувствительность к поступлению питательных веществ. Наиболее обильны *Helicosphaera carteri*, в меньшем количестве присутствует *Helicosphaera mediterranea*, редко *Helicosphaera waltrans*. Повышенная продуктивность вод в исследуемом районе подтверждается также доминированием *Coccolithus pelagicus*. Хотя этот вид известен как индикатор холодноводных условий, его обилие в разрезах Восточного Паратетиса по нашим наблюдениям, очевидно, связано с зонами апвеллинга и повышенным поступлением питательных веществ. Это подтверждает мнение, что *C. pelagicus* может использоваться в качестве индикатора периферии районов повышенной продуктивности, так как стабильно занимает особую экологическую нишу, связанную с условиями умеренной турбулентности в сочетании с доступностью питательных веществ (Cachao, Moita, 2000).

Редкие, порой единичные находки микропланктона в осадке на протяжении большей части нижнетарханских слоев свидетельствуют о сохраняющемся режиме стратификации водных масс и затрудненной вертикальной циркуляции в начале кувинского времени. Наиболее благоприятные условия для известкового наннопланктона существовали в изученном районе в позднекувинское и, отчасти, в терское время, затем ассоциация наннофлоры теряет разнообразие и стратиграфическую значимость. С наступлением чокракского времени продолжают существовать лишь виды широкого стратиграфического диапазона.

**Планктонные фораминиферы.** Обнаруженный в разрезе Исламдаг комплекс планктона в целом соответствует таковому из тарханских отложений северо-западного

Предкавказья (разрезы по рр. Чекох, Пшеха, Белая, Большой Зеленчук и Кубань) (Былинская в Попов и др., 2023), но имеет некоторые отличия. В нем также присутствуют ныне живущие космополитные толерантные виды *Globigerinita glutinata*, *G. uvula*, *Turborotalita quinqueloba*, а наиболее частыми и многочисленными являются миоценовые *Tenuitella angustiumbilitata*, *T. munda*, *Globigerina dubia*, *G. tarchanensis* и *Ciperoella anguliofficialis* (табл. II). Все эти виды существовали в раннем–среднем миоцене Центрального Паратетиса, причем наибольшее сходство обнаруживается с комплексом нижнего бадения Австрии (Rögl, Spezzaferri, 2003). В комплексе из Исламдага, в отличие от западно-предкавказских разрезов, не найдены виды-маркеры (*Orbulina suturalis*), но присутствует *Cassigerinella chipolensis* (табл. II). Этот вид традиционно считался распространенным в олигоцене–нижнем миоцене. Он известен из Северной Атлантики (Weitkamp et al., 2025), Мальты (Foresi et al., 2014), Центрального Паратетиса (Piller et al., 2007) и Турции (Nakyemez et al., 2016). В Словакии (Šarinová et al., 2021) и Австрии (Rögl, Spezzaferri, 2003) он был встречен в бадении, но трактовался как переотложенный. Наконец, в Средиземноморье, в скважине DSDP 372, его находки обнаружены в отложениях лангия, вплоть до уровня, датированного 14.2 млн лет (Di Stefano et al., 2008), а в Индийском океане (скважина DSDP 219) у побережья Индии он спорадически встречается до низов верхнего миоцена (Fleisher, 1974). Таким образом, хотя географическое распространение *Cassigerinella chipolensis* охватывало и Атлантику, и Индо-Пацифику, его находки в тархане в восточной части Паратетиса и его отсутствие в одновозрастных отложениях западнее, в Предкавказье и Крыму, предположительно могут подкреплять точку зрения о связи тарханского бассейна с Анатолийским и Центрально-Иранским бассейнами (Porov et al., 2025).

Если сравнивать распределение планктонных фораминифер в разрезах тарханского региояруса разных областей с их распределением в разрезе Исламдаг, то можно отметить как сходство, так и различия. В разрезе Исламдаг самая богатая ассоциация приурочена к подстилающему мергель слою, а выше него комплекс очень беден или планктонные фораминиферы там совсем отсутствуют. В гипостратотипе тарханского региояруса (Малый Камышлак) наиболее представительный комплекс планктонных фораминифер также фиксируется в самых верхах кувинских слоев, в слое глин непосредственно под тарханским мергелем. В самой кровле слоев количество планктонных фораминифер увеличивается, и среди них встречается много aberrantных экземпляров (данные Былинской в Попов и др., 2023). Ю.В. Вернигорова (Vernyhorova et al., 2023) также указывает на находки в этом слое небольшого количества мелких *Globigerina*, однако в Камышлакском разрезе Крыма

присутствует и представительная ассоциация бентосных фораминифер, включающая 10 видов и 7 родов. Все раковины имеют небольшие размеры, тонкие стенки и часто сломаны.

В разрезе Исламдаг уникальность фораминиферового сообщества проявляется в том, что фораминиферы имеют прекрасную сохранность, высокое таксономическое разнообразие при практически полном отсутствии бентоса, в отличие от ранее исследованных разрезов тарханского региона (Былинская в Попов и др., 2023).

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Процесс становления и развития ассоциаций планктонных фораминифер и наннопланктона в тарханское время находился в прямой зависимости от стадий эволюции палеобассейна. Контролирующим фактором выступала динамика гидрологических параметров, обусловленная изменениями уровня моря и широтой трансгрессивных связей с океаном. Наиболее полная летопись событий и трансформации условий осадконакопления содержится в непрерывной последовательности осадков глубоководных областей палеобассейна. Отложения верхов майкопской серии и сиякинской свиты в Северном Азербайджане (разрез Исламдаг) являются превосходным полигоном для расшифровки такой летописи, несмотря на малую мощность осадков. Послойное детальное опробование пограничных отложений майкопской серии и сиякинской свиты показало наличие стратиграфически значимых комплексов наннопланктона и богатого комплекса планктонных фораминифер. На основании их присутствия уточнен объем и нижняя граница тарханского региона, выделены этапы развития микропланктона, соответствующие подразделениям тархана – кувинским, терским и аргунским слоям. Интервал слоев, охарактеризованный наннопланктоном и планктонными фораминиферами в разрезе Исламдаг, соответствует биостратиграфическому горизонту – слоям с *Sphenolithus heteromorphus*, коррелируемым с нижней частью зоны NN5 *Sphenolithus heteromorphus*.

**Благодарности.** Авторы выражают глубокую благодарность директору Института геологии и геофизики НАН Азербайджана академику А.А. Ализаде, сотрудникам отдела эволюции биоты и корреляции геологических событий и лично Ш. Байрамовой за помощь в проведении полевых работ.

Мы искренне благодарны рецензентам К. Коиавы (Тбилисский государственный университет, Институт геологии им. А. Джанелидзе), В.А. Мусатову (АО “Нижне-Волжский научно-исследовательский институт геологии и геофизики”), В.С. Вишневской (ГИН РАН), а также М.А. Рогову и Ю.Б. Гладенкову (ГИН РАН) за ценные замечания и конструктивные предложения, которые способствовали значительному улучшению работы. Авторы статьи выражают глубокую благодарность заведующей редакцией А.И.



Мещерской за ее профессиональное руководство и неоценимую помощь на всех этапах процесса подачи материала.

**Источники финансирования.** Работа выполнена по гранту РНФ 25-27-00239.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Ахметьев М.А., Запорожец Н.И., Головина Л.А., Попов С.В., Сычевская Е.К., Эфендиева М.А., Фейзуллаев А.А., Алиев Ч.С.* Новые данные по стратиграфии майкопских отложений Центрального Гобустана // Стратиграфия и седиментология нефтегазоносных бассейнов. 2007. № 1. С. 32–53.
- Байрамова Ш.Ш., Тагиева Е.Н., Бабазаде А.Д.* Микропалеонтологические исследования отложений майкопской серии юго-восточного окончания Большого Кавказа (Азербайджан) // ANAS Transactions. Earth Sci. 2021. № 1. Р. 56–74.  
<https://doi.org/10.33677/ggianas20210100055>
- Вебер В.В.* Геологическая карта Кабристана // Тр. НГРИ. 1935. Сер. А. Вып. 62. 300 с.
- Головина Л.А., Былинская М.Е.* Тарханские ассоциации известкового наннопланктона и планктонных фораминифер Предкавказья и их значение для детализации региональной стратиграфической схемы юга России // Современные проблемы геологии, геофизики и геоэкологии Северного Кавказа. Т. 10. Ч. 1. Грозный: ИИЕТ РАН, 2020. С. 98–103.
- Голубятников Д.В.* Главнейшие результаты геологических работ, произведенных на Апшеронском полуострове в 1903 г. // Изв. Геол. ком. 1904. Т. 33. № 9. С. 289–330.
- Крашенинников В.А., Басов И.А., Головина Л.А.* Восточный Паратетис: тарханский и конкский региоярусы. М.: Научный мир, 2003. 194 с.
- Кубрякова Е.А.* Моделирование процессов горизонтального и вертикального транспорта соли и биогенных элементов в Черном море. Дисс. ... канд. физ.-мат. наук. Севастополь: Морской гидрофизический институт РАН, 2019. 179 с.
- Кубрякова Е.А., Коротаев Г.К.* Сезонная изменчивость циркуляции и формирование солености поверхностных вод Черного моря // Морской гидрофизический журнал. 2013. № 3. С. 3–12.
- Мамедова Л.Д.* Микрофауна и стратиграфия миоценовых отложений северо-восточного Азербайджана. Автореф. дисс. ... канд. геол.-мин. наук. Баку: ИГ АН АзССР, 1968. 19 с.
- Мерклин Р.Л., Богданович А.К., Буряк В.Н.* О фауне из верхней части рифовых отложений рек Кубань и Большой Зеленчук (Северный Кавказ) // Бюлл. МОИП. Отд. геол. 1964. Т. 39. Вып. 4. С. 52–56.

- Минашвили Ц.Д., Ананиашвили Г.Д.* К биостратиграфии тархан-чокракских отложений Крымско-Кавказской области // *Зб. наук. праць ін-ту геол. наук НАН України*. 2013. Т. 6. С. 152–159.
- Носовский М.Ф., Барг И.М., Пишванова Л.С., Андреева-Григорович А.С.* Об объеме тарханского яруса на Юге СССР // *Стратиграфия кайнозоя Северного Причерноморья и Крыма*. Днепропетровск: Изд-во Днепропетр. ун-та, 1976. С. 22–31.
- Попов С.В., Сычевская Е.К., Ахметьев М.А., Запорожец Н.И., Головина Л.А.* К стратиграфии майкопских отложений и птероподовых слоев Северного Азербайджана // *Стратиграфия. Геол. корреляция*. 2008. Т. 16. № 6. С. 90–103.
- Попов С.В., Головина Л.А., Палку Д.В., Гончарова И.А., Пинчук Т.Н., Ростовцева Ю.В., Ахметьев М.А., Александрова Г.Н., Запорожец Н.И., Банников А.Ф., Былинская М.Е., Застрожных А.С., Лазарев С.Ю.* Неоген Восточного Паратетиса: регионарусная шкала, опорные разрезы и проблемы корреляции // *Труды ПИН РАН*. 2023. Т. 299. 504 с.
- Шатский Н.С., Вебер В.В.* Миоцен юго-восточного окончания Кавказа // *Бюлл. МОИП. Отд. геол.* 1931. Т. 9. № 3, 4. С. 233–264.
- Aghayeva V., Sachsenhofer R.F., van Baak C.G.C., Bechtel A., Hoyle T.M., Selby D., Shiyanova N., Vincent S.J.* New geochemical insights into Cenozoic source rocks in Azerbaijan: implications for petroleum systems in the South Caspian Region // *J. Petrol. Geol.* 2021. V. 44. № 3. P. 349–384.
- Aghayeva V., Sachsenhofer R.F., van Baak C.G.C., Bayramova Sh., Coriç S., Frühwirth M.J., Rzaeva E., Vincent S.J.* Stratigraphy of the Cenozoic succession in eastern Azerbaijan: implications for petroleum systems and paleogeography in the Caspian basin // *Marine Petrol. Geol.* 2023. V. 150. P. 106–148. <https://doi.org/10.1016/j.marpetgeo.2023.106148>
- Andreyeva-Grigorovich A.S., Savytskaya N.* Nannoplankton of the Tarkhanian deposits of the Kerch Peninsula (Crimea) // *Geologica Carpathica*. 2000. V. 51. № 6. P. 399–406.
- Atlas of Oligocene Planktonic Foraminifera.* Eds. Wade B.S., Olsson R.K., Pearson P.N. et al. // *Cushman Foundation of Foraminiferal Res. Spec. Publ.* 2018. № 46. 524 p.
- Baldermann A., Abdullayev E., Taghiyeva Y., Alasgarov A., Javad-Zada Z.* Sediment petrography, mineralogy and geochemistry of the Miocene Islam Dag Section (Eastern Azerbaijan): implications for the evolution of sediment provenance, palaeo-environment and (post-)depositional alteration patterns // *Sedimentology*. 2020. V. 67. № 1. P. 152–172. <https://doi.org/10.1111/sed.12638>.
- Bown P.R., Young J.R.* Techniques // *Calcareous nannofossil biostratigraphy*. Ed. Bown P.R. Cambridge: Chapman & Hall, 1998. P. 16–28.

- Cachao M., Moita M.T.* Coccolithus pelagicus, a productivity proxy related to moderate fronts off Western Iberia // *Marine Micropaleontol.* 2000. V. 39. № 1–4. P. 131–155.
- Di Stefano A., Foresi L.M., Lirer F., Iaccarino S.M., Turco E., Amore F.O., Mazzei R., Morabito S., Salvatorini G., Aziz H.A.* Calcareous plankton high resolution bio-magnetostratigraphy for the Langhian of the Mediterranean area // *Riv. Ital. Paleontol. Stratigr.* 2008. V.114 (1). P. 51–76.
- Fleisher R.L.* Cenozoic planktonic foraminifera and biostratigraphy, Arabian Sea // *Init. Rep. Deep Sea Drilling Project, Leg 23A.* 1974. V. 23. P. 1001–1072.
- Foresi L.M., Baldassini N., Sagnotti L., Lirer F., Di Stefano A., Caricchi C., Verducci M., Salvatorini G., Mazzei R.* Integrated stratigraphy of the St. Thomas section (Malta Island): a reference section for the lower Burdigalian of the Mediterranean Region // *Marine Micropaleontol.* 2014. V. 11. P. 66–89.
- Galović I., Young J.R.* Revised taxonomy and stratigraphy of Middle Miocene calcareous nannofossils of the Paratethys // *Micropaleontology.* 2012. V. 58. № 4. P. 305–334.
- Gavrilov Yu.O., Shchepetova E.V., Shcherbinina E.A., Golovanova O.V., Nedumov R.I., Pokrovsky B.G.* Sedimentary environments and geochemistry of upper Eocene and lower Oligocene rocks in the Northeastern Caucasus // *Lithol. Miner. Resour.* 2017. V. 52. № 6. P. 447–466.
- Hakyemez A., Özgen-Erdem N., Kangal Ö.* Planktonic and benthic foraminiferal biostratigraphy of the Middle Eocene–Lower Miocene successions from the Sivas Basin (Central Anatolia, Turkey) // *Geologica Carpathica.* 2016. V. 67. P. 21–40.
- Hudson S.M., Johnson C.L., Afandiyeva M.A.* Spatial and temporal variability of Paleocene–Miocene organofacies of the Kura Basin, eastern Azerbaijan, and implications for basin evolution and petroleum generation // *Organic Geochem.* 2016. V. 97. P. 131–147.
- Johnson C.L., Hudson S.M., Rowe H., Afandiyeva M.A.* Geochemical constraints on the Palaeocene–Miocene evolution of eastern Azerbaijan, with implications for the South Caspian basin and eastern Paratethys // *Basin Res.* 2010. V. 22. P. 733–750.
- Konovalov S.K., Murray J.W., Luther G.W., Tebo B.M.* Processes controlling the redox budget for the oxic/anoxic water column of the Black Sea // *Deep-Sea Res. Part II.* 2006. V. 53. № 17–19. P. 1817–1841.
- Martini E.* Standard Tertiary and Quaternary calcareous nannoplankton zonation // *Proc. Second Planktonic Conference.* Ed. Farinacci A. Roma, 1971. V. 2. P. 739–785.
- Oguz T., Ducklow H.W., Malanotte-Rizzoli P.* Modeling distinct vertical biogeochemical structure of the Black Sea: dynamical coupling of the oxic, suboxic, and anoxic layers // *Global Biogeochemical Cycles.* 2000. V. 14. № 4. P. 1331–1352.

- Palcu D.V., Golovina L.A., Vernyhorova Y.V., Popov S.V., Krijgsman W.* Middle Miocene paleoenvironmental crises in Central Eurasia caused by changes in marine gateway configuration // *Glob. Planet. Change*. 2017. V. 158. P. 57–71.
- Palcu D.V., Popov S.V., Golovina L.A., Kuiper K.F., Liu S., Krijgsman W.* The shutdown of an anoxic giant: magnetostratigraphic dating of the end of the Maikop Sea // *Gondwana Res.* 2019. V. 67. P. 82–100.
- Perch-Nielsen K.* Cenozoic calcareous nannofossils // *Plankton Stratigraphy*. Eds. Bolli H.M., Saunders J.B., Perch-Nielsen K. Cambridge: Cambridge University Press, 1985. P. 427–554.
- Piller W.E., Harzhauser M., Mandic O.* Miocene Central Paratethys stratigraphy – current status and future directions // *Stratigraphy*. 2007. V. 4. № 2/3. P. 151–168.
- Popov S.V., Golovina L.A., Palcu D.V., Goncharova I.A., Pinchuk T.N., Rostovtseva Yu.V., Akhmetiev M.A., Aleksandrova G.N., Zaporozhets N.I., Bannikov A.F., Bylinskaya M.E., Lazarev S.Yu.* Neogene regional scale of the Eastern Paratethys, stratigraphy and paleontological basis // *Paleontol. J.* 2022. V. 56. № 12. P. 1557–1720.
- Popov S.V., Goncharova I.A., Golovina L.A., Pinchuk T.N., Palcu D.V., Bylinskaya M.E., Zastrozhnov A.S.* Middle–Late Miocene paleogeography of the Eastern Paratethys. Part II. Tarkhanian basin: stratigraphy, facies, paleogeography and biota // *Stratigr. Geol. Correl.* 2025. V. 33. № 7. P. 814–842.
- Pupp M., Bechtel A., Ćorić S., Gratzner R., Rustamov J., Sachsenhofer R.F.* Eocene and Oligo-Miocene source rocks in the Rioni and Kura basins of Georgia: depositional environment and petroleum potential // *J. Pet. Geol.* 2018. V. 41. P. 367–392.  
<https://doi.org/10.1111/jpg.12708>
- Rögl F., Spezzaferri S.* Foraminiferal paleoecology and biostratigraphy of the Mühlbach section (Gaiendorf Formation, Lower Badenian), Lower Austria // *Ann. Naturhist. Mus. Wien*. 2003. V. 104A. P. 23–75.
- Sachsenhofer R.F., Popov S.V., Coric S., Mayer J., Misch D., Morton M.T., Pupp M., Rauball J., Tari G.* Paratethyan petroleum source rocks: an overview // *J. Petrol. Geol.* 2018. V. 41. P. 219–245.
- Sachsenhofer R.F., Bechtel A., Gratzner R., Enukidze O., Janiashvili A., Nachtmann W., Sanishvili A., Tevzadze N., Yukler M.A.* Petroleum systems in the Rioni and Kura basins of Georgia // *J. Petrol. Geol.* 2021. V. 44. № 3. P. 287–316.
- Šarinová K., Hudáčková N., Rybár S., Jamrich M., Jourdan F., Frew A., Mayers C., Ruman A., Subová V., Sliva L.*  $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$  dating and palaeoenvironments at the boundary of the early–late Badenian (Langhian–Serravallian) in the northwest margin of the Pannonian basin system // *Facies*. 2021. V. 67. № 29. 27 p. <https://doi.org/10.1007/s10347-021-00637-w>

*Tari G., Vakhania D., Tatishvili G., Mikeladze V., Gogritchiani K., Vacharadze S., Mayer J., Sheya C., Siedl W., Banon J.J.M., Trigo Sanchez J.L.* Stratigraphy, structure and petroleum exploration play types of the Rioni Basin, Georgia // *Geol. Soc. London. Spec. Publ.* 2018. V. 464. P. 403–438.

*Vernyhorova Yu.V., Holcová K., Doláková N., Reichenbacher B., Scheiner F., Ackerman L., Rejšek J., De Bortoli L., Trubač J., Utescher T.* The Miocene Climatic Optimum at the interface of epicontinental sea and large continent: a case study from the Middle Miocene of the Eastern Paratethys // *Marine Micropaleontol.* 2023. V. 181. 102231. P. 1–31.

*Washburn A.M., Hudson S.M., Selby D., Abdullayev N., Shiyanova N.* Extended abstract: Re-Os geochronology and chemostratigraphy of the Maikop series source rocks of Eastern Azerbaijan // *J. Petrol. Geol.* 2018. V. 41. № 3. P. 411–416.

*Weitkamp T.M., Razmjooei M.J., Pearson P.N., Coxall H.K.* Upper Oligocene to Pleistocene planktonic foraminifera stratigraphy at North Atlantic DSDP Site 407, Reykjanes Ridge: diversity trends and biozonation using modern Neogene taxonomic concepts // *J. Micropalaeontol.* 2025. V. 44. № 1. P. 1–78.

*Young J.R.* Neogene // *Calcareous Nannofossil Biostratigraphy*. Ed. Bown P.R. Cambridge: Chapman & Hall, 1998. P. 225–265.

*Young J.R., Bown P.R., Lees J.A.* Nannotax3 website. International Nannoplankton Association. Accessed 21 Apr. 2022. URL: [www.mikrotax.org/Nannotax3](http://www.mikrotax.org/Nannotax3)

*Рецензенты К. Коиав, В.А. Мусатов, В.С. Вишневская*

## ПОДПИСИ К РИСУНКАМ

**Рис. 1.** Схематическая карта положения разреза Исламдаг (а) и его сопоставление с ранее изученным разрезом по правому берегу р. Сумгаит (б).

Условные обозначения: 1 – четвертичные отложения; 2 – среднемиоценовые отложения; 3 – майкопские отложения и интервал изученных разрезов; 4 – эоценовые отложения; 5, 6, 7 – пакки майкопской серии а3, b, c, соответствующие номенклатуре В.В. Вебера (1935); 8 – сиякинская и чикильчайская свиты; 9 – глины бескарбонатные; 10 – глины карбонатные; 11 – прослои известняков и песчаников; 12 – сидеритовые конкреции; 13 – склоновые дислокации; 14 – находки фауны; 15 – положение образцов; 16 – образец с зональным комплексом наннопланктона зоны NN5.

**Рис. 2.** Распределение наннопланктона и планктонных фораминифер в разрезе Исламдаг.

**Таблица I.** Наннопланктон из тарханских отложений разреза Исламдаг (обр. 20/2в, 20/2г).

1 – *Braarudosphaera bigelowii* (Gran et Braarud) Deflandre; 2 – *Cyclicargolithus floridanus* (Roth et Hay) Bukry; 3, 6 – *Sphenolithus heteromorphus* Deflandre; 4 – *Rhabdosphaera procera* Martini; 5, 9 – *Helicosphaera carteri* (Wallich); 7 – *Rhabdosphaera sicca* Stradner; 8 – *Reticulofenestra* sp.; 10 – *Helicosphaera mediterranea* Muller; 11 – *Helicosphaera waltrans* Theodoridis.

**Таблица II.** Планктонные фораминиферы из тарханских отложений разреза Исламдаг (обр. 20/2г). Длина масштабной линейки 100 мкм.

1, 2 – *Ciperoella anguliofficialis* (Blow); 3, 4 – *Globigerina tarchanensis* Subb. et Khuts.; 5, 6 – *Globigerina dubia* Egger; 7, 8 – *Tenuitella munda* (Jenkins); 9, 10 – *Tenuitella angustumbilicata* (Bolli); 11 – *Globigerinella obesa* (Bolli); 12 – *Cassigerinella chipolensis* (Cushman et Ponton) (обр. 20/2в).

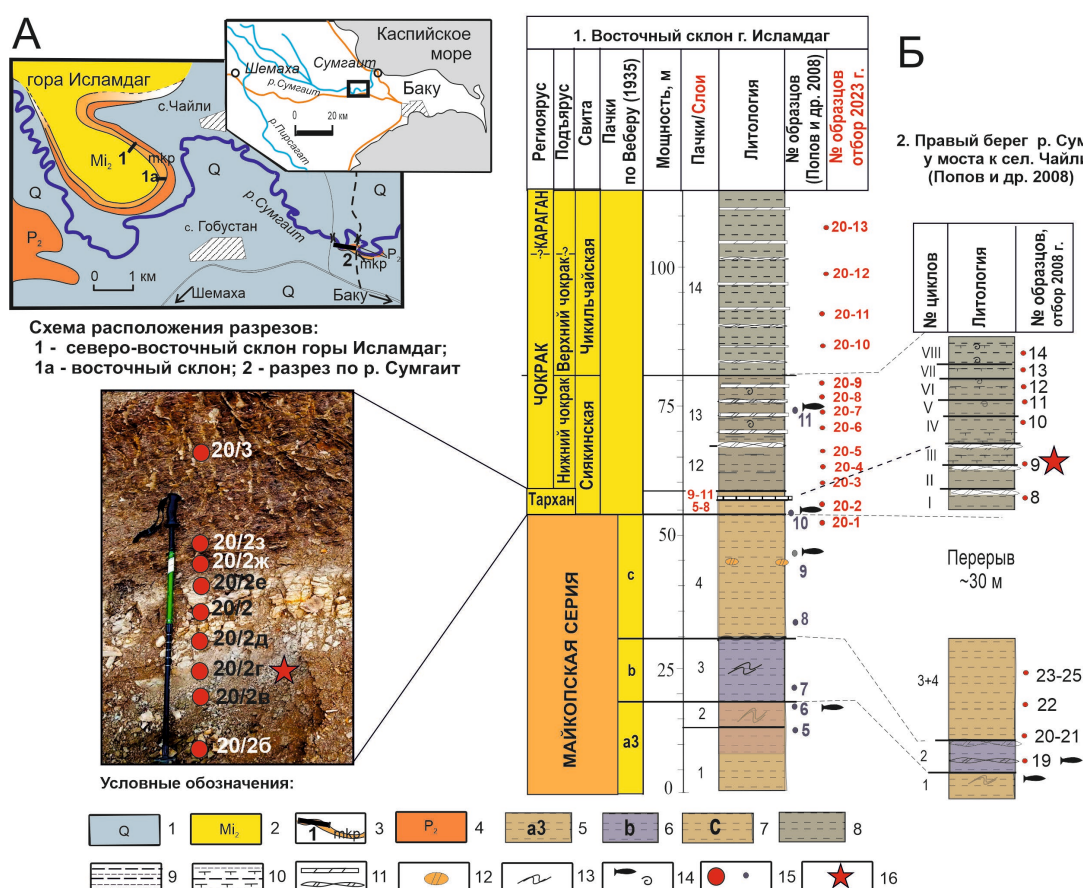


Рис. 1





Таблица I

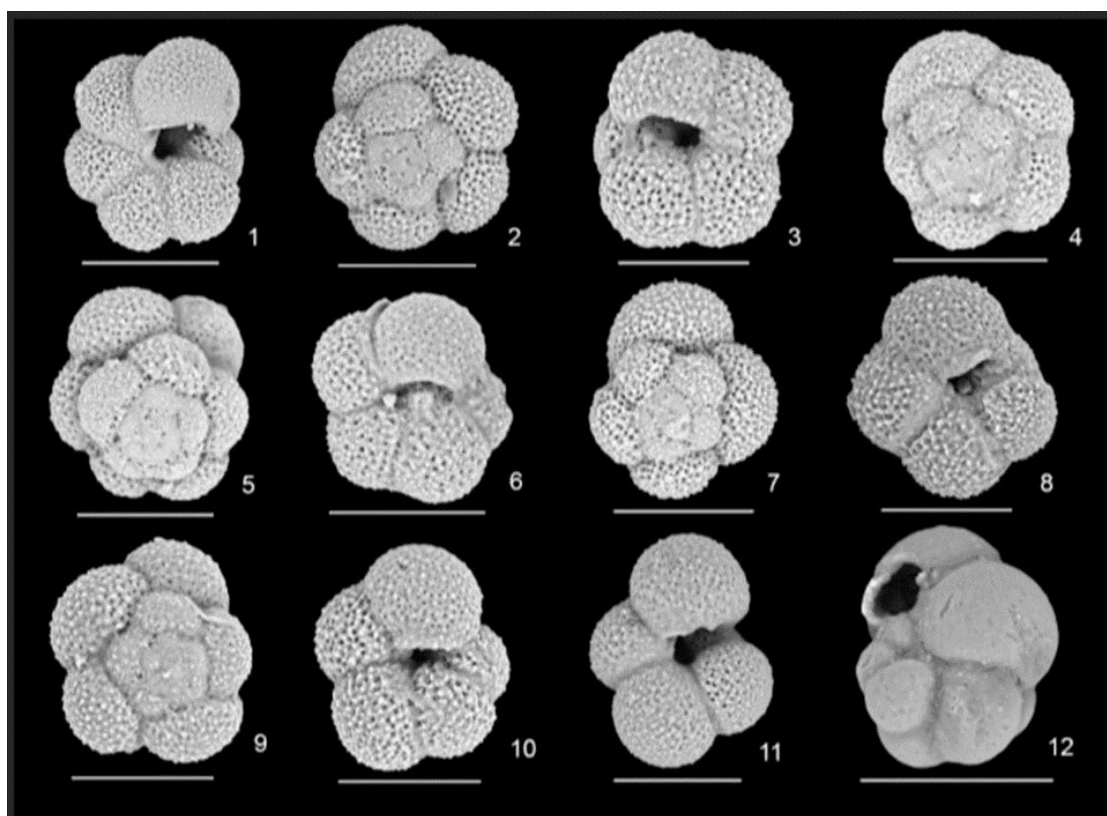


Таблица II

## New Biostratigraphic Records on the Boundary Interval of the Maikopian and Tarkhanian Sediments (Miocene) of Northern Azerbaijan

L. A. Golovina<sup>a, #</sup>, M. E. Bylinskaya<sup>a</sup>, A. A. Tkacheva<sup>a</sup>, S. V. Popov<sup>b</sup>

<sup>a</sup>*Geological Institute of the Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia*

<sup>b</sup>*Borissiak Paleontological Institute of the Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia*

<sup>#</sup>*e-mail: [golovinal@mail.ru](mailto:golovinal@mail.ru)*

New data on the nannoplankton and planktonic foraminiferal composition were obtained during a detailed study of boundary deposits of the Maikopian Group and the Siyaki Formation (Pteropod beds) in the Islamdag section (Shemakha-Gobustan region of Azerbaijan). Finds of stratigraphically important species in the assemblages of both microplankton groups including the zonal species *Sphenolithus heteromorphus*, allowed for a direct correlation with the NN5 Zone of the Martini scale. The boundaries' definition and range of the Tarkhanian regional stage in the Islamdag section is substantiated, and its correlation with the Tarkhanian stratotype and reference sections of the Eastern Paratethys is performed. The stages of evolution of microplankton communities are recognized and correlated with the Tarkhanian subdivisions, which provides an



expanded micropaleontological characteristics of the top of the Maikopian Group and of the bottom of the Siyaki Formation.

*Keywords:* micropaleontology, stratigraphy, Miocene, Tarkhanian, nannoplankton, planktonic foraminifers, Eastern Paratethys

### Глоссарий для переводчика

Тарханский региоярус	----	Tarkhanian regional stage
Наннопланктон	-----	Calcareous Nannoplankton (Nannofossils)
Майкопская серия	-----	Maikopian Group
Сиякинская свита	-----	Siyaki Formation
Кувинские слои	-----	Kuvinian Beds
Терские слои	-----	Terek Beds
Аргунские слои	-----	Argun Beds
Чайли	-----	Chaili
Шемахо-Гобустанский район	-----	Shemakha-Gobustan region
Восточно-Джангинская синклиналь	-----	East Dzhangin syncline
Исламдаг	-----	Islamdag
«спиралисовые слои»	-----	Spirialis Beds
Большие Сияки	-----	Bolshie Siyaki
Малый Камышлак	-----	Malyi Kamyshlak
Джгали	-----	Dzhgali
Чекох	-----	Chekokh
Пшеха	-----	Pshekha
Белая	-----	Belaya
Большой Зеленчук	-----	Bolshoi Zelenchuk
Кубань	-----	Kuban'
Яман Джалга	-----	Yaman-Dzhalga