

УДК 565.33:551.791(470.620)

ОСТРАКОДЫ И УСЛОВИЯ ФОРМИРОВАНИЯ РАЗРЕЗА ПЛЕВАКА (ЮЖНОЕ ПРИАЗОВЬЕ) В ПОЗДНЕМ КУЯЛЬНИКЕ (РАННИЙ ПЛЕЙСТОЦЕН)

© 2025 г. А. Д. Николаева^{1,*}, Е. М. Тесакова^{1, 2}, А. С. Тесаков¹, Г. Г. Савостин²,
П. Д. Фролов¹

¹Геологический институт РАН, Москва, Россия

²Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова, Москва, Россия

*e-mail: ari_99_nik@mail.ru

Поступила в редакцию 10.10.2024 г.

После доработки 08.11.2024 г.

Принята к публикации 20.11.2024 г.

Ассоциация остракод из верхней части разреза Плевака (Таманский полуостров) впервые позволила установить позднекуяльницкий (гелазский) возраст для вмещающих отложений. Выделены новые слои с фауной *Cyprideis pontica*–*Pontoniella acuminata*–*Scottia tumida* для раннего плейстоцена Центральной и Восточной Европы и Закавказья. Для толщи глин из верхов разреза реконструирована лиманная обстановка с нестабильной соленостью, варьировавшей около 5‰ и уменьшавшейся в верхней части слоя. По смене доминирующих видов в разрезе выявлены два интервала, формировавшихся в условиях аридного и теплого климата, и промежуточный между ними слой, образовавшийся во влажное и холодное время. Два цикла увеличения биопродуктивности остракод подчеркнуты сменой доминантов с *S. tumida* на *C. torosa*. Анализ содержания органического углерода (C_{org}) показал три пика увеличения биопродуктивности. Именно на этих пиках численность остракод, напротив, в целом уменьшалась. Выявленная картина, предположительно, связана со снижением pH бассейна, что приводило к растворению раковин остракод.

Ключевые слова: остракоды, палеосоленость, палеоклимат, биопродуктивность, гелазский ярус, куяльник, ранний плейстоцен, стратиграфия, слои с фауной, Таманский п-ов, Северное Причерноморье

DOI: 10.31857/S0869592X25040065

ВВЕДЕНИЕ

Среди морей Восточного Паратетиса поздне-плиоцен-раннеплейстоценовый куяльницкий бассейн характеризовался небольшой площадью – его береговая линия была расположена в основном внутри современной береговой линии Черного и Азовского морей (Эберзин, 1940). Отсутствие значимых трансгрессивных событий в это время определяет редкость наземных разрезов куяльника, удобных для изучения. Наиболее известные области развития куяльницких отложений на суше расположены в районе г. Одессы, на северо-восточном побережье Черного моря (Гурия, Абхазия), в Керченско-Таманском районе и в прилегающих районах Предкавказья.

Здесь в начале позднего плиоцена куяльницкое море трансгрессировало, образовав обширный мелководный предкавказский залив. На Керченском и Таманском полуостровах получили распространение лиманные и лиманно-морские отложения куяльника, охватывающего поздний плиоцен и ранний плейстоцен (Семененко, 1987; Янина, 2012; Вернигорова, 2023).

В 2018 г. близ станицы Ахтанизовской Темрюкского района Краснодарского края (Фролов и др., 2020) был описан разрез Плевака, который расположен в песчаном карьере, разрабатываемом ЗАО “Тамкомформ”. Здесь на промышленных кварцевых песках надрудной толщи (сенновская свита) позднего киммерия–раннего

куяльника (пачки 1–3) с размывом залегают аллювиальные отложения (пачки 4–5), относимые по фауне моллюсков и мелких позвоночных к раннему куяльнику (пъяченций, поздний плиоцен) (Фролов и др., 2020, 2024). Перекрывающая аллювиальные отложения пачка 6 со стратиграфическим перерывом залегает на пачках 4–5 и сложена серыми алевритистыми глинами, предположительно, лиманного генезиса, включающими ассоциацию солоноватоводных моллюсков плохой сохранности, которая указывает на позднекуяльниций (раннеплейстоценовый) возраст этих отложений.

Палинологическое изучение глин пачки 6, проведенное А.В. Ивановой (ГИН РАН), показало присутствие в спектре цист или колоний пресноводных зеленых водорослей, а также комплекса пыльцы и спор наземных растений из доминирующей травянисто-кустарничковой группы и подчиненной группы древесно-кустарниковых пород. Это указывает на водоем с низкой гидродинамикой и достаточно высоким содержанием органических веществ, который существовал в условиях открытого степного разнотравного ландшафта (Фролов и др., 2024).

В задачи исследования входило уточнение возраста глинистой пачки разреза Плевака по фауне остракод, а также реконструкция по остракодам солености и условий седиментации

данного водоема. Для этого из верхней пачки разреза были отобраны образцы на остракодовый анализ.

МЕСТОНАХОЖДЕНИЕ, МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Изученный карьер расположен на северном склоне горы Цимбал между пос. Сенной и ст. Ахтанизовская, в 4 км к ЮЗ от этой станицы и конуса грязевого вулкана Ахтанизовская Плевака (рис. 1). Разрез Плевака представляет собой выходы пород неоген-четвертичных отложений (снизу вверх) (рис. 2):

Пачка 1. Пески кварцевые, среднезернистые, косослоистые, серо-белые, в южной части карьера сильно ожелезненные с образованием железистых конкреций, в северной части карьера с отдельными ожелезненными прослойками. Видимая мощность ~7 м. Выше в восточной стенке обнажаются такие же ожелезненные пески. В северной стенке пески белые, горизонтально-слоистые с косослоистыми сериями, в основном кварцевые, с отдельными горизонтами ожелезнения. Максимальная видимая мощность в восточной части северной стенки достигает ~12.7 м.

Пачка 2. Переслаивание светло-серых кварцевых мелкозернистых песков и плотных серых глин, ожелезненных по напластованию. В части

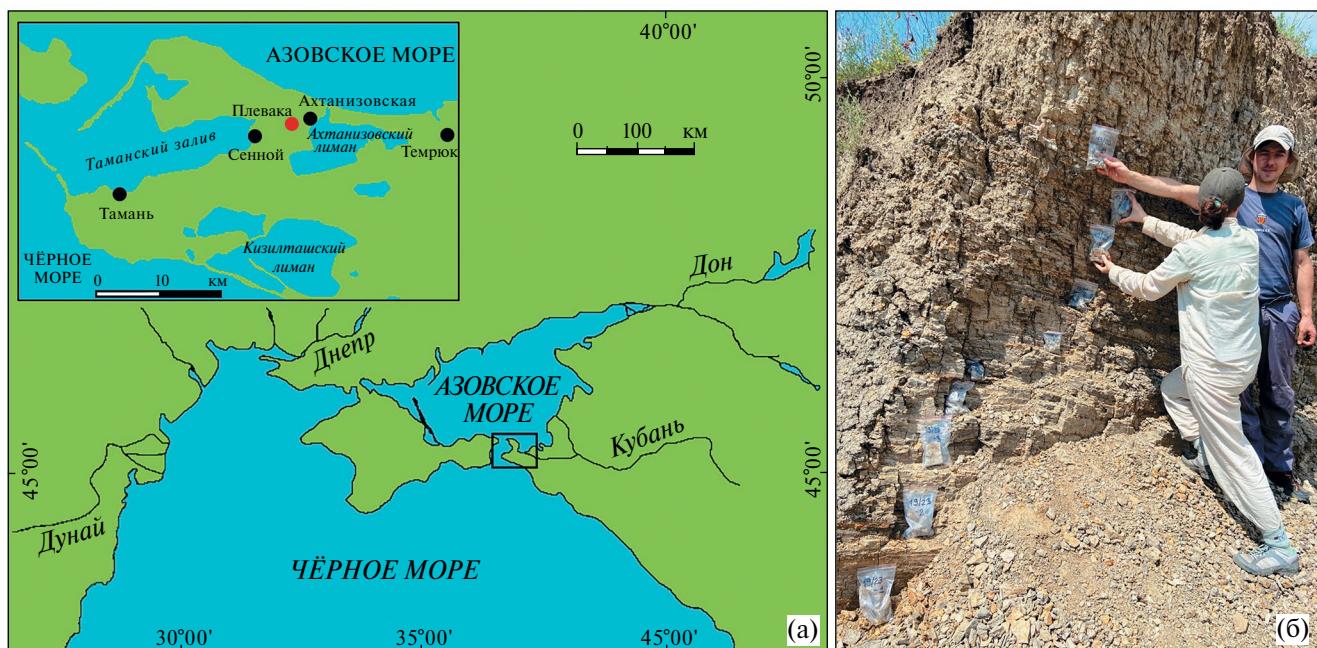


Рис. 1. Карта-схема Северного Причерноморья и положение разреза Плевака (на врезке отмечен красной точкой) (по Фролов и др., 2024) (а); отбор образцов из карьера Плевака (б) (фотография А.Д. Николаевой).

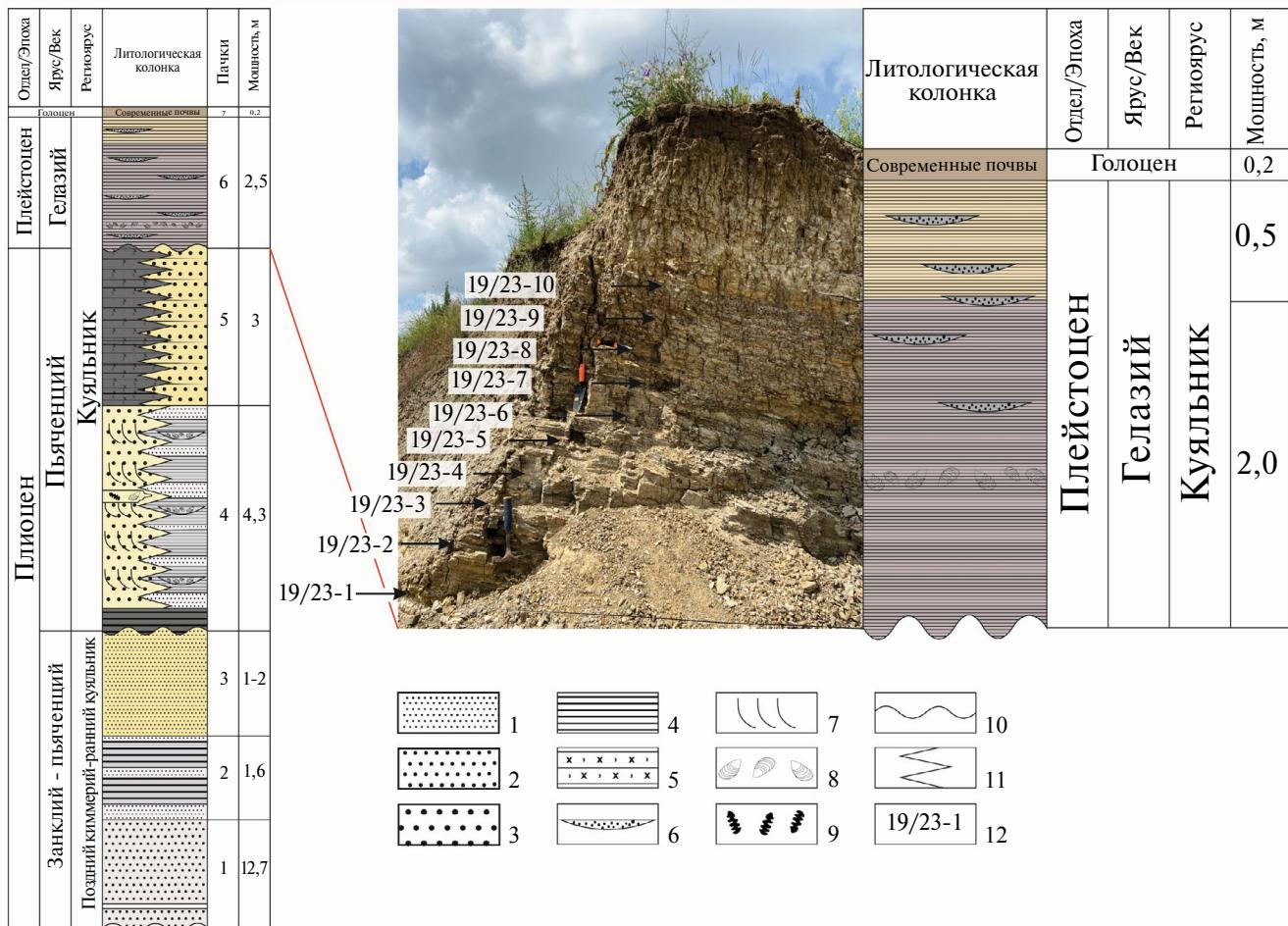


Рис. 2. Разрез в карьере Плевака.

1 – мелкозернистые пески, 2 – среднезернистые пески, 3 – крупнозернистые пески, 4 – глины, 5 – алевриты, 6 – линзы и прослои песка, 7 – косая слоистость, 8 – фауна моллюсков, 9 – фауна мелких позвоночных, 10 – несогласные границы, 11 – фациальные границы, 12 – номер образца.

прослоев видны марганцевые дендриты. Мощность прослоев песков от 0.1 до 0.3 м, глин до 0.5 м. Общая мощность пачки ~1.6 м.

Пачка 3. Пески желтовато-серые, сцементированные, мелкозернистые, местами сильно ожелезненные. Мощность 1–2 м.

Пачка 4. Пачка срезает пачки 2 и 3. В базальном горизонте пачки развиты темно-серые до черных оскольчатые глины. В западной части северной стенки выходят переслаивающиеся глины и пески, аналогичные пачке 2. Мощность ~4.3 м. В пачке прослеживаются 3 линзовидных горизонта с моллюсками (*Viviparus*, *Dreissena*, *Unio*, *Pristinunio*, *Rytia*, *Limnoscapha*). К западу песчано-глинистые породы пачки фациально замещаются песками кварцевыми, косослоистыми, в которых выделяется один прослой с раковинами пресноводных моллюсков и остатками мелких позвоночных урывского фаунистического

комплекса позднего плиоцена (Фролов и др., 2024).

Пачка 5. Пески плотные, горизонтально-слоистые, желтовато-серые, с прослойками ожелезнения и редкими глинистыми слойками мощностью до нескольких сантиметров. В западной части разреза пески замещаются серыми алевритами. Видимая мощность ~3 м.

Пачка 6. Темно-серые глины с тонкими прослойками мелкозернистых песков, по которым часто развивается ожелезнение. Примерно в 0.5 м от подошвы слоя обнаружена фауна пресноводных и солоноватоводных моллюсков *Cardiidae*, *Dreissena*, *Unionidae*, *Viviparidae* плохой сохранности, в основном отпечатки и противоотпечатки. Верхние 0.5 м пачки интенсивно обызвестлены. Видимая мощность 2.5 м.

Пачка 7. Современная почва мощностью около 0.5 м.

Из пачки 6 было отобрано 10 образцов на микрофауну с вертикальным шагом 0.2 м.

Остракод выделяли из породы стандартным методом кипячения с содой с последующей промывкой под струей холодной воды на сите с ячеей 0.1 мм. Высушенный остаток фракционировали на ситах с размером ячей 0.1, 0.2, 0.25, 0.5 и 1 мм; остракод отбирали полностью или частично (в зависимости от обилия створок в образце) из каждой фракции отдельно. Отбор и предварительное определение раковин и отдельных створок производились под бинокулярным стериомикроскопом Saitke Digital SK2100HDMI-T2 с увеличением $\times 45$. Изучение и фотографирование остракод на сканирующем микроскопе Tescan Vega3 осуществлялось в кабинете приборной аналитики ПИН РАН, а изображения выявленных таксонов представлены в табл. I–IV.

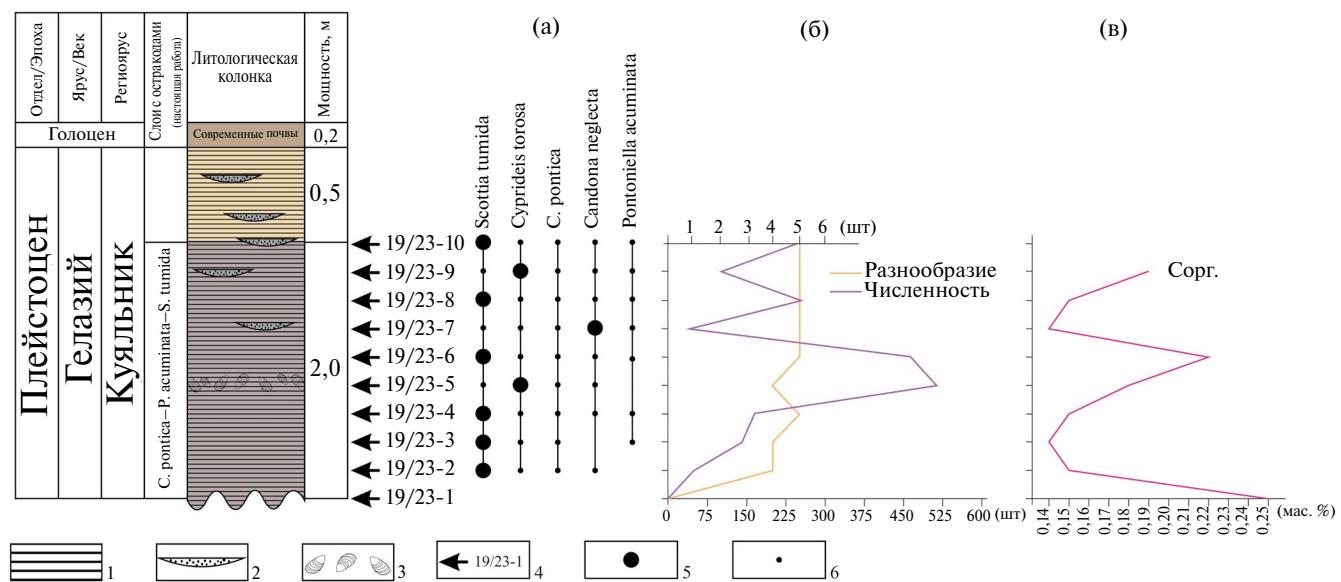


Рис. 3. Распространение остракод и вариации $C_{\text{орг}}$ в изученном разрезе.

(а) – распределение остракод по образцам с выделением доминантов; (б) – вариации разнообразия и численности остракод по разрезу; (в) – график содержания в образцах $C_{\text{орг}}$. 1 – глины, 2 – линзы и прослои песка, 3 – фауна моллюсков, 4 – уровни отбора образцов, 5 – доминанты, 6 – наличие вида в образце.

Таблица I. Здесь и в табл. II–IV все изображенные остракоды происходят из разреза Плевака, Таманский п-ов, верхний куяльник, гелазий. Принятые сокращения: ЛС – левая створка, ПС – правая створка, ЦР – целая раковина, juv – ювенилия; за исключением специально упомянутых случаев: а – вид с внутренней стороны, б – вид снаружи. Длина масштабной линейки 300 мкм, за исключением специально упомянутой.

1, 2 – *Pontoniella acuminata* (Zalanyi, 1929): 1 – экз. GIN-1177/348, ЛС, обр. 19/23-3; 2 – экз. GIN-1177/436, ПС изнутри, обр. 19/23-7; 3–7 – *Candonia neglecta* Sars, 1887: 3 – экз. GIN-1177/487, ЛС самки, обр. 19/23-10; 4 – экз. GIN-1177/491, ПС самки; обр. 19/23-6; 5 – экз. GIN-1177/409, ПС самца изнутри, обр. 19/23-6; 6 – экз. GIN-1177/380, ЛС juv., обр. 19/23-5; 7 – экз. GIN-1177/386, ПС juv., обр. 19/23-5.

Коллекция остракод под номером GIN-1177/301–500 хранится в Лаборатории стратиграфии четвертичного периода ГИН РАН.

Изученный интервал разреза охарактеризован небогатым по видовому разнообразию, но обильным по численности комплексом остракод из пяти видов, встречающихся практически в каждом образце (рис. 3а, табл. 1). В состав комплекса входят: *Candonia neglecta* Sars, 1887, *Pontoniella acuminata* (Zalanyi, 1929), *Cyprideis torosa* (Jones, 1880), *C. pontica* Krstić, 1968 и *Scottia tumida* (Jones, 1850).

Таксономически однородный комплекс демонстрирует периодическую смену доминантов и значительные вариации их количества (рис. 3б), что позволяет судить о смене разных палеоэкологических обстановок (см. ниже).

Для установления причин флюктуаций обилия остракод было проведено определение содержания органического углерода ($C_{\text{орг}}$). Девять образцов из разреза изучены методом пиролиза



Таблица 1. Количество экземпляров остракод по образцам

№ обр.	<i>Scottia tumida</i>	<i>Cyprideis torosa</i>	<i>C. pontica</i>	<i>C. sp. (iv)</i>	<i>Candonia neglecta</i>	<i>Pontoniella acuminata</i>
19/23-10	145	11	7	27	51	4
19/23-9	26	7	2	27	37	4
19/23-8	146	20	14	34	30	10
19/23-7	9	11	7	4	12	1
19/23-6	281	51	42	28	59	2
19/23-5	50	106	92	149	89	0
19/23-4	125	12	7	1	20	1
19/23-3	100	6	4	25	0	6
19/23-2	32	1	3	5	10	0
19/23-1	0	0	0	0	0	0

Rock-Eval (Espitalie, 1993) на пиролитическом анализаторе горных пород HAWK Resource Workstation (Wildcat Technologies, США) на кафедре горючих ископаемых геологического факультета МГУ Г.Г. Савостиным. Результаты измерения представлены в табл. 2. Стоит отметить, что полученные значения пиролитических параметров свидетельствуют о малом содержании органического вещества в изучаемом разрезе и находятся в области погрешности прибора, что заставляет нас использовать их с осторожностью.

ТАКСОНОМИЧЕСКИЙ ОБЗОР ОСТРАКОД

Остракоды являются наиболее распространеными ископаемыми членистоногими, насчитывающими многие тысячи описанных видов. Изученная фауна остракод представлена уже известными видами. Информация об их стратиграфическом

Таблица 2. Значения органического углерода (C_{opr}) по образцам

№ обр.	C_{opr} , мас. %
19/23-9	0.19
19/23-8	0.15
19/23-7	0.14
19/23-6	0.22
19/23-5	0.18
19/23-4	0.15
19/23-3	0.14
19/23-2	0.15
19/23-1	0.25

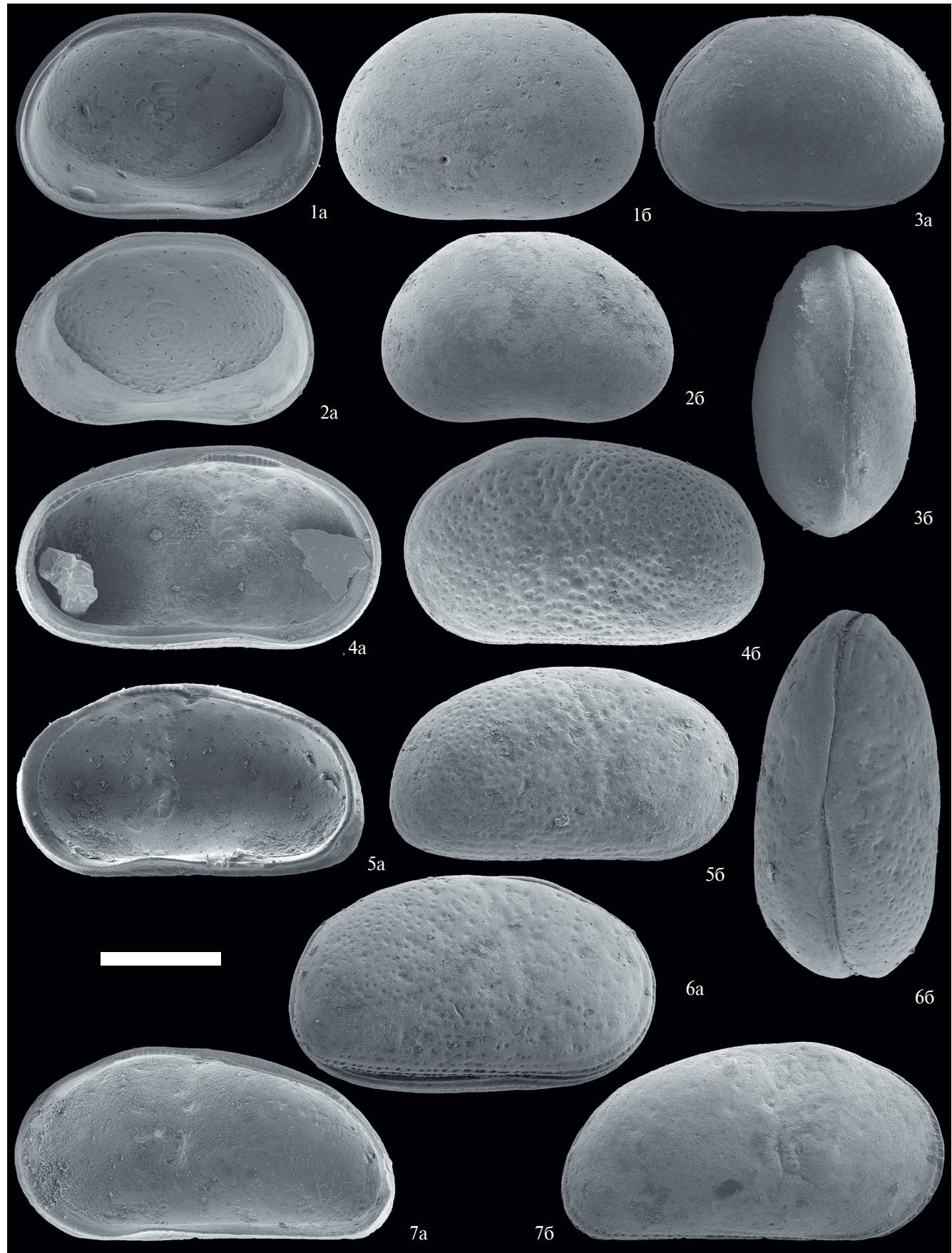
распространении взята из ранее опубликованных работ (Агаларова и др., 1961; Кармишина, 1975; Коваленко, 1976; Krstić, 2006; Ligios et al., 2009; Fuhrmann, 2012 и многие др.).

***Candonia neglecta* Sars, 1887** (табл. I, фиг. 3–7). Вид имеет широкое стратиграфическое распространение с неогена до современности в Северной Евразии; в среднем миоцене–голоцене Турции (Rausch et al., 2020); в позднем миоцене (сармате) Кавказа (Попова-Львова, 1965), Италии (Ligios et al., 2009); плио-плейстоцене Поволжья, Башкирии, Прикаспия, Северного Кавказа, Средней Азии, Западного Казахстана (Попова-Львова, 1965), Греции и Португалии (Ligios et al., 2009); плейстоцене Черноморско-Каспийской области и Центральной Азии (Коваленко, 1976); в голоцене Голарктической области (Meisch, 2000); в современной фауне северо-западного шельфа Черного моря (Дыкань, 2009). В изучаемом районе вид известен в позднем миоцене (верхний сармат–мэотис) Таманского полуострова (разрезы Попов Камень, Железный Рог; Дыкань, 2009), в киммерии–куяльнике Западно-Кубанского прогиба (Кармишина, 1975). Материал: 302 створки и 3 раковины хорошей сохранности.

***Cyprideis torosa* (Jones, 1880)** (табл. II, фиг. 4–6). Распространен в олигоцене–неогене Турции (Дыкань, 2016; Ligios et al., 2009); нижнем–среднем миоцене Черноморской области (в сакарауле Рионского залива; чокраке поднятия Шатского

Таблица II.

1–3 – *Scottia tumida* (Jones, 1850): 1 – экз. GIN-1177/486, ЛС, обр. 19/23-10; 2 – экз. GIN-1177/379, ПС, обр. 19/23-5; 3 – экз. GIN-1177/342, ЦР: а – справа, б – со спинной стороны, обр. 19/23-3; 4–6 – *Cyprideis torosa* (Jones, 1880): 4 – экз. GIN-1177/381, ЛС самки, обр. 19/23-5; 5 – экз. GIN-1177/366, ПС самки, обр. 19/23-4; 6 – экз. GIN-1177/372, ЦР самки: а – справа, б – со спинной стороны, обр. 19/23-5; 7 – *Cyprideis* sp., экз. GIN-1177/375, ПС самца, обр. 19/23-5.



и Индоло-Кубанской впадины; карагане северо-восточной части бассейна; Дикань, 2020); в миоцене Южной Германии, Грузии, Крымского п-ова, Краснодарского края (Дыкань, 2016); в сармате Центральной Европы, Таманского п-ова, Западного Предкавказья, Краснодарского края, Нижнего Поволжья, Азербайджана, Туркменистана; в меотисе Херсонской обл., Керченско-Таманского региона, Северного Кавказа (Попова-Львова, 1965); в плиоцене Азербайджана, Туркменистана, Северного Кавказа, Нижнего Поволжья (Агаларова и др., 1961), Турции, Греции (Ligios et al., 2009); раннем плиоцене (киммерии) – голоцене Черноморско-Каспийской области (Кармишина, 1975); нижнем плейстоцене Средиземноморья (Центральная Италия) (Fuhrmann, 2012); его современный ареал – Голарктическая область (Meisch, 2000). Материал: 209 створок и 2 раковины хорошей сохранности.

Cyprideis pontica Krstić, 1968 (табл. III, фиг. 1–3). Установлен в отложениях серравалия–тортона (средний–верхний миоцен) Центрального Паратетиса (Krstić, 1968). Вид также распространен в сармате–куяльнике (верхний миоцен–плиоцен) Черноморской области (Дыкань, 2016). Предполагается, что *C. pontica* произошла от *C. torosa*, так как эти виды имеют сходную морфологию (Дыкань, 2016). Однако у *C. pontica* задний конец почти одной высотой с передним и имеет округло-квадратную форму, в то время как у *C. torosa* задний конец ниже переднего, скошен сверху и поэтому имеет округло-треугольную форму. К тому же поверхность раковины *C. pontica* покрыта крупными ситовидными порами (у Krstić (1968) описаны как фасетки), что создает эффект “волновой ряби”. Поверхность створок у *C. torosa* ямчатая, т.е. покрыта множеством мелких ситовидных пор, которые выстраиваются в горизонтальные ряды (до 3 рядов) вдоль брюшного края. На замке *C. pontica* передний зуб насечен на 14 частей, задний зуб – на 6 частей; у *C. torosa* передний зуб насечен на 10–11 частей, задний зуб – на 5–7 частей (Дыкань, 2016). Материал: 162 створки и 1 раковина хорошей сохранности.

Pontoniella acuminata (Zalanyi, 1929) (табл. I, фиг. 1, 2). Вид определен в понте–куяльнике (верхний миоцен–плиоцен) Черноморско-Каспийской области (Кармишина, 1975); в панноне

и понте (верхний миоцен) Центральной и Восточной Европы, Крымско-Кавказской области и Западного Туркменистана (Агаларова, 1967; Дыкань, 2009). Материал: 22 створки и 3 раковины хорошей сохранности.

Scottia tumida (Jones, 1850) (табл. II, фиг. 1–3). Вид известен из отложений нижнего и среднего плейстоцена Германии (Kempf, 1966, 1967; Diebel, Pietrzeniuk, 1975; Krstić, 2006; Fuhrmann, 2012), верхнего плиоцена (куяльника) Керченско-Таманского района. Г.И. Кармишина (Кармишина, 1975, табл. 14, фиг. 5) изобразила экземпляр *S. tumida* из куяльника Чегерчинской мульды на Керченском п-ве, но ошибочно отнесла его к виду *Cypria? kurlaevi Karmishina*. Материал: 866 створок и 24 раковины хорошей сохранности.

БИОСТРАТИГРАФИЯ

Стратиграфические диапазоны изученных остракод довольно значительны (рис. 4). Единственный узкий временной интервал совместного распространения выявленных видов коррелируется с первой половиной раннего плейстоцена – гелазием. Таким образом, по остракодам впервые датирована верхняя толща глин в карьере Плевака.

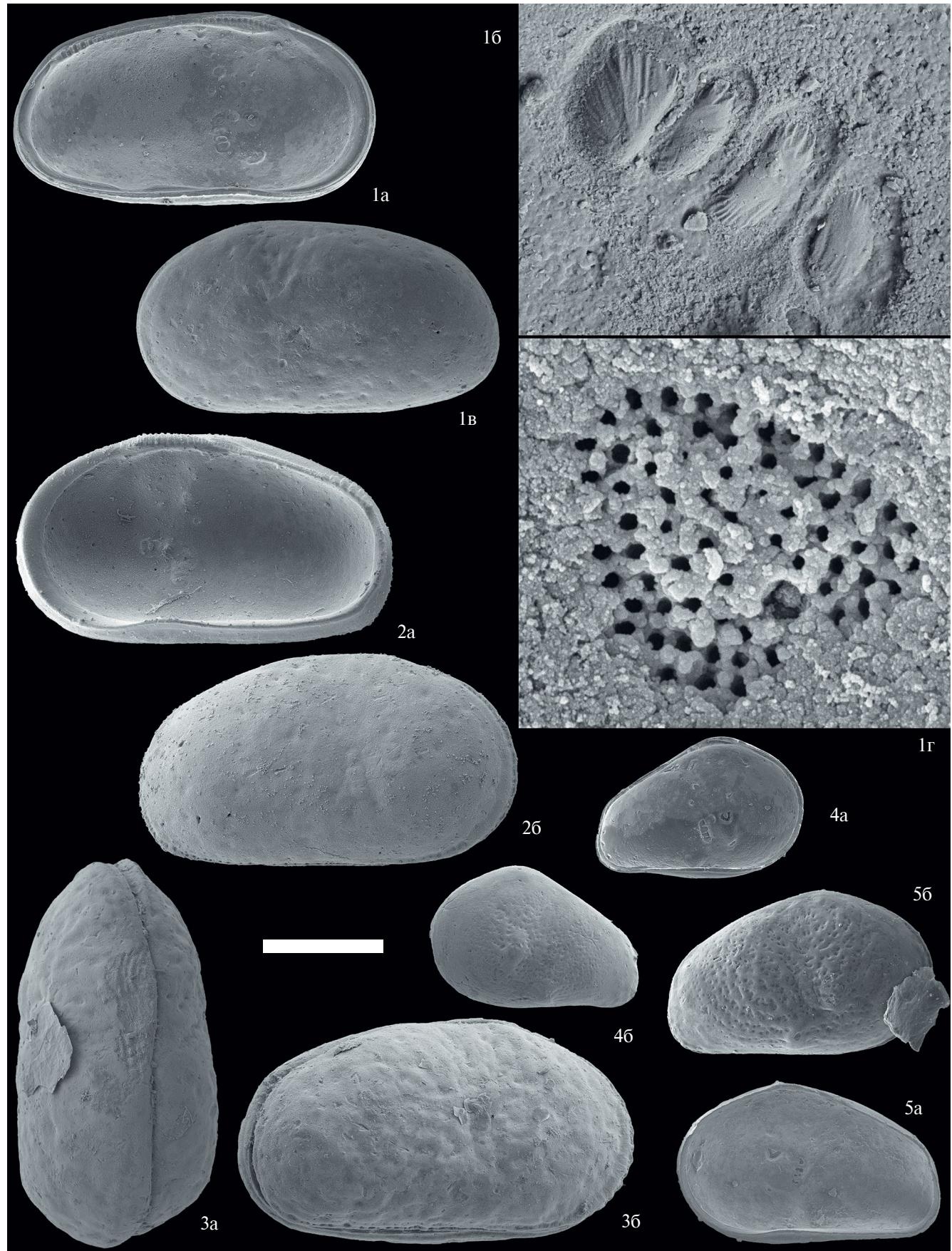
В стратиграфическом интервале гелазия по остракодам выделяются слои с *Cyprideis pontica*–*Pontoniella acuminata*–*Scottia tumida*. Кроме видов-индексов, в состав комплекса входят *C. neglecta* и *C. torosa*. Нижняя граница определяется по первому появлению *S. tumida*, верхняя – по вымиранию *C. pontica* и *P. acuminata*. Широкое распространение всех трех видов-индексов от Западной Европы до Таманского п-ова, а возможно, восточнее до Каспийской области (если *C.? kurlaevi* в публикации Г.И. Кармишиной (1975) включает и *Scottia tumida*) позволяет считать слои с *C. pontica*–*P. acuminata*–*S. tumida* корреляционным стратоном в пределах Центральной и Восточной Европы и Закавказья(?).

ПАЛЕОЭКОЛОГИЯ

Все изученные остракоды солоноватоводные (Коваленко, 1988; Meisch, 2000; Fuhrmann, 2012; Дыкань, 2016 и др.). Стоит отметить, что *C. torosa*

Таблица III.

1–3 – *Cyprideis pontica* Krstić, 1968: 1 – экз. GIN-1177/301, ЛС самки: а – изнутри, б – аддукторные отпечатки (масштабная линейка 30 мкм), в – снаружи, г – ситовидная пора (масштабная линейка 3 мкм), обр. 19/23-2; 2 – экз. GIN-1177/466, ПС самки, обр. 19/23-8; 3 – экз. GIN-1177/373, ЦР самки: а – со спинной стороны, б – справа, обр. 19/23-5; 4, 5 – *Cyprideis sp. juv*: 4 – экз. GIN-1177/312, ЛС, обр. 19/23-2; 5 – экз. GIN-1177/340, ПС, обр. 19/23-3.



имеет наиболее широкий галинний диапазон: от пресных до гиперсоленых вод (Fuhrmann, 2012), однако Д. Кайзер (Keyser, 2005) на современных остракодах этого вида установил, что при солености ниже 5‰ во время линьки у остракод начинают спазмировать мышцы, что приводит впоследствии к появлению бугров на раковине. Анализ этих данных совместно с наблюдениями над изменчивостью ювенильных форм остракод в зависимости от палеосреды (Tesakova, 2011) позволяет считать, что при солености ниже 5‰ бугры появляются как у взрослых особей, так и у ювенилий, если же соленость близка к 5‰, то бугры встречаются исключительно у ювенилий.

В нашем материале подобные бугры наблюдались на отдельных экземплярах обоих видов – *C. torosa* и *C. pontica*. Для последнего специального исследования по связи бугров с соленостью не проводилось, но в силу того, что *C. pontica* произошла от *C. torosa* и является его ближайшим родственником (Дыкань, 2016), мы предполагаем, что взаимосвязь бугров и солености у этих видов близкая. В изученном разрезе уровни с гладкими *C. torosa* характеризуются и гладкими *C. pontica*, а с бугристыми *C. torosa* ассоциируют бугристые *C. pontica*. Ювенилии данных видов плохо различимы, поэтому мы определяли их как *Cyprideis* sp. juv.

Бугристые ювенильные экземпляры встречаются в нижней части толщи (обр. 2–4) (табл. III, фиг. 4, 5; табл. IV, фиг. 2), в то время как взрослые особи *Cyprideis* имели гладкие створки (табл. II, фиг. 5; табл. III, фиг. 1; табл. IV, фиг. 1, 3, 4), что свидетельствует о солености водоема, приближенной к 5‰. Уровень обр. 19/23-5 характеризуется первым появлением взрослых особей с буграми (табл. II, фиг. 4, 6; табл. III, фиг. 5; табл. IV, фиг. 5–10), что является переломным моментом в изменении солености. Последняя снизилась, о чем свидетельствуют многочисленные экземпляры с буграми не только у ювенилий, но и у взрослых особей *C. torosa* и *C. pontica* в обр. 6–10 (табл. III, фиг. 2; табл. IV, фиг. 11–15). Столь низкая и нестабильная соленость

характерна для лиманов и подтверждает литологический анализ.

Но самую низкую соленость мы предполагаем в обр. 19/23-7 по доминированию вида *C. neglecta*, который предпочитает прибрежные и внутренние воды (Fuhrmann, 2012), водоемы, питаемые ключевыми водами с замедленным течением, а также подземные воды (Бронштейн, 1947). Наиболее массовые популяции *C. neglecta* характерны для временных водоемов с обильной водной растительностью, прохладной водой (не выше 22°C) (Коваленко, 1988) и глубиной не менее 1 м (Зубович, 1975). Снижение солености и температуры воды в лимане предполагается с возрастанием речного стока вследствие увеличения влажности (плuvиальная эпоха) на фоне снижения температуры (по: Янина, 2012). Это не противоречит палинологическим данным (Фролов и др., 2024).

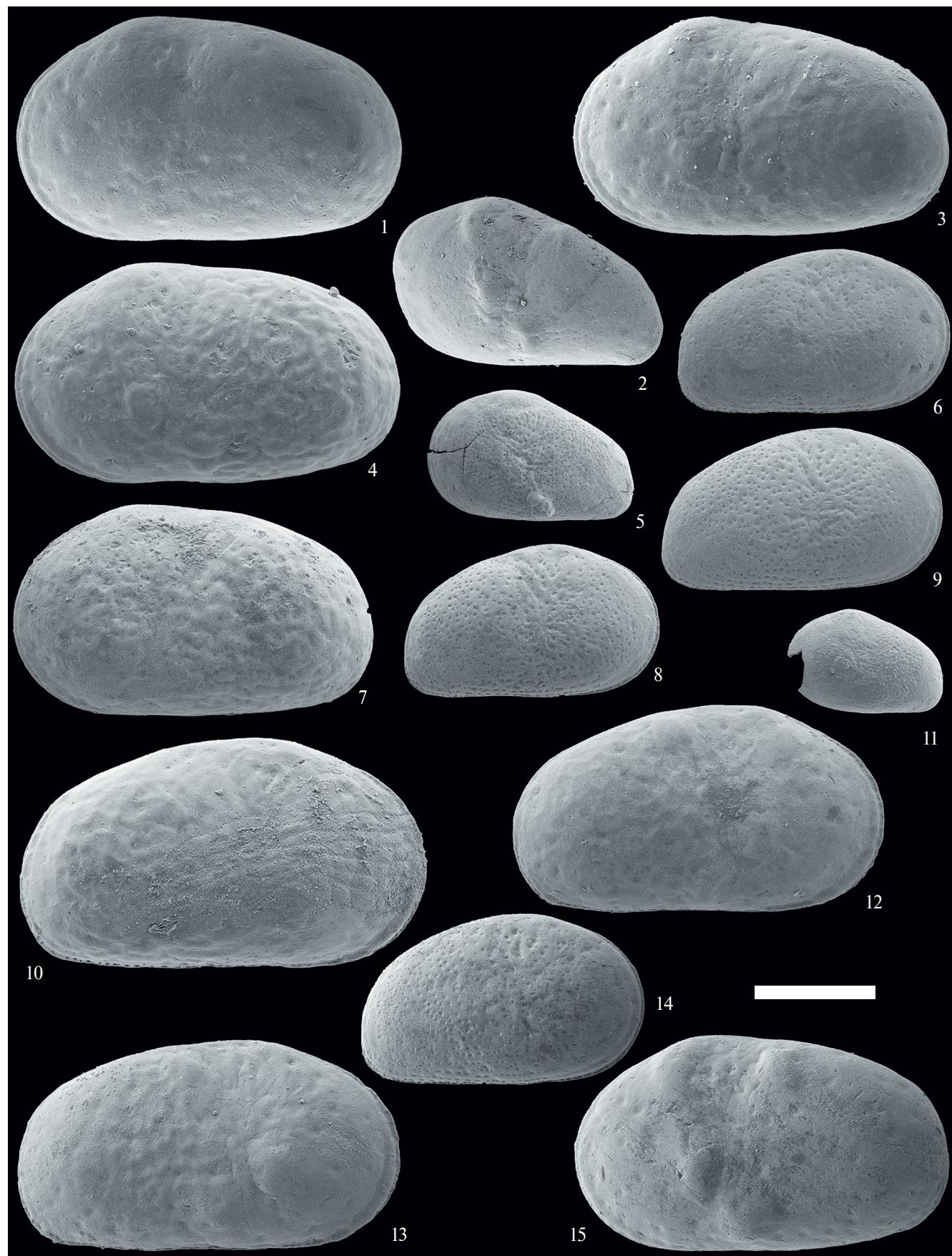
Ниже и выше уровня обр. 7 наблюдается доминирование более теплолюбивых и солоноватоводных видов *S. tumida* и *C. torosa* (Meisch, 2000; Fuhrmann, 2012 и др.), что мы связываем с эпохами аридизации. Однаковое чередование доминантов в интервалах образцов 4–6 и 8–10 (*S. tumida*–*C. torosa*–*S. tumida*) демонстрирует циклический процесс с двумя сходными фазами.

Периодическое увеличение инсоляции и повышение температуры сопровождаются увеличением биопродуктивности, что можно определить по кривой численности и/или по содержанию в образцах C_{opr} . Специально проведенное исследование содержания C_{opr} в девяти образцах из изучаемой глинистой пачки показало его периодическое возрастание (табл. 2). График вариации C_{opr} по разрезу демонстрирует три цикла с максимальными значениями в обр. 1, 6 и 9 (рис. 3в). Нижний цикл выражен конечной фазой события (нисходящая ветвь графика), средний цикл является полным, а верхний представлен своей начальной фазой (восходящая ветвь графика).

Весьма любопытно соотносятся кривые разнообразия и численности остракод (рис. 3б) с кривой C_{opr} (рис. 3в). Максимальное обилие

Таблица IV.

1, 3, 4, 10, 12, 13, 15 – *Cyprideis pontica* Krstić, 1968: 1 – экз. GIN-1177/309, ЛС самки, обр. 19/23-2; 3 – экз. GIN-1177/341, ЛС самки, обр. 19/23-3; 4 – экз. GIN-1177/363, ЛС самки, обр. 19/23-4; 10 – экз. GIN-1177/382, ПС самки; обр. 19/23-5; 12 – экз. GIN-1177/437, ПС самки, обр. 19/23-7; 13 – экз. GIN-1177/455, ПС самки, обр. 19/23-8; 15 – экз. GIN-1177/483, ЛС самки; обр. 19/23-10; 2, 5–9, 11, 14 – *Cyprideis* sp. juv: 2 – экз. GIN-1177/346, ПС, обр. 19/23-3; 5 – экз. GIN-1177/385, ЛС, обр. 19/23-5; 6 – экз. GIN-1177/387, ПС, обр. 19/23-5; 7 – экз. GIN-1177/377, ЛС, обр. 19/23-5; 8 – экз. GIN-1177/391, ПС, обр. 19/23-5; 9 – экз. GIN-1177/392, ПС, обр. 19/23-5; 11 – экз. GIN-1177/438, ЛС, обр. 19/23-7; 14 – экз. GIN-1177/484, ПС, обр. 19/23-10.



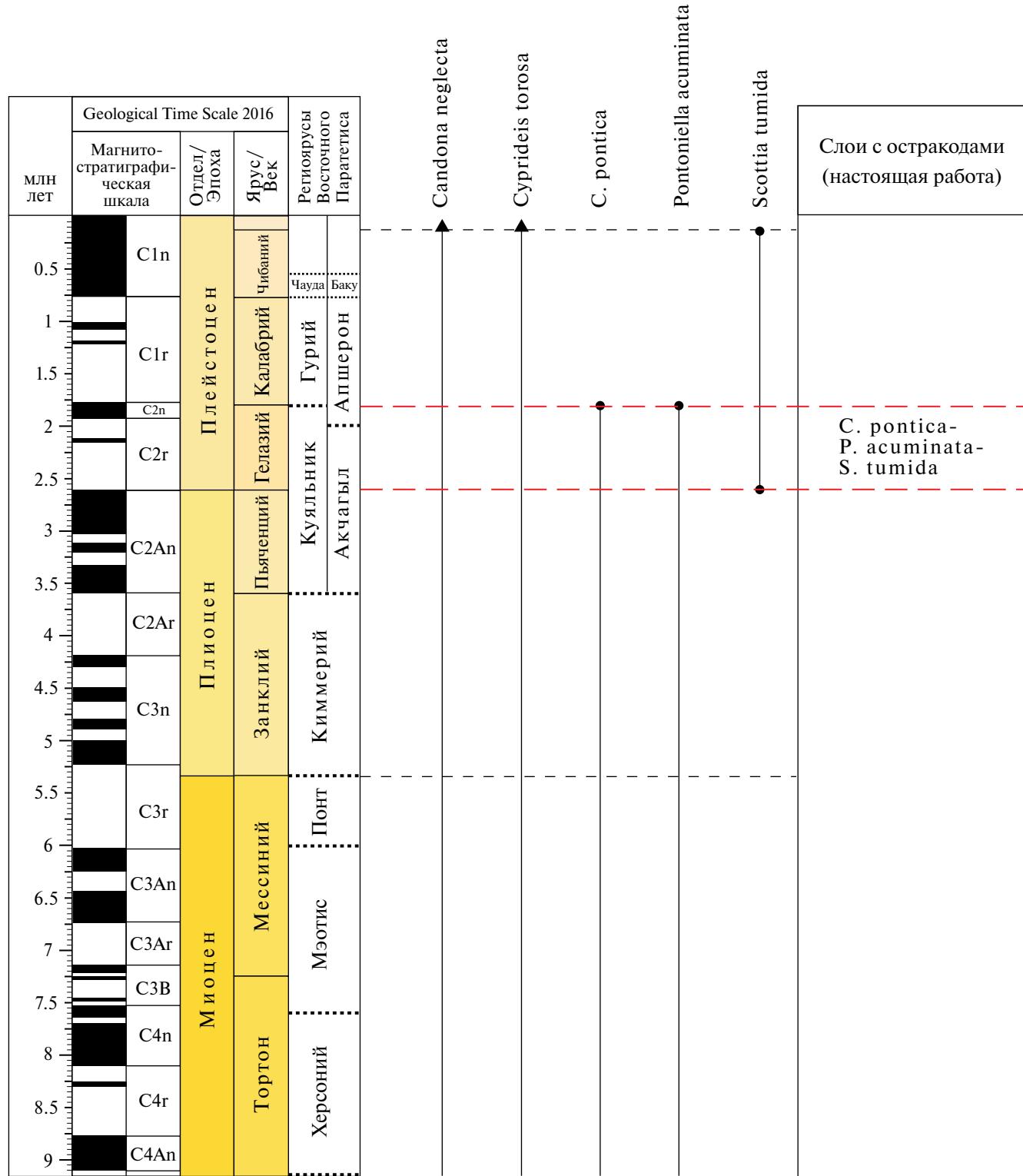


Рис. 4. Стратиграфические диапазоны изученных остракод из карьера Плевака (по литературным данным) и новые слои с остракодами.

остракод с доминированием *C. torosa* совпадает с нарастающей фазой второго цикла $C_{\text{опр}}$ (но не с его пиком). На пике верхнего цикла, напротив, численность остракод значительно снижена, а на пике нижнего цикла они вообще отсутствуют. Описанная картина может объясняться снижением pH при захоронении большего количества органики, что приводит к растворению раковин остракод в осадке.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Остракоды, изученные из толщи глин в разрезе Плевака (Таманский п-ов), впервые позволили определить возраст вмещающих их пород как гелазский (ранний плейстоцен). В этом стратиграфическом интервале по остракодам выделены новые слои с *Cyprideis pontica*–*Pontoniella acuminata*–*Scottia tumida*. Слои прослеживаются не только в Керченско-Таманской области, но и гораздо шире – в Центральной и Восточной Европе и Закавказье.

По комплексу остракод для изученной толщи определена лиманная обстановка с нестабильной соленостью, варьировавшей около 5% и уменьшавшейся в верхней части слоя.

Смена доминантов (*S. tumida*–*C. torosa*–*S. tumida*) позволила выявить два сходных цикла в верхней и нижней частях разреза с промежуточным интервалом между ними (доминант *C. neglecta*). Палеоэкологический анализ показал, что толща накапливалась в условиях менявшегося климата: нижний (обр. 1–6) и верхний (обр. 8–10) интервалы формировались в аридную теплую эпоху, в то время как промежуточный интервал (обр. 7) – в плювиальную холодную эпоху. По остракодам выявлены два цикла увеличения биопродуктивности, что подчеркивается сменой доминантов с *S. tumida* на *C. torosa*.

Анализ $C_{\text{опр}}$ показал три пика увеличения биопродуктивности, при которых численность остракод, наоборот, уменьшалась. Это, по всей видимости, происходило при снижении pH вод бассейна и приводило к растворению раковин остракод.

Благодарности. Авторы благодарят С.А. Соколова (ГИН РАН) за помощь в описании разреза, Р.А. Ракитова (ПИН РАН) за помощь при фотографировании на сканирующем микроскопе.

Источники финансирования. Работа выполнена в рамках государственных тем ГИН РАН и МГУ (АААА-А16-116033010096-8).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Агаларова Д.А., Кадырова З.К., Кулиева С.А. Остракоды плиоценовых и постплиоценовых отложений Азербайджана. Баку: Азербайджансое гос. изд-во, 1961. 420 с.
- Агаларова Д.Ф. Микрофауна понтических отложений Азербайджана и сопредельных районов. Л.: Недра, 1967. 103 с.
- Бронштейн З.С. Ostracoda пресных вод // Фауна СССР. Ракообразные. М: Изд-во АН СССР, 1947. Т. 2. Вып. 1. 372 с.
- Вернигорова Ю.В. Куяльницький регіоярус Евксинської області Східного Паратетісу та можливості розпізнавання границі неогену–квартеру (п'яченцій–гелазій) у відкладах Південної України // Збірник наукових праць Інституту геологічних наук НАН України. 2023. Т. 16. Вип. 1. С. 24–69.
- Дикань Н.И. Четвертинні та recentні остракоди Тирренського й Червоного морів. Київ: Четверта хвиля, 2020. 148 с.
- Дыкань Н.И. Биостратиграфическое расчленение верхнемиоценовых отложений разреза Попов Ка-мень (Таманский полуостров, Россия) и палеогеографические реконструкции мэотического бассейна по остракодам // Тектоніка і стратиграфія. 2009. Вип. 36. С. 81–99.
- Дыкань Н.И. Вид *Cyprideis pontica* Krstić, 1968 (Ostracoda, Crustacea) – индикатор границы плиоценовых и четвертичных отложений (северная часть Черного моря) // Геология и полезные ископаемые Мирового океана. 2016. № 1. С. 19–32.
- Зубович С.Ф. Развитие Лихвинского палеоводоема по данным анализа ископаемых остракод // Стратиграфия и палеогеография антропогена. Минск: Наука и техника, 1975. С. 149–162.
- Кармишина Г. И. Остракоды плиоценена юга европейской части СССР. Саратов: Изд-во Сарат. ун-та, 1975. 376 с.
- Коваленко А.Л. Современные остракоды бассейна Днестра. Кишинев: Штиинца, 1976. 180 с.
- Коваленко А.Л. Кандониды (Candonidae, Ostracoda) юго-запада СССР. Кишинев: Штиинца, 1988. 176 с.
- Попова-Львова М.Г. Остракоды из плиоценовых отложений Башкирского Предуралья // Кайнозой Башкирского Предуралья. Т. 2. Ч. 2. М.: Недра, 1965. С. 210–287.
- Семененко В.Н. Стратиграфическая корреляция верхнего миоцена и плиоцена Восточного Паратетиса и Тетиса. Киев: Наукова думка, 1987. 229 с.

- Фролов П.Д., Тесаков А.С., Сыромятникова Е.В., Титов В.В., Симакова А.Н., Никольская П.П.* Плевака – новое местонахождение позднеплиоценовой континентальной фауны на Таманском полуострове // Материалы LXVI сессии Палеонтологического общества. Санкт-Петербург: Палеонтологическое общество РАН, 2020. С. 207.
- Фролов П.Д., Тесаков А.С., Иванова А.В., Куршаков С.В., Сыромятникова Е.В.* Меж двух морей: поздний плиоцен Тамани // Природа. 2024. № 2. С. 5–14.
- Эберзин А.Г.* Средний и верхний плиоцен Черноморской области // Стратиграфия СССР. Т. XII. Неогеновая система. М.–Л.: Изд-во АН СССР, 1940. С. 477–566.
- Янина Т.А.* Неоплейстоцен Понто-Каспия: биостратиграфия, палеогеография, корреляция. М.: Географический факультет МГУ, 2012. 264 с.
- Diebel K., Pietrzeniuk E.* Neue Ostracoden aus dem Pleistozaen von Burgtonna (Bezirk Erfurt) // Zeitschrift für Geologischen Wissenschaften Berlin. 1975. V. 3. № 1. P. 87–97.
- Espitalie J.* Rock-eval pyrolysis // Applied Petroleum Geochemistry. Ed. Bordenave M.L. Paris: Technip, 1993. P. 237–261.
- Fuhrmann R.* Atlas quartärer und rezenter Ostrakoden Mitteldeutschlands. Altenburg: Naturkundliches Museum Mauritium, 2012. 320 p.
- Kempf E.K.* Das Holstein-Interglazial von Tönisberg im Rahmen des niederrheinischen Pleistozäns // E&G Quaternary Science Journal. 1966. V. 17. № 1. P. 5–60.
- Kempf E.K.* Ostrakoden aus dem Holstein-Interglazial von Tönisberg (Niederrheingebiet) // Monats. Dtsch. Akad. Wiss. Berlin. 1967. Bd 9. P. 119–139.
- Keyser D.* Histological peculiarities of the nodding process in *Cyprideis torosa* (Jones) (Crustacea, Ostracoda) // Hydrobiologia. 2005. V. 538. P. 95–106.
- Krstić N.* Ostracoda kongeriskih slojeva: 1. *Cyprideis I* // Bull. Mus. Hist. Natur. Ser. A. 1968. V. 23. P. 107–151.
- Krstić N.* Pliocene ostracodes of the Paludinian Beds: in Pannonian Plain, Serbian Part. Glasnik Prirodnjačkog muzeja, 2006. 409 p.
- Ligios S., Minati K., Gliozzi E., Krstic N.* Occurrence of *Vestalenula* (Darwinuloidea, Ostracoda) in the Neogene of Italy, Crete and Serbia, with the description of three new species // J. Micropalaeontol. 2009. V. 28. № 2. P. 99–115.
- Meisch C.* Freshwater Ostracoda of western and central Europe // Süßwasserfauna von Mitteleuropa. 2000. V. 8/3. 522 p.
- Rausch L., Stoica M., Lazarev S.* A late Miocene–early Pliocene Paratethyan type ostracod fauna from the Denizli Basin (SW Anatolia) and its palaeogeographic implications // Acta Palaeontologica Romaniae. 2020. V. 16. № 2. P. 3–56.
- Tesakova E.* New in micropaleontology: the larvae of ostracods as indicators of trend changes in environments // Proc. Sixth International Conference “Environmental Micropaleontology, Microbiology and Meiofaunology”, Moscow, September 19–22, 2011. Abstracts. Eds. Alekseev A.S., Afanasyeva M.S. Moscow: PIN RAS, 2011. P. 275–277.

Рецензенты Л.М. Мельникова, А.К. Маркова

Ostracods and Conditions of Formation of the Plevaka Section (Southern Azov Region) in the Late Kujalnikian (Early Pleistocene)

A. D. Nikolaeva^{a, #}, E. M. Tesakova^{a, b}, A. S. Tesakov^a, G. G. Savostin^b, and P. D. Frolov^a

^aGeological Institute of the Russian Academy of Sciences, Moscow

^bLomonosov Moscow State University, Moscow

[#]e-mail: ari_99_nik@mail.ru

The upper part of the Plevaka section (Taman Peninsula, Krasnodar Region, Russia) yielded an ostracod assemblage that for the first time indicates late Kujalnikian (Gelasian) age of the deposits. The association of *Cyprideis pontica*–*Pontoniella acuminata*–*Scotia tumida* is described as a new biostratigraphic unit (“beds with fauna”) for the Early Pleistocene of the Kerch-Taman Region. The upper clayey member of the section is shown to accumulate in an estuary with an unstable salinity ranging around 5‰ with a decreasing trend at the top of the section. The alternation of dominant species signals two intervals of arid and warm climate and an intermediate layer accumulated in more humid and cooler conditions. Two cycles of increasing bioproduction are indicated by the change of a dominant form from *S. tumida* to *C. torosa*. Analysis of organic carbon (C_{org}) content showed three peaks of increasing bioproduction when the number of ostracods, on the contrary, decreased, which is possibly associated with a decrease in the pH of the basin, leading to the dissolution of ostracod shells.

Keywords: ostracods, paleosalinity, paleoclimate, bioproduction, Gelasian, Kujalnikian, Early Pleistocene, stratigraphy, beds with fauna, Taman Peninsula, Northern Black Sea Region